

令和4年度 公益財団法人 教科書研究センター
大学院生の教科書研究論文助成金
論文集

ま え が き

教科書研究センターでは、将来の教科書研究を担う研究者の育成を目指し、大学院生による教科書に関する研究論文作成に対する助成金の交付事業を平成 27（2015）年度から開始した。助成の対象としているのは、国内の大学院に在籍し国内に居住する大学院生による論文で、年齢や国籍、専門分野を問わず応募できる。そのため、教科教育、国際比較などさまざまな視点による研究課題が寄せられている。

本書は令和 4 年度に採択され、助成金の交付を受けた 11 件の論文をまとめたものである。

本事業をきっかけに我が国における教科書研究が一層進展し、教科書の質的向上と充実に寄与することを期待するものである。

令和 6（2023）年 1 月 31 日

公益財団法人教科書研究センター

令和 4 年度実績

応募期間	令和 4 年 4 月 20 日～8 月 1 日
論文提出期日	令和 5 年 10 月 31 日
応募件数	33 件、18 大学院
採択件数	11 件、10 大学院
助成金交付件数	11 件（交付額：1 件 10 万円）

■お断り

- 本事業では、研究課題名や研究目的が記載された申請書をもとに選考し助成対象者を決定している。
- 助成対象者から提出された論文の内容審査は行っていない。
- 本事業では、本論文集に掲載した論文の一部を修士論文、博士論文とすることを認めている。
- 掲載された論文について著作権等の問題が生じた場合は、著者本人がその責任を負うこととする。
- 論文における注の表記などは各研究分野の様式に従っている。
- 論文中の著者の所属は、提出されたとおりに掲載した。

目 次

1. 理科教科書の物理分野における視覚表現の役割
筑波大学大学院 人間総合科学学術院 谷崎 瑞穂（指導教員：田中 佐代子） ……7
2. 文章題学習によって獲得される暗黙的な読解ルールー中学校第1学年「方程式」における文章題の構造分析を通してー
広島大学大学院 教育学研究科 石川 雅章（指導教員：小山 正孝） ……21
3. イギリスの科学教科書における観察・実験のあり方ーデジタル教科書に向けてー
広島大学大学院 人間社会科学研究科 野村 優成（指導教員：磯崎 哲夫） ……33
4. 算数科における統合的・発展的に考察する児童の育成に関する研究ー数学教育現代化の時代の論考や教科書記述を手掛かりとしてー
奈良教育大学大学院 教育学研究科 指宿 麻衣（指導教員：近藤 裕） ……43
5. 学習者用デジタル教科書を活用した授業改善とモデルの構築ー生徒が自ら学びをデザインする中学校英語科の授業ー
鳴門教育大学大学院 学校教育研究科 天王寺谷 圭司（指導教員：藤原 伸彦） ……57
6. 新学習指導要領に基づいた英語検定教科書に頻出する多義動詞の語義分布ー一貫性のある中学・高等学校の語彙指導の確立に向けてー
京都大学 人間・環境学研究科 赤松 春奈（指導教員：笹尾 洋介） ……73
7. 小学校外国語の発音指導に対するデジタル教科書活用の考察ープロソディに注目してー
千葉大学大学院 教育学研究科 長谷川 喜大（指導教員：本田 勝久） ……85
8. 中学校段階の理科教科書における STEM/STEAM 教育の取扱いに関する研究ー日米の教科書の比較分析を通してー
山形大学大学院 教育実践研究科 瀬谷 匡史（指導教員：今村 哲史） ……97
9. ミニマル・ミュージックとミニマル・アート及びその周辺の美術ー音楽科と美術科の教科書分析ー
東京学芸大学大学院 連合学校 教育学研究科 生田 美子（指導教員：中地 雅之） ……109
10. 論理的思考力・表現力の系統的育成のための算数教科書研究ー小学校段階の「理由の説明」に焦点をあててー
神戸大学大学院 人間発達環境学研究科 赤川峰大（指導教員：岡部 恭幸） ……123
11. 外国語科及び国語科教科書における体系的な言語意識に関する調査研究ー言語能力の向上に資する教科書構成を目指してー
岡山大学大学院 教育学研究科 濱田 活仁（指導教員：ガードナー スコット） ……133

CONTENTS

1 . The Role of Visual Representation in the Physics Field of Science Textbooks TANIZAKI Mizuho (Doctoral Program in Art, Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba)	7
2 . Implicit Reading Rules Acquired Through Word-Problem -Through the analysis of the structure of sentences in the first grade of junior high school "Equations"- ISHIKAWA Masaaki (Hiroshima University, Graduate of Education)	21
3 . How is Practical Work described in Textbooks in England? -Lessons to create Digital Textbooks in Japan- NOMURA Yusei (Graduate School of Humanities and Social Sciences, Doctor Program, Hiroshima University)	33
4 . Study on the Development of Children's ability to Unify and Extend thinking in Elementary Mathematics -With Analysis the References and the Textbooks from the Period of the Modernization of School Mathematics- IBUSUKI Mai (Nara University of Education, Graduate School of Education)	43
5 . Improvement of Teaching and Development of a Model Using Digital Textbooks for Learners -Junior High School English Classes Where Students Design Their Own Learning- TENNOUJIYA Keiji (Graduate School of Education, Naruto University of Education)	57
6 . The Sense Distributions of Polysemous Verbs in English Textbooks Based on the New Courses of Study -Towards Consistent Vocabulary Teaching in Junior and Senior High School- AKAMATSU Haruna (Kyoto University • Graduate School of Human and Environmental Studies)	73
7 . A Study of the Use of Digital Materials for the Pronunciation Instruction of English in Elementary Schools: Focusing on Prosody HASEGAWA Kidai (Graduate School of Education, Chiba University)	85
8 . A Study on STEM/STEAM Education in Science Textbooks at Middle School Level -Comparative Analysis of Textbooks in Japan and the United States- SEYA Masabumi (Professional School of Education, Yamagata University)	97
9 . A Study of Minimal Music, Minimal Art, and the Surrounding Art - An Analysis of Music Textbooks and Art Textbooks-	

IKUTA Yoshiko (Division of Art Education, Doctoral Course The United Graduate School of Education Tokyo Gakugei University)	109
10. Arithmetic Textbook Research for the Systematic Development of Logical Thinking and Expression Skills -Focusing on "Explanation of Reasons" at the Elementary School Level AKAGAWA Minehiro (Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University)	123
11. Examining the Possibilities of Language Awareness in Foreign Language and Japanese Language Textbooks -Toward the Textbook Structure for the Improvement of Language Abilities- HAMADA Katsuhito (Graduate School of Education, Okayama University)	133

理科教科書の物理分野における視覚表現の役割

谷崎 瑞穂

筑波大学大学院 人間総合科学学術院
人間総合科学研究群 芸術学学位プログラム（博士後期課程）

The Role of Visual Representation in the Physics Field of Science Textbooks

TANIZAKI Mizuho

Doctoral Program in Art, Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of
Tsukuba

理科教科書における視覚表現の重要性は高まっており、現代においては理科教科書の質を左右する重要な要素であると言える。しかしながら、理科教科書における「適切な視覚表現」について言及した研究は見られず、理科教科書における視覚表現の役割が明確にされていない。

そこで本論文では、理科教科書の物理分野でどのような種類の視覚表現が使用され、どういった役割や効果が期待されているかを明らかにすることを目的とした。そして理科教科書の質的向上と充実を図るための基礎資料になればと考えている。

そのため、現行の学習指導要領が反映されている、2つの教科書出版社による小学校から中学校、高等学校の検定済み理科教科書を対象に、物理分野の視覚表現（合計3075点）を学習過程別に分析した。それらの視覚表現は、林・郡司(2018)による①1ページ大の写真もしくは絵図、②写真、③内容に関する絵図、④内容に直接関係しない絵図（例えば、吹き出し付きの生徒の絵）、⑤表・グラフ、⑥文や単語の組み合わせによる図（例えば、フローチャート）、⑦肖像画・肖像写真を用いて分類した。学習過程については現行の学習指導要領に従い、(i)自然事象に対する気付き、(ii)課題の設定、(iii)仮説の設定、(iv)検証計画の立案、(v)観察・実験の実施、(vi)結果の処理、(vii)考察・推論、(viii)表現・伝達といったステップ別に区分した。

その結果、現行の理科教科書で使用されている視覚表現の構造や形式は複雑化しているため、写真や絵図、グラフ、表、フローチャートといった表現形式の枠組みを再度検討する必要があることがわかった。また、理科教科書の出版社によって使用されている視覚表現の傾向に違いがあることも明らかになった。しかしながら、理科教科書の視覚表現は、科学に関する内容を表現したものと学習活動に関する内容を表現したものに分けることができた。特に校種が低いほど学習活動に関する視覚表現が多く使用されていた。そして、科学に関する内容の視覚表現にはコンテンツの魅力的で明確な伝達、学習活動に関する視覚表現には体験性の向上という2つの観点で使用されていることが明らかとなった。

キーワード：視覚表現，理科教科書，物理分野，学習過程

1. はじめに

理科教科書には、写真やイラストレーション、模式図、グラフ、表、フローチャートなどの視覚的な表現が使用されている。これらを総称した言葉は、「視覚表現（林・郡司, 2018）」、「図画像表現（小山・越桐, 2006）」、「視覚表象（額賀, 2002）」、「図像テキスト（奥泉, 2018）」、「図的表現（内ノ倉・北原・下古立, 2018）」といったように統一されておらず、対象とする範囲も多少異なる。本研究では、理科教科書の文章を除く全ての視覚的な表現を対象とするため、「視覚表現」とする。

小山・越桐(2006)によると、小学校の理科教科書は1958年から1998年までの40年間で視覚表現の占める割合が24%から50%とほぼ倍増しており、50%という高い水準は学年によらずほぼ一定であった。このように、理科教科書における視覚表現の重要性は高まっており、現代においては理科教科書の質を左右する重要な要素であると言える。そのため、公益財団法人教科書研究センターによる「義務教育教科書に関する教師の意識及び保護者の要望についての調査(2008)」では、カラーページの割合や視覚表現の大きさや数といった体裁に関する適切性について、教師を対象に調査が行われた。こうした調査には一定の意義があると考えられる。しかし、例えば原木(2022)は同じ情報であっても描写表現によっては誤った解釈をすることや、情報過多による混乱といったおそれがあり、期待する効果を得るためにはそのための適切なデザインが必要であると述べている(原木, 2022; Rapp, 2005)。この場合の「適切なデザイン」は「適切な視覚表現」とも解釈できると考えるが、理科教科書における「適切な視覚表現」について言及した研究は見られず、効果的な視覚表現の追求も教科書出版社に委ねられている。またそうした教科書出版社の追究によって得られた知見も公開されておらず、社会に開かれた研究とは言えない現状である。

その背景としては、理科教科書における視覚表現の役割が明確にされていないことが考えられる。視覚表現は文章表現の補完だけでなく、科学概念の構築を促進するのに必要な映像的表象(和田・森本, 2010)を形成するという重要な役割を持って

いる。また、現行の学習指導要領が目指す「主体的・対話的で深い学び」を理科教科書でも実現するためには、わかりやすさだけでなく、読み手が主体的・対話的に関わられるような表現が求められる。つまり理科教育における学び方は、「受動」から「主体」へと変化している。そのため現在求められている理科教育の学び方に、視覚表現も変化していく必要がある。

また、林・郡司(2018)によると、小学校5年生から中学校3年生の理科教科書では、各章の初めは写真が多く掲載され、徐々に写真の数を減らしながら抽象的な絵図が掲載される傾向にある。すなわち、視覚表現の種類が理科教科書の流れに沿って使い分けられている。そのため視覚表現の役割を明確にするためには、理科教科書の学習過程と対応させて分析を行っていく必要がある。

2. 研究目的

本論文では、国内の理科教科書の物理分野にはどのような種類の視覚表現があり、こういった役割や効果が期待されているかを明らかにする。そして、理科教科書の物理分野における質的向上と充実を図るための基礎資料とする。

3. 研究方法

(1) 対象教科書

令和5年度に国内で使用されている検定済みの小学校の理科教科書(3～6年生用)、中学校の理科教科書(1～3年生用)、高等学校の「物理基礎」の教科書を対象とした。これらの教科書は現行の学習指導要領が反映されている。また、小学校、中学校、高等学校といった、全ての校種の理科教科書を出版している東京書籍と啓林館の2社を選出した。

(2) 調査方法

現行の学習指導要領では、「エネルギー(物理)」は量的・関係的な視点、「粒子(化学)」は質的・実体的な視点、「生命(生物)」が共通性・多様性の視点、「地球(地学)」が時間的・空間的な視点というように、理科の領域ごとに整理されている。このことから、各領域で使用されている視覚表現にも違いがあると考えられる。本論文では、現実世界

では見ることができないエネルギーを学習対象とする「エネルギー（物理）」領域に焦点を絞り分析を行った。

対象とした理科教科書は、現行の学習指導要領が「資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ」として示している「課題の把握（発見）」、「課題の探究（追究）」、「課題の解決」に沿って構成されている。このことは、各教科書出版社のホームページに掲載されている理科教科書の内容解説資料¹⁾に明記されている。理科教科書の構成と対応した分析を行うために、この学習過程の中でどう視覚表現が使い分けられているか分析する。そこで本研究では、理科教科書の紙面を学習過程のステップごとに分割し、掲載されている視覚表現を形式ごとに分類し、学習過程のステップごとの視覚表現の傾向を整理した。

学習過程のステップごとの分割：理科教科書のページ構成は、巻頭、各領域、巻末となっており、各領域はさらに、単元導入、章、単元末と分かれている。そして章は、章の導入、節、章末で構成されている（図 3.2.1）。本研究では、節の部分进行分析対象とし、学習過程のステップごとに分割した。学習過程の具体的なステップについては、現行の学習指導要領に明記されている「資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ」の学習過程例（探究の過程）に従い、(i) 自然事象に対する気づき、(ii) 課題の設定、(iii) 仮説の設定、(iv) 検証計画の立案、(v) 観察・実験の実施、(vi) 結果の処理、(vii) 考察・推論、(viii) 表現・伝達とした。判別が難しいものについては「その他」とした。

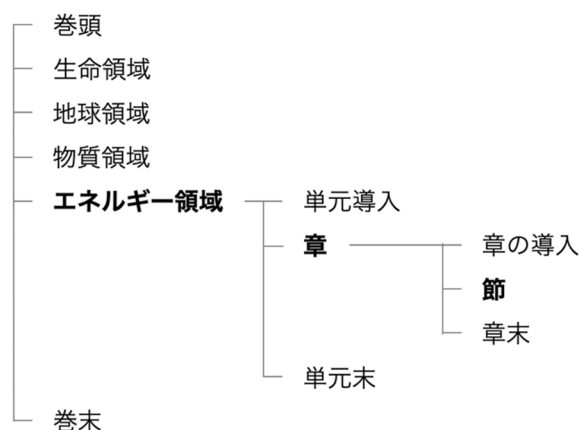


図 3.2.1 理科教科書のページ構成

節中にはコラムや他教科との関連、練習問題といった本文の補足的な囲み記事が設けられていた。これらはあくまでも本文の補足であるため、分析対象からは除外した。

視覚表現の分類：郡司(2017)は理科教科書で見られる代表的な表現形式として、文章、数式・モデル、グラフ・図表、イラスト・模式図、写真をあげている。このうち、グラフ・図表、イラスト・模式図、写真が本論文の対象とする視覚表現である。この類型は額賀(2002)を参照したものであり、言語学者のマイヤースが写真(photographs)・挿絵(drawings)・地図(maps)・グラフ・モデル・図表(graphs, models, tables)・模式図(imaginary figures)と5種類のタイプに分類し、それぞれ異なる役割や特徴を持っている(額賀, 2002)。一方、林・郡司(2018)はデジタル理科教科書の紙面上にみられる視覚表現を、①1 ページ大の写真もしくは絵図、②写真、③内容に関する絵図、④内容に直接関係しない絵図（例えば、吹き出し付きの生徒の絵）、⑤表・グラフ、⑥文や単語の組み合わせによる図（例えば、フローチャート）、⑦肖像画・肖像写真、と分類している。この分類は、郡司(2017)の分類に、さらに科学知識との関係の有無やサイズの違いといった内容や表現方法の違いについても言及している。本論文では理科教科書の特徴に沿って分析したいため、林・郡司(2018)の枠組みで分類を行った。

4. 結果と考察

(1) 学習過程のステップごとに分割

「マーク」の確認：「課題発見」や「仮説」、「実験から」といった学習過程のステップごとに、そのステップに関する言葉や記号を、円形や四角形などで囲って目立たせた「マーク」が設定されていた。これにより、学習過程のどのステップであるかを、本文を読まずに把握することができた。そこで本論文では学習過程のステップを、「マーク」を目安にして区切り分割することにした。対象とした教科書における各ステップの「マーク」の有無は表 4.1.1 に、「マーク」に使われていた言葉の校種ごとの一覧は表 4.1.2 に示した。「マーク」の設定がないステップもあったが、特に高等学校で

はA社・B社ともに「マーク」が確認できないステップが多かった。

中学校では、B社の「(i)自然事象に対する気付き」の「マーク」が確認できなかった。しかしB社のホームページに、節の文章冒頭から「(ii)課題の設定」のマーク前までが「(i)自然事象に対する気付き」であることが明示されていた。冒頭という位置関係から「(i)自然事象に対する気付き」の「マーク」はあえて省略していると考えられる。

高等学校では、B社の「(i)自然事象に対する気付き」と「(ii)課題の設定」の「マーク」が確認できなかった。B社のホームページには、探究の導入から始まることが明示されていたが、「(i)自然事象に対する気付き」と「(ii)課題の設定」をどのように判別するかまでは示されていなかった。ま

表 4.1.1 学習過程の「マーク」の有無

学習過程のステップ	小学校		中学校		高等学校	
	A社	B社	A社	B社	A社	B社
(i) 自然事象に対する気付き	○	○	○	-	○	-
(ii) 課題の設定	○	○	○	○	○	-
(iii) 仮説の設定	○	○	○	○	-	-
(iv) 検証計画の立案	○	○	○	○	-	-
(v) 観察・実験の実施	○	○	○	○	○	○
(vi) 結果の処理	○	○	○	○	○	○
(vii) 考察・推論	○	○	○	○	○	○
(viii) 表現・伝達	○	-	○	○	-	-

有：○ 無：-

表 4.1.2 「マーク」の言葉一覧

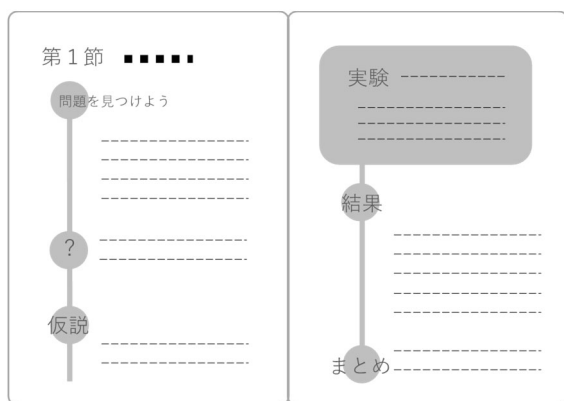
ステップ	小学校	中学校	高等学校
(i) 自然事象に対する気付き	問題をつかもう	課題発見	Let's start!
(ii) 課題の設定	問題	課題？	？
(iii) 仮説の設定	予想しよう 予想	仮説 予想	
(iv) 検証計画の立案	計画しよう 計画	計画 構想	
(v) 観察・実験の実施	実験	実験	実験 探究
(vi) 結果の処理	結果	結果 結果の見方	結果 処理 結果の見方 結果の処理
(vii) 考察・推論	考察しよう 結果から考えよう まとめ	考察 考察のポイント 分析解釈 実験から	考察のポイント 実験から ！
(viii) 表現・伝達	発表しよう	発表 ！	

た高等学校ではA・B社ともに、「(iii)仮説の設定」、「(iv)検証計画の立案」、「(viii)表現・伝達」でも「マーク」が確認できなかった。そもそも文章内に表現や伝達に関する記載がなかったため、「マーク」の省略ではなく、そのステップ自体を紙面で扱っていないことがわかった。

小学校では、B社の「(viii)表現・伝達」の「マーク」が確認できなかったが、高等学校と同様に文章内に記載がなかったため、「マーク」の省略ではなく紙面で扱っていないことがわかった。

「マーク」の使われ方：学習過程の各ステップを表す「マーク」の使われ方には2通りあった。小学校では、図4.1.1(a)のように「マーク」が見出しのように使用され、それぞれが線で繋がれていた。そのため本論文の前章(2)調査方法でも述べた、理科教科書が学習過程の流れに沿った構成であることが紙面から一目瞭然である。一方、中学校と高等学校では、図4.1.1(b)のように、「問題発見」や「課題」といった学習活動に関する部分を強調する目的で、「マーク」が用いられていた。また、節のタイトルとは別に円形の「マーク」と「光の直進」や「光の反射」といった見出しがついた、科学知識に関する文章のまとまりがあった。これにより、本文を「マーク」のある「学習活動部分」と、「マーク」がない科学知識を得るための「読み物部分」の判別がしやすくなる。高等学校ではこの「読み物部分」の割合が特に高く、学習過程に沿った構成というよりも、科学知識の合間に学習活動が組み込まれている印象を受けた。

「マーク」による分割：このような「マーク」を頼りに、紙面を学習過程のステップごとに分割していった。中学校と高等学校における「マーク」と見出しで強調された科学知識に関する「読み物部分」は、学習過程のどのステップと関連しているのか判別することが難しかったため、「その他」とした。B社の中学校の「(i)自然事象に対する気付き」は前述した通り、節の冒頭から「(ii)課題の設定」の「マーク」前までが「(i)自然事象に対する気付き」であることがB社のホームページに明記されていたため、それに倣って判別した。それ以外の「マーク」がなく判別が難しい部分や、「活用」、「振り返り」といった異なる学習過程のステ



(a) 小学校の理科教科書



(b) 中学校・高等学校の理科教科書

図 4.1.1 「マーク」の表示例

ップの「マーク」があるものは全て「その他」とした。小学校と中学校の B 社では「(iii) 仮説の設定」と「(iv) 検証計画の立案」のステップをまとめている部分があったが、どちらのステップに対する視覚表現か判断できないため「その他」とした。

このようにステップごとに分割を行ったところ、必ずしも一節中に (i) から (viii) の全てのステップが順番に掲載されているわけではなく、節ごとの学習内容に合わせて取捨選択されていた。このことは、実験の有無と一節中の「(ii) 課題の設定」数の違いが関係していると考えられる。

(2) 視覚表現の分類

分類対象とした視覚表現: 分析対象の中学校と高等学校の理科教科書では、「図 1□□□□□」や「表 1□□□□□」といったように、視覚表現の図表番号に説明文が付けられているものと、そうでないものが混在していた。一方、小学校では全ての視覚表現に図表番号と説明文は付けられていなかった。また、複数の写真や絵図を並べたものを一括りにし、一つの図表番号と説明文が付けられてい

る視覚表現もあったため、図表番号で判断せず、写真や絵図、グラフといった形式ごとに分類することにした。吹き出し付きのイラストレーションについては、人やマスコットキャラクターが描かれている人数を、そのまま点数としてカウントした。これにより、小学校では A 社 444 点、B 社 407 点、中学校では A 社 605 点、B 社 718 点、高等学校では A 社 512 点、B 社 389 点の視覚表現が分類対象となった（合計 3075 点）。

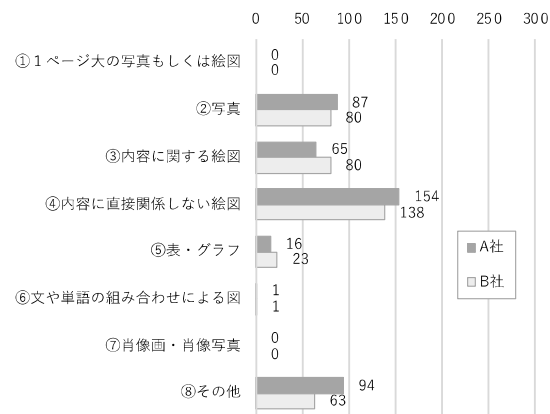
視覚表現の分類結果: 分類した結果を、図 4.2.1 に示す。

小学校では、主に「②写真」、「③内容に関する絵図」、「④内容に直接関係しない絵図」、「⑤表・グラフ」が使用されていた。「④内容に直接関係しない絵図」に分類された視覚表現としては、吹き出し付きの児童や教師、マスコットキャラクターのイラストレーションと、黒板や授業ノート、ワークシートのイラストレーションであった。

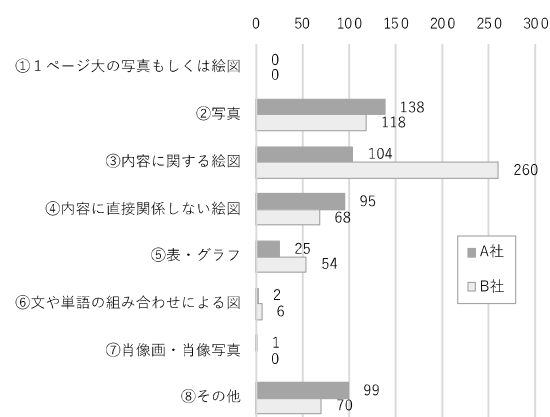
中学校も小学校と同様の視覚表現が使用されていたが、「④内容に直接関係しない絵図」としては、吹き出し付きの生徒や教師、マスコットキャラクターのイラストレーションのみであった。

高等学校では「④内容に直接関係しない絵図」は使用されていなかった。このことから、理科教科書において「④内容に直接関係しない絵図」というのは、実験を除いた授業の様子を表現するイラストレーションであり、校種が低いほど、授業という文脈を重視していると推察できる。

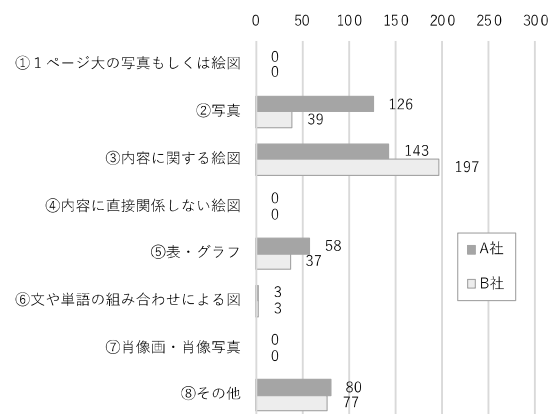
全ての校種において、「①1 ページ大の写真もしくは絵図」、「⑥文や単語の組み合わせによる図」、「⑦肖像画・肖像写真」はほとんど見られなかった。「①1 ページ大の写真もしくは絵図」によりダイナミックに見せ、読み手を惹きつける効果があると考えられる。今回は分析対象外とした巻頭や単元導入、章の導入ページではこの表現が取り入れられていた。分析対象である節部分でも、1 ページ大とまではいかないが、ページ幅を目一杯使用したものが、校種の低い教科書ほどよく使用されていた。写真や絵図のサイズが大きいことで見やすいだけでなく、全体的にグラフィカルな紙面となり、学習の堅苦しさを軽減することが狙いであるように考える。



(a) 小学校



(b) 中学校



(c) 高等学校

図 4.2.1 視覚表現の種類別量の比較
(校種別)

「⑥文や単語の組み合わせによる図」については、小学校ではコンピューターへの指示である「プログラム」を表記する際に、中学校と高等学校ではエネルギーの変換の説明でフローチャートが使

用されているだけであった。

「⑦肖像画・肖像写真」については、科学史が分析対象外である囲み記事で扱われていたため、ほとんど見られなかった。

視覚表現の分類「⑧その他」について：林・郡司(2018)の類型では分類できない「⑧その他」も多く見られた。具体的には、写真・グラフ・表に、円形・四角形・矢印といった図形などを追加して加工されたもの、写真とイラストレーションが組み合わされたもの、グラフ・表・フローチャート・吹き出しの中に写真や絵図でイメージが加えられたものである。

フローチャートはどのような流れであるかを表すのに適した表現と考えられるが、文や単語だけでは何についての流れであるのかわかりにくい。そのため、写真や絵図が組み込まれたと推察できる。

視覚表現における表現・作成形式の再検討：本論文の分析対象外の範囲ではあるが、A 社では科学史を漫画にして掲載しており、そこでは歴史上残っている肖像画や肖像写真ではなく、親しみやすいキャラクターに書き換えられていた。他にも A 社の小学校では、章の導入を漫画のようなコマ割りで表現していた。研究対象内の範囲においては、A 社の小学校でコミュニケーションサービスとして多くの人が利用している LINE のようにアイコンと吹き出しを時系列に並べた表現というのもあり、読み手にとって馴染みのあるものや娯楽で楽しまれている表現を積極的に取り入れている印象を受ける。

視覚表現の中でも、グラフや標高地形図、天気図などは読み解く規則や法則があり専門家と非専門家で読み取り方に違いがあることや、誤った読み方を行う危険性があるため、より感覚的に受け取りやすい表現が模索されている(原木, 2022)。理科教育では、学習者が理科の見方・考え方を働かせて学習することが求められるため、より感覚的に視覚表現と対話できるよう加工が施されている可能性がある。それにより、視覚表現のどこに注目するかといった見方を誘導できるかもしれない。しかしながら、無意識のうちに誘導されてしまい、読み手が自発的に理科の見方・考え方を働

かせられているかは疑問である。視覚表現の作成にあたり、原木(2022)はグラフィックデザイナーだけでなく専門家も直接作成に携わることが必要だと指摘している。理科教科書に必要な専門家としては、グラフィックデザイナーと科学者に加え、教育の専門家である教師の視点も必要であろう。理科教科書の巻末には著作権関係者が掲載されており、大学教員や現役の教師も携わっている。グラフィックデザイナーと科学者、教育の専門家の三者がどのように関わりあって視覚表現が作成されているのか、今後調査する必要があるだろう。

この節では分類結果を基に理科教科書で使用されている視覚表現の現状について述べてきた。全ての校種において「⑧その他」の割合が高く、理科教科書の視覚表現を写真や絵図、グラフ、表、といった表現形式で分類することに限界を感じた。これは1990年代後半からのパソコンとグラフィック系ソフトウェアの普及に伴い、組み合わせたり加工することが容易にできるようになったため、以前と比べて表現が複雑化しているように考えられる。このことは、より読み手に寄り添った効果的な表現が模索されるようになった結果であろう。絵図であっても単に事象を描いたものから、模式図のように特徴を際立たせて描いたものまで幅広い。そのため、現代の理科教科書の視覚表現を適切に捉えることができる、表現形式の枠組みを再度検討する必要があると考える。

(3) 学習過程ごとの視覚表現の傾向

理科教科書で使用されていた視覚表現の傾向を学習過程のステップごとにまとめた。各ステップの分類結果を示したグラフは図4.3.1から図4.3.8の通りであった。グラフの凡例にある括弧内の数字は、各理科教科書中のステップ数(ステップごとの紙面に掲載されていた数)である。

(i) 自然事象に対する気付き(図4.3.1)

このステップでは、事前情報を提示し、読み手に疑問を見つけさせ、課題を把握させていた。

前述したように、高等学校B社の理科教科書では、このステップの「マーク」が設定されておらず、本文のどの箇所が「(i) 自然事象に対する気付き」であるか明確に判断することができなかった。そのため、教科書中のステップ数は0となってい

る。

このステップにおいて、全校種で主に使用されていた視覚表現は「②写真」と「③内容に関する絵図」であり、「②写真」の方が多い傾向にあった。この要因として考えられるのは、現行の学習指導要領が日常生活との関連を重視しており、現実を切り取った「②写真」の方が、日常生活との関連を感じられるためだと推察できる。

小学校では「④内容に直接関係しない絵図」が「②写真」と「③内容に関する絵図」よりも多いが、中学校では「②写真」と「③内容に関する絵図」が上回り、高等学校では全く使用されていなかった。このように、校種が上がるにつれ「④内容に直接関係しない絵図」は使用されなくなる傾向にあった。

(ii) 課題の設定(図4.3.2)

このステップでは、各節の主題となる課題を提示していた。このステップにおいても高等学校のB社のみ「マーク」の設定がなく、ステップ数は0であった。

中学校ではA社の課題の設定数が一節中に1つだけであるのに対し、B社は1から最大で4と、教科書出版社によって大きな差が生まれている。どの教科書でも課題は短い文章で簡潔に示されており、全体的な視覚表現の数は少なかった。少ないながらも小学校と中学校で使用された視覚表現としては、「④内容に直接関係しない絵図」が最も多かった。それは、「①自然事象に対する気付き」の段階でイメージの補完ができていたため、「②写真」や「③内容に関する絵図」を用いる必要性があまりなかったと考えられる。

(iii) 仮説の設定(図4.3.3)

このステップでは、課題に対して自身の仮説を考えさせていた。全校種とも、「(ii) 課題の設定」の半分ほどのステップ数しかなく、高等学校においては本文中でこのステップを全く扱っておらずステップ数は0であった。

小学校・中学校で主に使用されていたのは「④内容に直接関係しない絵図」であり、吹き出し付きの児童、生徒、教師のイラストレーションと共に、仮説を立てる上で参考となる意見が吹き出しの中に提示されていた。

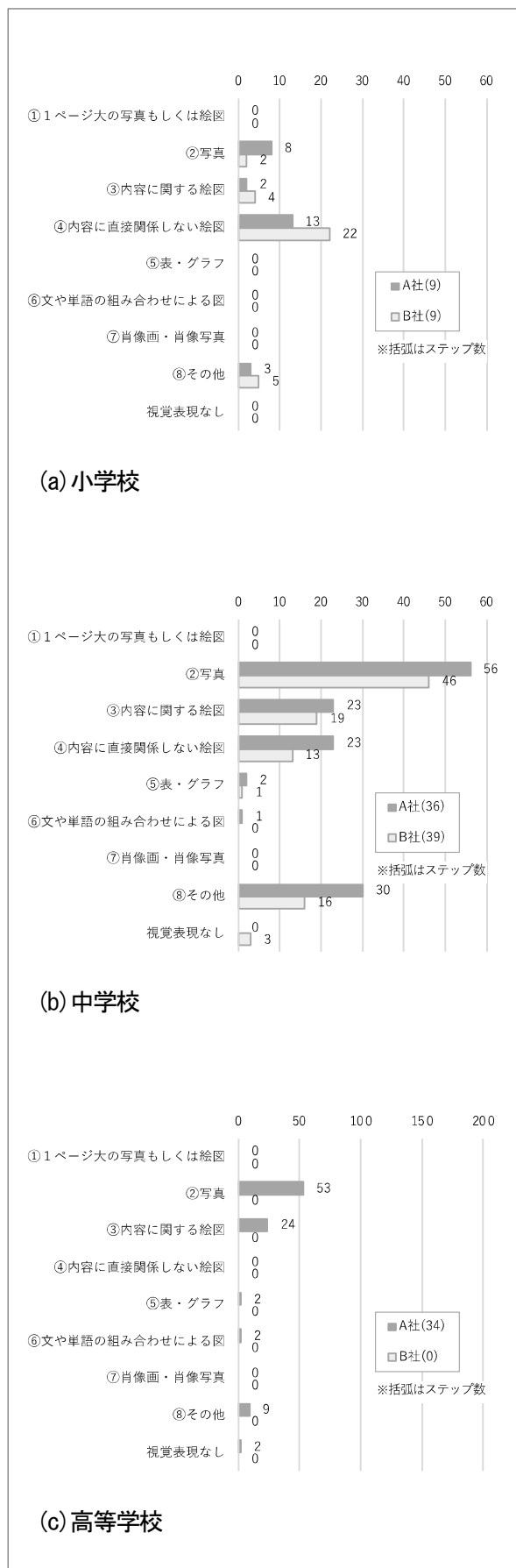


図 4.3.1 (i) 自然事象に対する気付き

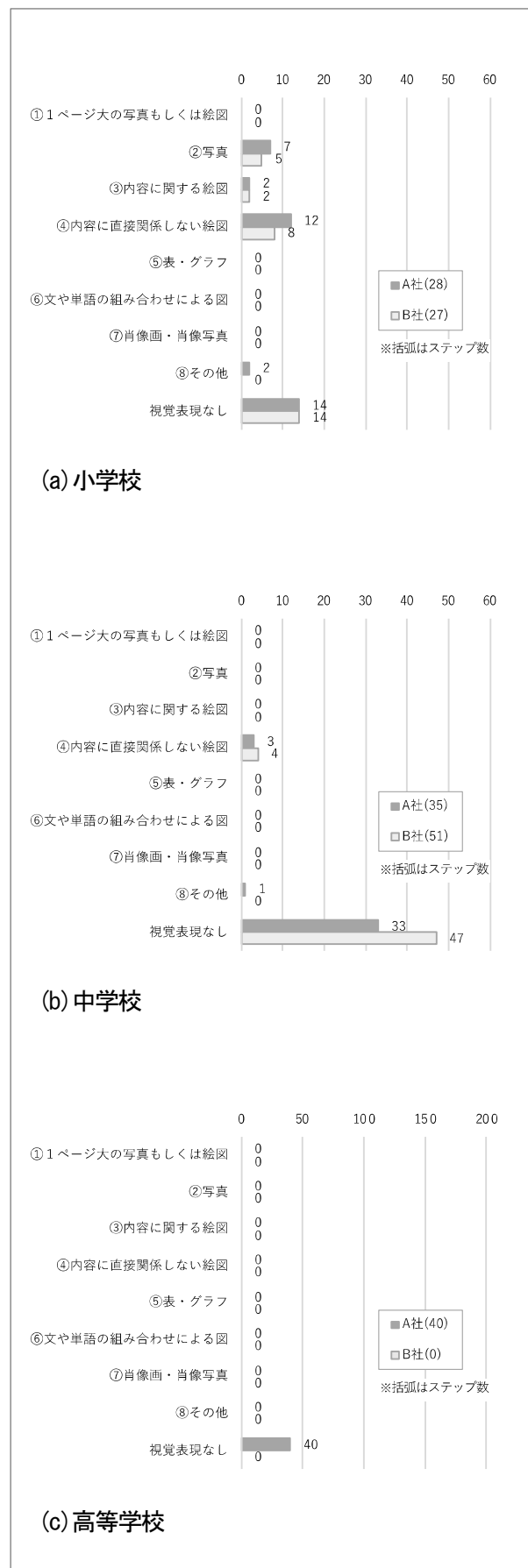


図 4.3.2 (ii) 課題の設定

(iv) 検証計画の立案 (図 4.3.4)

このステップでは、実験方法について考えさせていた。「(iii) 仮説の設定」よりもさらにステップ数が少ない傾向にあり、高等学校では全く扱われていなかった。

小学校・中学校で使用されていた視覚表現も「④内容に直接関係しない絵図」が大半と「(iii) 仮説の設定」と同様の傾向であった。調べ方を考える上での着眼点が、吹き出し付きの児童、生徒、教師のイラストレーションで示されていた。このように文章ではなく、吹き出し付きのイラストレーションで仮説や検証計画のポイントが示されることにより、対話のテンポが生まれると考えられる。

(v) 観察・実験の実施 (図 4.3.5)

このステップでは、実験方法を説明していた。小学校では主に「②写真」と「③内容に関する絵図」の両方が使用されていた。

中学校と高等学校では、A 社は主に「②写真」、B 社は「③内容に関する絵図」(イラストレーション)が使用され、教科書出版社による違いが顕著であった。同じような内容であっても写真とイラストレーションのように表現方法が異なれば、読み手の受け取り方も変わってくるだろう。そのため、教科書出版社によって期待する効果が異なるという可能性が考えられる。

その一方で両教科書出版社が共に、実験活動を行なっている全体の様子ではなく、手元部分の様子を掲載していた。このステップでは読み手が実験の再現を確実にできることが求められる。そのため、読み手視点の表現が採用されたと考えられる。

(vi) 結果の処理 (図 4.3.6)

小学校では「(v) 実験・観察の実施」の次のページに、整理された結果を提示していた。中学校では「(v) 実験・観察の実施」と同じページに結果の記録方法や見方を示していた。高等学校では、「(v) 実験・観察の実施」と同じページに結果の見方、次のページに処理された結果が提示されていた。

これまでのステップと比べると、データを視覚的に表現できる「⑤表・グラフ」の割合が高く、科学スキルとして表やグラフを扱うことの重要性が伺える。しかし、小学校では依然として「②写

真」や「④内容に直接関係しない絵図」の使用も多く、中学校と高等学校では視覚表現がない場合も多かった。特に実験方法と同ページにある結果の見方については文章のみで表されていた。

(vii) 考察・推論 (図 4.3.7)

このステップは、他に比べると視覚表現の種類と数が多い傾向にあった。小学校では実験結果をもとにどのような考察ができるか考えさせていたが、特に「④内容に直接関係しない絵図」が多く用いられ、主に吹き出し付きの児童や教師のイラストレーションで、考察している様子が描かれていた。

中学校の考察結果を表す視覚表現としては「②写真」よりも「③内容に関する絵図」が多かった。

「自然事象に対する気付き」のステップとは異なり、リアリティのある写真よりも、抽象的な表現の方が考察には適すると考えられる。また中学校では、読み手が考察するよう促す場面も設けられており、「④内容に直接関係しない絵図」である吹き出し付きの生徒のイラストレーションが使用されていた。

一方、高等学校では視覚表現が非常に少なく、文章と数式だけで表現されていた。数式により関係性を簡潔に示すことができるが、右近(2023)が指摘しているように、物理の数式表現は独特であり、数学における数式を理解していたとしても難しい場合がある。そのため、数式表現の理解を支援するような視覚表現があると良いが、そのような視覚表現は理科教科書内で見つけられなかった。

(viii) 表現・伝達 (図 4.3.8)

このステップを扱っていたのはほぼ中学校のみであった。中学校 A 社では全ての節でこのステップが設けられていた。しかし、各節の課題に対して自分の言葉でまとめるよう呼びかけるだけであり、視覚表現は全く使用されていなかった。

一方中学校 B 社では、何について発表するのか具体的に文章で示されており、視覚表現は使用されていなかった。ステップ数やその取り上げ方から、理科教科書ではこのステップの重要性が低いように感じた。

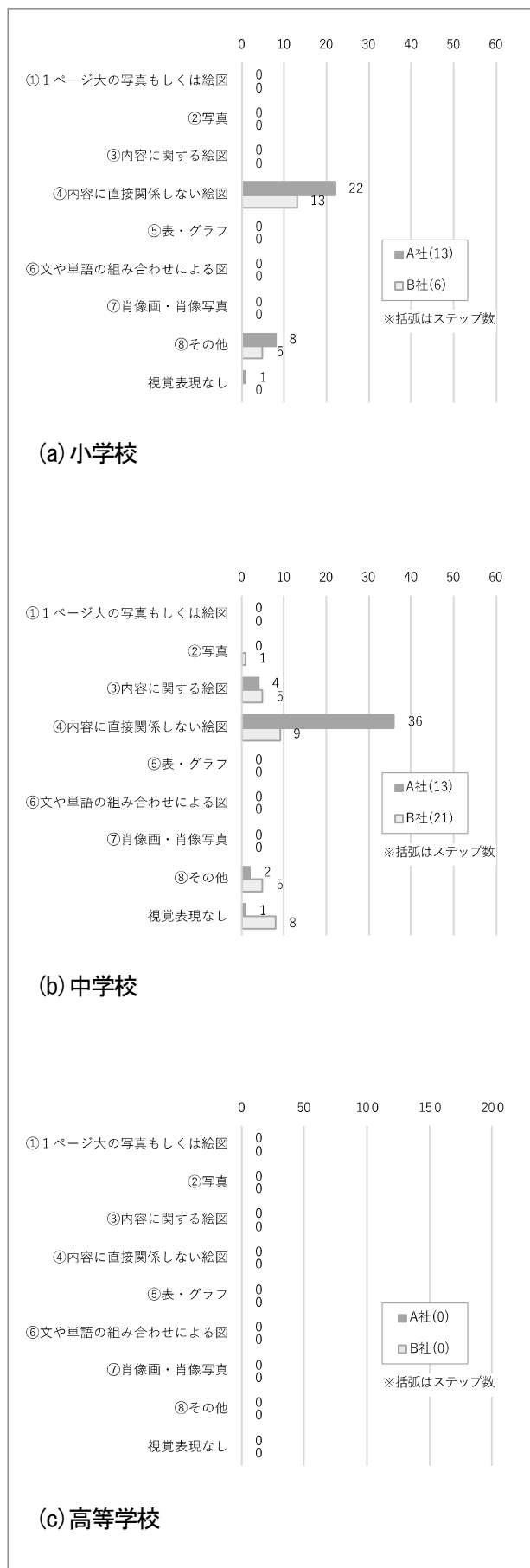


図 4.3.3 (iii) 仮説の設定

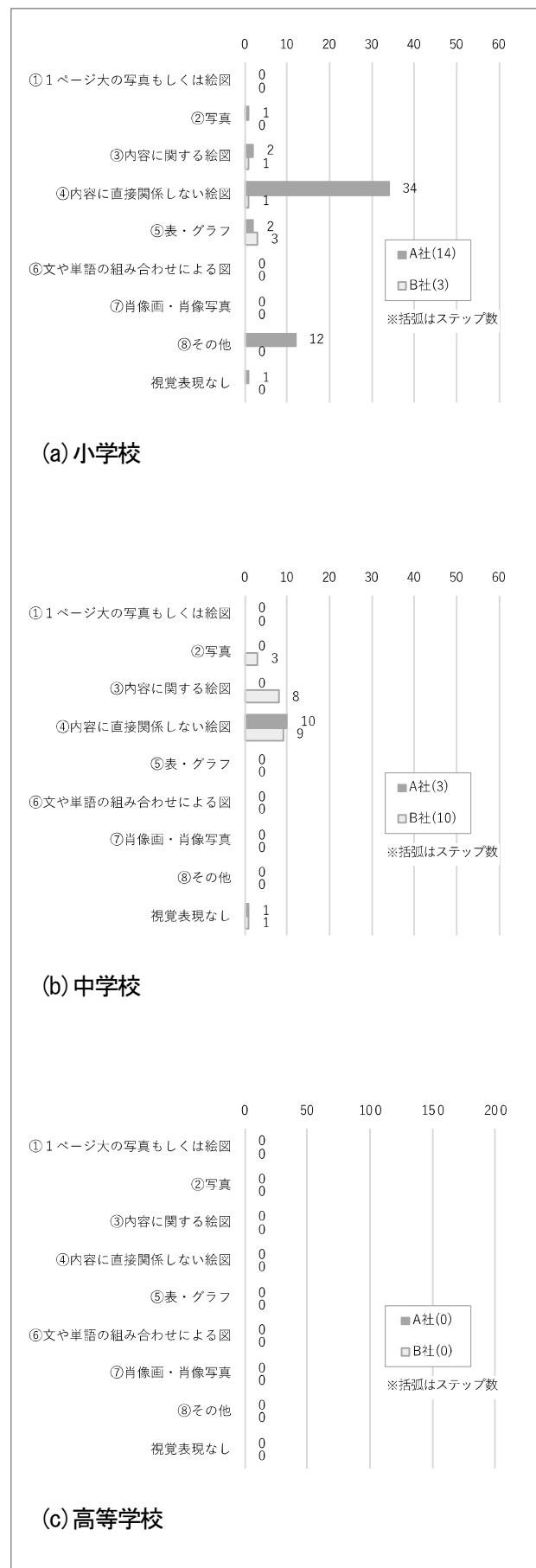


図 4.3.4 (iv) 検証計画の立案

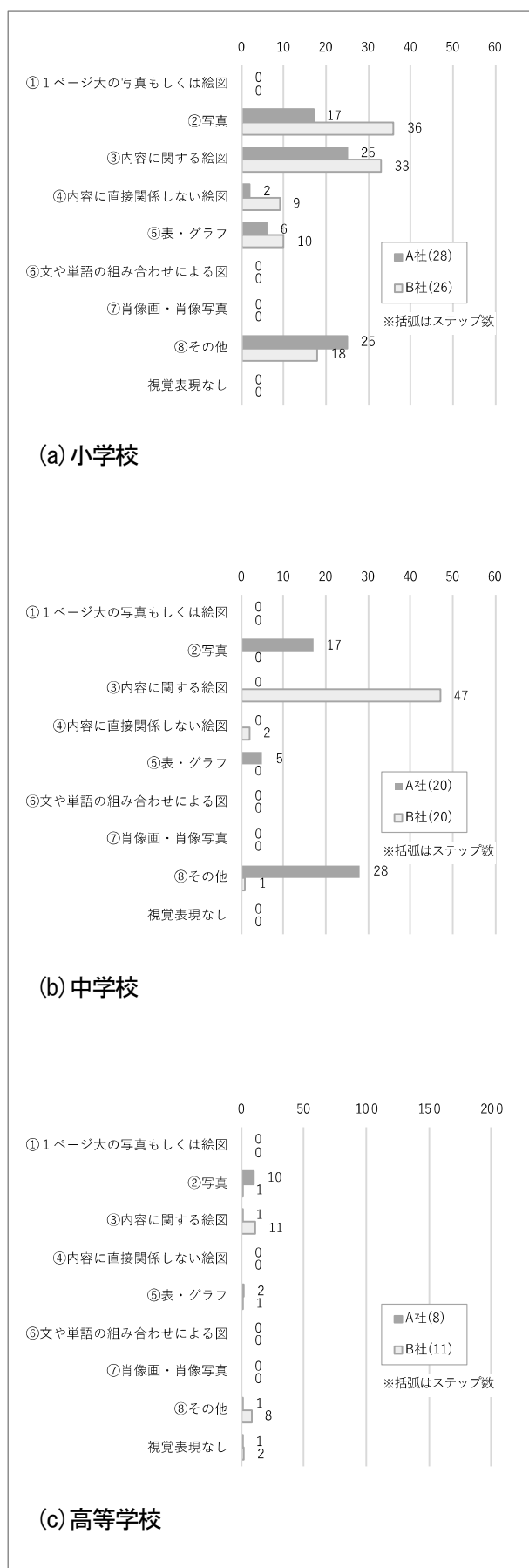


図 4.3.5 (v) 観察・実験の実施

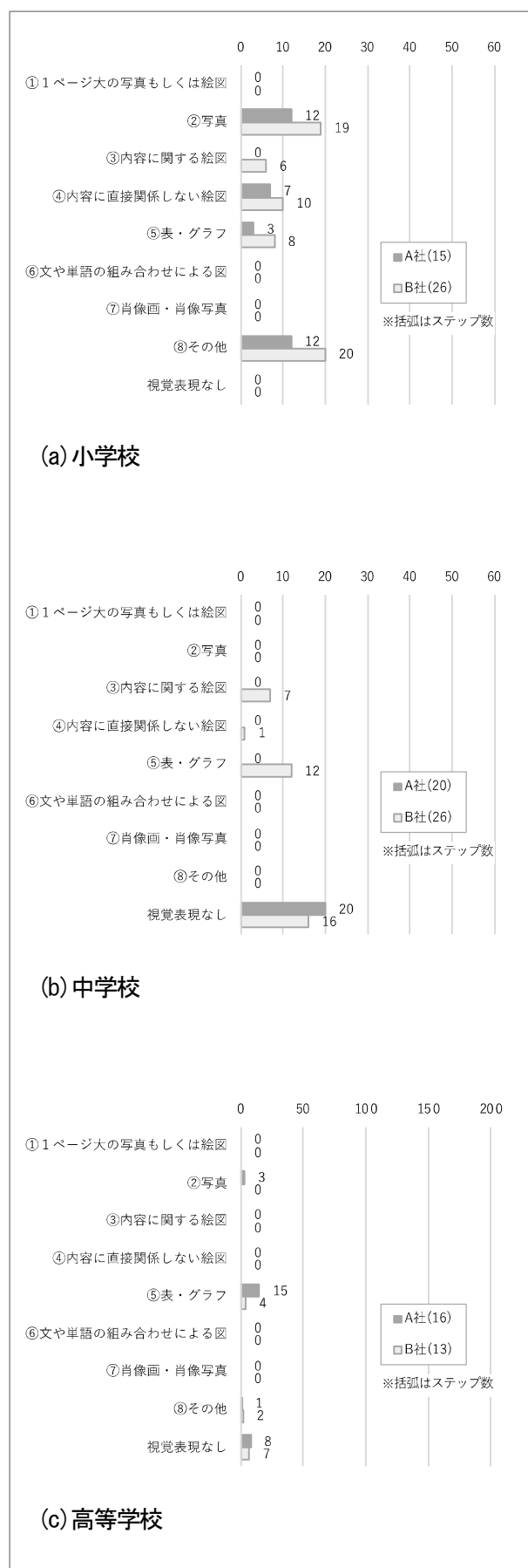


図 4.3.6 (vi) 結果の処理

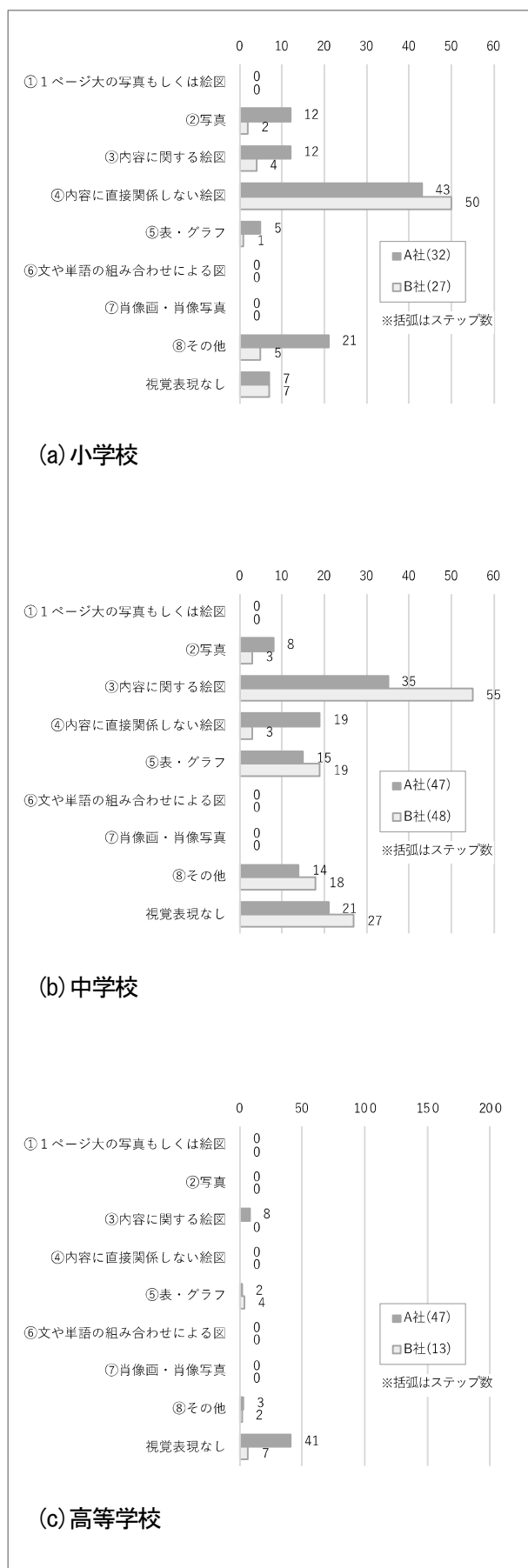


図 4.3.7 (vii) 考察・推論

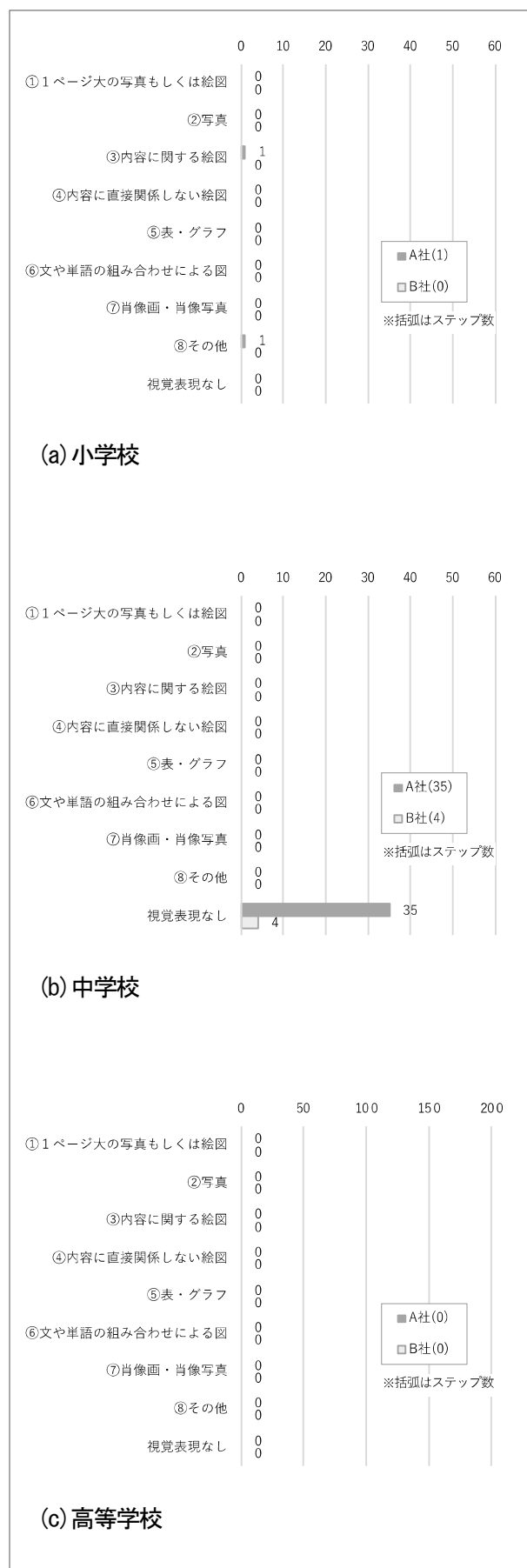


図 4.3.8 (viii) 表現・伝達

5. まとめ

パソコンとグラフィック系ソフトウェアが普及したに伴い、教科書における視覚表現の構造や形式が複雑化していた。そのため現代の理科教科書の視覚表現を適切に捉えることができる、表現形式の枠組みを再度検討する必要があることがわかった。

また、理科教科書出版社によって使用されている視覚表現の傾向に違いがあった。しかしながら、理科教科書の物理分野で使用される視覚表現は、科学に関する内容を表現したものと学習活動に関する内容を表現したものの二つに分けることができた。

科学に関する内容の視覚表現としては、事象を表すために写真やイラストレーション、データを整理するために表やグラフ、関係性を示すために模式図やフローチャートが使用されていた。これらは理解の支援や興味・関心を高めることが目的であると考えられる。

一方、学習活動に関する内容の視覚表現としては、学習過程のどのステップであるか把握できる「マーク」と、学習活動を促す場面で使用されていた吹き出し付きの児童、生徒などのイラストレーション、授業で使う教材のイラストレーションである。校種が低いほどこうしたイラストレーションが多く使用されていたことも、本論文で明らかになった。このような、学習過程を意識づけさせたり、授業の文脈を語りかけるような描写というのは、読み手に主体的・対話的に関わらせるための仕掛けであると考えられる。

原田(2005)は、理解のプロセスとコンテンツ表現を次のように表している。

「データ」を記述した表現は、オーディエンスの思考操作(データの組織化)を目的としたコンテンツとなる。オーディエンスはメッセージの解釈を自己の主体的な分析 analyzing によって行う。

「情報」を記述した表現は、メッセージの読み取りを目的としたコンテンツとなる。オーディエンスはメッセージの解釈を読解 reading によって行う。読み解くルールが定ま

れば解釈は一義的に絞られるが、読み解くルールが見つからないと多義的に受け止められることになる。

「知識」を記述した表現は、体験を目的としたコンテンツとなる。体験には時間的展開とインタラクションが含まれる。オーディエンスは物語 storytelling や会話 conversation によってコンテンツを体験し、解釈する。

(原田泰, 2004, p.24)

この考えに従うならば、本論文で調査対象とした理科教科書の物理分野は、メッセージの読み取りを目的とした「情報」コンテンツの要素だけでなく、読み手が理科教科書との対話を通して理科の学習を疑似体験し、解釈するといった、学習活動のための「知識」コンテンツでもあると考えられる。そのために、理科教科書の視覚表現には、コンテンツの魅力的で明確な伝達と、体験性の向上という2観点の役割があると考えられる。これらの2観点を本論文で再認識できたと言えよう。

注

- 1) 東京書籍「2 年度小学校 内容解説資料」 pp.4-5, 「令和 3 年度中学校内容解説資料別紙 授業の姿が見える 教科書の使い方」, 「令和 6 年度用高等学校理科 教科書のご案内 物理基礎/物理」 pp.6-7, 啓林館「2020 年度 小学校理科教科書のご案内」 pp.6-7 「令和 3 (2021) 年度用 中学校理科内容解説資料 A」 pp.6-7, 「高等学校理科—教科書シリーズ / ご案内 2024」 p.14 参照。

引用・参考文献

- 郡司賀透(2017): 理科教科書分析の現代的展開, 大高泉編「理科教育基礎論研究」, pp.68-80, 共同出版.
- 原田泰(2005): ダイナミックインフォメーショングラフィックス—動的な図解表現を用いた知識の視覚化—, 筑波大学, 博士論文.
- 原木万紀子(2022): 「大学生のためのビジュアルリテラシー入門」 勁草書房.
- 林裕貴・郡司賀透(2018): デジタル理科教科書における「技術」のイメージに関する基礎研

- 究,「日本科学教育学会研究会研究報告」, 32(10), pp.11-14.
- 啓林館:「2020年度 小学校理科教科書のご案内」, https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/sho/text_2020/science/file/science_pamphlet.pdf(閲覧日 2023/10/21).
- 啓林館:「高等学校理科—教科書シリーズ／ご案内—2024」, https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/kou/science2022/text/book/all/index.html#target/page_no=14(閲覧日 2023/10/21).
- 啓林館:「令和3(2021)年度用 中学校理科 内容解説資料 A」, https://shinko-keirin.net/keirinkan/chu/text_2021/science/file/science_pamphlet_all.pdf(閲覧日 2023/10/21).
- 公益財団法人教科書研究センター(2008):義務教育教科書に関する教師の意識及び保護者の要望についての調査結果報告書<最終報告>, https://textbook-rc.or.jp/report_final.pdf(閲覧日 2023/10/15).
- 小山雄佑・越桐國雄(2006):小学校理科教科書の図画像表現について,「大阪教育大学紀要.V,教科教育」, 55(1), pp.25-37.
- 文部科学省(2017):「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編」.
- 文部科学省(2017):「小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編」.
- 文部科学省(2018):「高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 理科編 理数編」.
- 額賀淑郎(2002):科学論における視覚表象論の役割—視覚知・視覚化の学説研究—,「年報科学・技術・社会」, 11, pp.95-98.
- 奥泉香(2018):「国語科教育に求められるヴィジュアル・リテラシーの探究」, ひつじ書房.
- Rapp, D. (2005): Mental Models: Theoretical issues for visualizations in science education., Gilbert, J. K (ed), Visualization in Science education. Springer, 43-60
- 東京書籍:「2年度小学校 内容解説資料」, https://ten.tokyo-shoseki.co.jp/text/shou_current/rika/data/rika_m_pamphlet.pdf(閲覧日 2023/10/21).
- 東京書籍:「令和3年度中学校内容解説資料 授業の流れが見える教科書の使い方」, https://ten.tokyo-shoseki.co.jp/text/chu/rika/documents/rika_kyokashonotsukaikata.pdf(閲覧日 2023/10/21).
- 東京書籍:「令和6年度用高等学校理科 教科書のご案内 物理基礎/物理」, <https://ten.tokyoshoseki.co.jp/text/hs/digi-book/A3720/html5.html#page=7>(閲覧日 2023/10/21).
- 内之倉真吾・北原深志・下古立浩(2018):小学生の理科学習における図的表現に対する認識の特徴—言語的表現に対する認識との比較に基づいて—,「理科教育学研究」, 59(2), pp.217-227.
- 右近修治(2023):物理教育における数式表現,「物理教育通信」, 190, pp.50-60.
- 和田一郎・森本信也(2010):子どもの科学概念構築における表象の変換過程の分析とその教授論的展開に関する研究:高等学校化学「化学反応と熱」の単元を事例に,「理科教育学研究」, 51(1), pp.117-127.

調査対象教科書

- 理科 301(2023)「新しい理科 3」東京書籍
- 理科 401(2023)「新しい理科 4」東京書籍
- 理科 501(2023)「新しい理科 5」東京書籍
- 理科 601(2023)「新しい理科 6」東京書籍
- 理科 701(2023)「新しい科学 1」東京書籍
- 理科 801(2023)「新しい科学 2」東京書籍
- 理科 901(2023)「新しい科学 3」東京書籍
- 物基 701(2023)「物理基礎」東京書籍
- 理科 306(2023)「わくわく理科 3」啓林館
- 理科 406(2020)「わくわく理科 4」啓林館
- 理科 506(2020)「わくわく理科 5」啓林館
- 理科 606(2020)「わくわく理科 6」啓林館
- 理科 705(2021)「未来へひろがるサイエンス 1」啓林館
- 理科 805(2021)「未来へひろがるサイエンス 2」啓林館
- 理科 905(2021)「未来へひろがるサイエンス 3」啓林館
- 物基 705(2021)「高等学校 物理基礎」啓林館

文章題学習によって獲得される暗黙的な読解ルール

－中学校第1学年「方程式」における文章題の構造分析を通して－

石川 雅章

広島大学大学院・教育学研究科

Implicit Reading Rules Acquired Through Word-Problem

－Through the analysis of the structure of sentences in the first grade of junior high school "Equations"－

ISHIKAWA Masaaki

Hiroshima University・Graduate of Education

本研究の目的は、数学教科書における文章題が現実世界の問題解決に必要な読解力の育成に寄与するものであるか否かを明らかにすることである。目的の達成に向けて、文章題学習における問題点を先行研究にもとづき整理した。先行研究において、文章題の学習によって獲得される、文章題に固有な読解ルールが現実世界の問題解決の円滑な遂行を阻害する可能性が指摘されていたことから、本稿では特にこの点に着目した。文章題に固有な読解ルールを捉えるために、言語学の視座から文章題の構造を捉える視点を提案し、中学校第1学年「方程式」の単元を対象に文章題の構造分析を実施した。その結果、教科書の文章題では問題状況を深く考慮せずとも解けてしまうタイプの問題(S problem)の数が多くことが明らかにされ、現行の文章題の取り扱い方では、方程式単元に固有な読解ルールとして「導かれる方程式の解は（自身の感覚に関わらず）無批判に受け入れる」が獲得されてしまう可能性を指摘した。

キーワード：文章題，P problem，S problem，真実度

1. はじめに

(1) 問題の背景と目的

我が国の未来社会の姿として Society5.0 の考え方が提唱されている。Society5.0 においては、これまで人間が行っていた情報処理を AI 等の技術によって代替することが可能となる。しかしながら、これは AI 等に人間が支配されることを含意しない。AI からのフィードバックに対して、その妥当性を検討したり、可能性を模索したりするなど、提案された情報を適切に解釈する作業は我々人間が行なっていかなければならず、人間だから

こそできる重要な作業である。学校教育においては、このような AI には代替できない能力の育成が各教科に要請されており、数学科も例外ではない(cf. 文部科学省, 2018)。

本稿では、人間ならではの能力として「読解力(reading comprehension)」^①に着目する。すなわち、問題場면을正確に読み解く能力である。新井(2018)は、自然言語処理の視点から AI に代替できない基礎的な読解力に着目し、読解力を測る調査として RST(Reading Skill Test)を開発した。氏は、日本全国の児童・生徒 2 万 5 千人を対象に RST を

実施した。その結果、問題の正答率について、当て推量で答えても当たる確率（ランダム率）と同等、もしくはそれ以下である児童・生徒の割合の高さを明らかにしている。また、その傾向が中学生に顕著であったことから、「中学生の半数は、中学校の教科書が読めていない状況」(ibid., p.215)と結論づけている。

他方、数学教育学研究においては、読解力と数学的問題解決力の高い相関や因果が明らかになっている(Plath & Leiss, 2018; Vilenius-Tuohimaa et al., 2008)。これを踏まえると、児童・生徒の読解力が欠如している現状は数学教育の視点からも放置できない。数学教育においては、学習指導要領改訂の影響も受けながら、単純な計算問題以外に現実世界の問題場面を積極的に教科書に組み込むように変化してきており、問題状況を想像し数学的に表現し直す活動等、読解力を育成しようとする試みは少なからず想定されてきたように考えられる。それに関わらず、新井(2018)が指摘するように、我が国の中学生は読解力に課題を抱えたままである。

以上の点に鑑みると、教科書を用いた学習が、読解力の育成に寄与していない可能性を指摘できる。実際、教科書の文章題を解く活動が、かえって現実世界で必要な読解力の育成を抑圧している可能性も指摘されている(e.g., Greer, 1993 ; Verschaffel et al., 1994 ; Xin, 2009)。しかしながら、これらの先行研究は日本の数学教科書で扱われる文章題を対象に実施されたものではないため、日本の教科書が先行研究で指摘されるような問題を同じように抱えているとは限らない。そこで、本稿では、数学教科書における文章題が現実世界の問題解決に必要な読解力の育成に寄与するものであるか否かを明らかにすることを目的とする。なお、本稿では文章題に焦点を当てていることから、「読解力」は「文章題の問題文が示す状況を正確に読み解く力」と定義する。

(2) 研究の方法

まず、数学教育学研究における文章題の取り扱いについて、「文章題を扱う目的」や「文章題の構造」の視点から整理し、従来の文章題学習が抱える問題点を指摘する(第2章)。次に、文章題の構

造を分析するために言語学の視点を導入し、文章題の構造を捉える視点を整理する。そして、その視点から中学校数学科の教科書における文章題を分析し、我が国における文章題の特徴を考察する。また、導かれた特徴が読解力の育成に寄与するものであるか否かを考察する。なお、分析は中学校第1学年「方程式」の単元に焦点化して行う(第3章)。最後に、本稿のまとめと残された課題を述べる(第4章)。

2. 数学教育学研究における文章題の位置付け

(1) 文章題を扱う目的

文章題は、「学業の場で提供される問題状況の言語的記述」(Verschaffel et al., 2020, p.1)と定義され、数式の処理能力のみが問われるような単純な計算問題と区別し、現実世界の問題解決に数学を活用するタイプの問題とされる。文章題を現行のカリキュラムに組み込んでいる目的のひとつは、「既習の数学的概念を、具体的な現実の問題解決場面で用いる練習の場を提供すること」(cf. Verschaffel et al., 2020)である。すなわち、文章題では“現実世界の問題解決場面”のために“数学の理論”を用いる能力の育成を目指している(石川, 2021)。

「この方程式を解きなさい」といったタイプの問題では、方程式の意味が分からずとも方程式を解くプロセスを理解していれば問題が解決できる一方で、方程式の文章題では、方程式を処理するより前に、問題文中に描かれる現実世界の問題状況を正しく読解することが求められる。学習者が文章題に描かれる状況を数学的に定式化するまでに問題解決全体の約4割の時間が費やされることがわかっていることから(cf. Verschaffel et al., 2020)、「読む」という行為は学習者にとっても容易でないことがわかる。問題文から数量関係を適切に読み取れなければ方程式として定式化することは困難であるし、問題状況を問題文から適切に読解できねば、導かれた数学的結果が元の現実場面に対して妥当なものといえるのか評価することが難しい。これらの行為はそれぞれ、問題の「定式化」や「解の吟味」と呼ばれる。そして、先行研究においては、「定式化」の困難性(Niss, 2018)や「解の吟味」の困難性(Blum & Borromeo Ferri,

2009; 石橋・上ヶ谷, 2019)が指摘されている。

このように、文章題の学習において生じる困難性の原因のひとつは、提示される問題状況を適切に読解できないことにありと考えられる。その意味で、新井(2018)が指摘する「読解力の欠如」が原因となって、教科書の文章題が現実世界の問題解決場面を数学的に解決する練習の場としての機能を十分に果たしていない可能性が指摘できる。

(2) 文章題の構造

先述の通り、問題状況を正確に理解する読解力は文章題学習において「定式化」と「解の吟味」の2つの側面と強く関わっている。一方で、そもそも文章題の構造自体が現実世界で生じうる問題場面の構造と異なるため、そこで培われる読解力が現実世界の問題解決場面に必要な読解力とは異なることも指摘されている(Roth, 2009 ; Kaiser, 2017 ; Leiss et al., 2010)。

例えば、文章題においては、一定の速度で歩く兄弟や空気抵抗が考慮されないボールの軌道が、問題解決に必要な情報として提示されることがある。当然ながら、日常生活において一定の速度を保ちながら歩くことやボールが空気抵抗を受けないことは想定しづらい。しかしながら、問題文中で提示される情報自体を疑うことは問題解決に必要な根拠を失うことに等しいため(石橋・上ヶ谷, 2019), 学習者は歩く速度が一定である点や空気抵抗が考慮されないことを暗黙的に認めることを要請される。すなわち、文章題に取り組む上では、「文章題中に登場する数値は無批判に使用する」という読解ルールが課されることになる。

こうした制約を課すのは、問題解決に際し、比例や方程式といった既習の数学的概念が適用できることを学習者に気づかせやすくするためでもある。文章題では“数学の理論”を適用しやすくするために“制約を受けた現実世界の問題解決場面”が設定されているのである。このような構造的特性を有する文章題は「着飾った文章題(dressed up word problem)」(Krawitz & Schukajlow, 2017)と呼ばれ、実際に生じうる現実世界の問題解決場面とは質的に異なるものとされる。Roth(2009)は、「数学教育者は、教科書に映し出された世界を理解する上で、学校外で生活している世界がリソースに

なると考えるよりも、数学教科書の物語の根底にある特別な法則や物語機能について考えた方が良好だろう」(p.67)と述べ、文章題の内容を読解する上では教科書独自の読解ルールを認めることが必要である点を指摘する。

以上の指摘は、学習者の読解力の欠如によって文章題が解けないわけではなく、文章題では現実世界の問題解決場面における読解ルールとは異なる文章題に固有な読解ルールが存在し、その独特のルールに適応できていないが故に文章題が解けない可能性を示唆している。仮にそうであるならば、文章題に固有な読解ルールに慣れ親しむことは、かえって現実世界の問題解決場面に数学を用いることに際して偏った視点を与えることになる。すなわち、文章題学習は現実世界の問題解決に必要な読解力の育成に寄与していないということになる。

(3) 文章題の目的と構造のジレンマ

先述の Roth(2009)の主張で留意すべきなのは、主張の主語「数学教育者」である。数学的概念が適用しやすくなるように文章題の独自の読解ルール(人が一定の速度で歩ける等)を事前に設定しているのは教育的配慮であるため、教育者の側が把握しておくべき内容であって本来的には学習者がその暗黙のルールに同意する必要性はない。しかしながら、問題解決の根拠を失わないためには、学習者もまた文章題に存在する暗黙的な読解ルールを認めざるを得ない。ここに、文章題が抱える問題点が見出せる。本来、“現実世界の問題解決場面”を“数学の理論”で解決する能力の育成のために文章題を設定しているにも関わらず、その構造的特性として“数学の理論”を適用しやすい、制約を課した“現実世界の問題場面”を扱っており、「文章題の目的」と「文章題構造」の間で“現実”と“数学”の関係が逆転している。

この“文章題の目的と構造のジレンマ(表1)”と呼ぶべき状態においては、学習者が文章題の学習をすればするほど「文章題中に登場する数値は無批判に使用する」のような文章題特有の読解ルールに慣れ親しんでしまうが故に、現実世界の問題解決場面に遭遇した際にもそのルールを適用してしまう危険性を孕んでいる。

表 1 文章題の目的と構造のジレンマ

	対象	方法
文章題の目的	現実世界の問題	数学の理論
文章題の構造	数学の理論	現実世界の問題

この点について、Greer(1993)とVerschaffel et al.(1994)の知見にもとづきながら、事例的に検証しよう。Greer(1993)とVerschaffel et al.(1994)の両論文では、文章題を「与えられた数字の算術操作の適用で解ける問題（以降、S problem）」と「現実的な知識を付与する必要のある問題（以降、P problem）」に分類した上で、S problem と P problem のペア（文脈的には似たような現実場面だが解決方略に差が生じるペア）を作成した。例えば、以下のようなペアである。

【 S problem 】

スティーブは、2m の板を 5 枚購入した。この板から 1m の板を何枚切り出すことができるか？

【 P problem 】

スティーブは、2.5m の板を 4 枚購入した。この板から 1m の板を何枚切り出すことができるか？

S problem では、2m の板から 1m の板がちょうど 2 枚切り出せるので、 $2 \times 5 = 10$ だから、板を 10 枚切り出すことができると比較的容易に判断可能である。一方で、P problem では、元の板が 2.5m であるため、 $2.5 \times 4 = 10$ から 10 枚切り出せると判断すると間違いとなる。

Verschaffel et al.(1994)によれば、上記 P problem には約 13%（75 名中 10 名）の生徒が「現実的な反応（答えが小数はおかしい、8 枚しか切り出せない等）」を示し、問題に正答している。一方、約 73%（75 名中 55 名）は、問題状況を正確に理解せず、 2.5×4 を用いて解答している。残り約 10%（75 名中 10 名）は、白紙や立式の根拠が読み取れない解答であった。

S problem は、文中の数字を無批判に捉えても問題に正解できるが、P problem はそうではない。どちらのタイプの問題も「文章題中に登場する数値は無批判に使用する^②」という読解ルールが要請される点は同じものの、現実世界の問題解決に数学を用いる際には、データやそれを用いて導いた

解について常に批判的に振る舞う必要があるから、この点においては、S problem よりも P problem を用いた学習の方が現実世界に活用可能な読解力が育まれやすいように思われる。仮に S problem のみを学習に用いた場合、学習者はそもそも「解の吟味」の必要性すら感じることができない。

「解の吟味」をしないという状態は自ら導いた解を無批判に許容する態度である。これは問題文中の情報を無批判に許容する態度とは許容する情報が異なっていることから、別の読解ルールであるように思われる。「解の吟味」という行為は文章題であつても行う必要があることが教科書上にも明記されている。それにも関わらず、導かれた解を無批判に許容するルールが形成される原因について本稿では考察を加える。

（４）文章題の真正性

文章題解決にあたって現実世界の状況を適切にイメージできない学習者の存在の多さは、長年指摘され続けてきた。その改善に向けて、文章題の「真正性(Authenticity)」を担保する必要性が叫ばれてきたが、数学教育学研究において「真正性(Authenticity)」という用語は多義的に用いられてきた点に注意が必要である(Weiss et al., 2009 ; 上ヶ谷, 2017)。

Weiss et al.(2009)によれば、数学教育において議論される「真正性」の意味には以下の 4 タイプが存在する。

- ① 現実世界の文脈にどの程度根ざしているか
- ② 学問の構造や内容をどの程度反映しているか
- ③ 数学者の実践をどの程度反映しているか
- ④ 学習者がどの程度数学を生み出しているか

Weiss et al.(2009)が「“真正な数学”の 4 つの考え(notions)は網羅的なリストを意図していない」(p.278)と述べている点に留意は必要なものの、上記①～④によって先行研究における真正性の捉えは概ね整理できる。

例えば、Palm(2008)は、真正性を、「タスクに記述される学校外の状況との関連で使用される用語」(p.40)と解釈しており、①の視点から真正性を捉えている。Palm(2008)では、既存の文章題をより真正な文章題に修正することで、文章題に対して現実的な知識を付与する学習者が増加することが

指摘されている。一方で、真正ではない文章題においては、学習者が「受動的な部外者 (passive outsider)」（ibid., p.56）としての役割を要請されるがゆえに、普段の自分自身の生活と結びつけながら文章題を解釈しないことが指摘されている。我が国の先行研究に目を向けてみると、清野(2005)や平林(2016)等もまた①の視点から真正性を捉えていることがわかる。文章題が現実世界の問題を扱うことを前提としている以上、①に着目されることはある種当然ともいえるだろう。

本章で整理してきた内容にもとづけば、「Sproblem」や「真正性の欠如した文章題」を解き続けることで現実世界の問題解決に寄与しない文章題に固有な読解ルールを学習者に植え付ける可能性を指摘できる。本稿では、数学教科書における文章題が現実世界の問題解決に必要な読解力の育成に寄与するものであるか否かを明らかにすることを目的としているから、我が国の教科書を用いた学習で形成される読解ルールを顕在化した上で、それが現実世界の問題解決に必要なルールといえるのかを分析する必要がある。

3. 数学教科書の文章題を解き続けることによって形成される暗黙的な読解ルールの解明

日本の教科書に掲載されている文章題を解き続けた場合、どのような読解ルールが形成されていくのだろうか。これを明らかにするために、第1の視点としてPproblemかSproblemかに着目して教科書分析を行う。また、第2の視点としてSproblemの問題を解くことにより身に付く読解ルールを分析する。そのためには、「文章を読解する」という行為そのものについての規則を整理する必要があるため、本章では、教科書分析に向けた理論的視点を整理する。

(1) 文の意味の認識過程

本節では、文章題の読解過程を捉えるために言語学に着目する。

本稿では、町田(2011)を参考にして、文の意味、すなわち文の表示する事態³⁾を認識する段階を、「文を構成する要素が意味するものを認識する段階」、「文の成立時区間や閉鎖性、真実度を決定する段階」、「文章間の意味を調整する段階」の3段階

に分類して捉えていく。

第1段階である「文を構成する要素が意味するものを認識する段階」を例示する。例えば、「私は今日数学をする」という文であれば、「私」や「数学」といった事態の構成要素が何を示すのかについて認識する行為がこの段階である。

第2段階では、第1段階で特定された要素を視点とし、文の「成立時区間」、「閉鎖性」、「真実度」の3つが決定される。3つの用語が意味することは以下の通りである。

【 成立時区間 】

事態が成立している時制のこと。過去、現在、未来からなる。過去とはすなわち、認識された現在において既に成立したものとされる全ての事態が成立した時区間の総体であり、未来とはすなわち、現在においては未成立ではあるが、成立する可能性がある想定される全ての事態が成立する時区間の総体である(町田,2011)。町田(2011)の分類によれば、過去と未来は長さをもつ時区間であるのに対し、現在は長さをもたない時区間である。

【 閉鎖性 】

事態の成立区間のことである。読解者は文を読んで開区間か閉区間かを判断することになる。例えば、「彼は走っている」という文について、彼が走っているという事態はこの一文では完結していない。つまり、未来のどの段階で事態が終了するのか(走り終わるのはどの地点なのか、あと何分走するのか等)が判断できず、この文は事態の部分(開区間)を表現していると判断される。

一方で、「彼は朝6時に起きた」という文においては、この一文で事態が完結している。つまり、この文が示す事態は、過去のある区間で既に完結しており、事態の全体(閉区間)を表現している。

【 真実度 】

真実度⁴⁾とは、事態が成立する可能性のことである。例えば、我々が生きる世界では、「猫は動物である」は過去であろうと未来であろうと必然的に真である。一方で、「私は今日数学をする」は、必然的にそれが生じるとはいえないが、それが真となる状況を想定することは可能である。

以上のように、第2段階である「文の成立時区間や閉鎖性、真実度を決定する段階」は、文の構造を読解する段階と解釈でき、文の構造を捉える視点は表2のようにまとめられる。

表2 文の構造を捉える視点

	構造		
	過去	現在	未来
成立時区間			
閉鎖性	部分		全体
真実度	可能		必然

最後に第3段階である「文章間の意味を調整する段階」では、それまでの2つの段階を踏まえ、文章間の意味が調整される。連なる文について、それぞれの構造を整理していくと、文章同士の成立時区間・閉鎖性・真実度が異なることがある。そうした場合に、成立時区間・閉鎖性・真実度を視点として、文章間の整合性を調整しながら、我々は文章全体の意味を認識していくのである。

(2) 教科書分析

① 分析対象

本稿では、中学校の数学教科書を分析対象とする。現在、中学校数学科の教科書を発行する会社は7社ある。中学校数学科には4領域「数と式」、「図形」、「関数」、「資料の活用」が設定されているが、各領域の特性上、文章題が設定しやすい領域とそうでない領域が存在する。そこで、今回は「数と式」領域に分析対象を焦点化する。また、「数と式」領域中においても、「正の数・負の数」のように、基礎的な概念であるが故にそれ単体では現実世界の問題解決ツールとしては十分に機能しないと想定される単元も存在するため、今回は中学校第1学年「方程式」の単元に視点を絞って分析することとした。「方程式」の単元では、「買い物」や「忘れ物を届ける場面」、「品物の過不足」等、他領域に比べて多様な文脈が扱われていることから選定した。なお、中学校第1学年で学習される方程式は一元一次方程式に限定される。本稿はPproblemとSproblemを網羅的に分析することだけでなく、Sproblemを解くことにより身に付く文章題の読解ルールを解明することを目指している。

② P problem・S problemの視点からの分析

表3は、7社の発行する中学校第1学年の教科書に位置付く「方程式」の単元において、PproblemとSproblemの問題数をカウントしたものである。

表3 方程式単元における文章題の分類

	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社
P	1	1	1	4	1	1	3
S	16	15	22	12	15	24	15
計	17	16	23	16	16	25	18

※ 単元の扉絵やコラムはカウントしていない

※ 例題や章末問題もカウントしている

※ (1)で立式し、(2)でそれを解くような問題は1セットとしてカウントしている

※ 文章題中に示される情報だけでは問題解決できないタイプの問題はカウントしていない

表3から分かる通り、全社共通してPproblemの数がSproblemの問題数と比べて少ない。7社が共通して扱っているPproblemは「速さ・時間・距離」に関する文章題である。具体的には、兄弟の忘れ物を無事に届けることができるのかを問う問題である。7社中5社はPproblemが1つしか確認されていないが、それ以外の2社では、「AさんとBさんの年齢の関係を問う問題」や「災害備蓄品として寄付されたランタンの配分を考える問題」をPproblemとして採用している。

一方で、Sproblemの取り扱いについては、「購入した品物の代金を求める問題」や「分配した栗の個数の過不足からもとの栗の個数を求める問題」が扱われている。Sproblemの数は15~24と比較的多くなっているものの、扱っている場面が違うのみで基本的には「代金を求める問題」と「過不足の問題」に分類できる。“基本的には”としたのは、Sproblemにおいても、「AさんとBさんの年齢の関係を問う問題」が扱われることがあったためである。

分析の結果、Sproblemの比率の多さによって、我が国の教科書を通じて形成される文章題に固有の読解ルールは、Sproblemの影響を大きく受けることが想定される。この固有のルールの様相を捉えるために、本章1節で整理した文の構造を捉える視点(表2)を用いて、文章題についてより詳細に分析する。

③ 文の意味の認識過程の視点からの分析

第2章3節で述べたように、S problemは導かれる解をそのまま文章題の答えにできる問題である。還言すれば、「解の吟味をしてもしなくても正解できる問題」ということになる。逆に、「解の吟味をしなければ正解できない問題」がP problemであるため、両タイプの問題の構造を対比的に論じることで、「S problemに固有な読解ルール」や「解の吟味が必要な問題の条件」が顕在化される。

方程式の単元で扱われるP problemの代表例は「速さ・時間・距離」の問題である。S problemでは、「代金を求める問題」と「過不足の問題」の問題がメインであったため、それぞれ1例を選定し、文章の構造を対比的に論じる。

2000円で、ケーキ4個と150円のジュースを1本買うと、おつりが450円でした。ケーキ1個の値段はいくらですか。

図1 代金の問題例（岡本他，2020，p.102）

「代金を求める問題」の意味の認識過程を整理する。「文を構成する要素が意味するものを認識する段階」において、問題文中に登場する要素（ケーキ、ジュース、おつり等）が読解される。次に、「文の成立時区間や閉鎖性、真実度を決定する段階」において、各文の成立時区間、閉鎖性、真実度が判別される。1文目は、成立時区間が「過去」、閉鎖性が「全体」、真実度は「必然」である。2文目は、成立時区間が「過去」で、閉鎖性が「全体」、真実度は「必然」である。最後に、「文章間の意味を調整する段階」において、文章題全体としての成立時区間・閉鎖性・真実度が整理される。本問題では3つの視点全てが1文目と2文目で共通なので、問題文全体の構造は表4のようになる。

表4 代金の問題構造

	構造
成立時区間	過去
閉鎖性	全体
真実度	必然

何人かの生徒で、あめを同じ数ずつ分けます。5個ずつ分けると12個余り、7個ずつ分けると4個たりません。生徒の人数は何人ですか。

図2 過不足の問題例（岡本他，2020，p.103）

「過不足の問題」の意味の認識過程を分析する。「文を構成する要素が意味するものを認識する段階」において、問題文中に登場する要素（生徒、あめ、同じ数ずつ分ける等）が読解される。次に、「文の成立時区間や閉鎖性、真実度を決定する段階」において、各文の成立時区間、閉鎖性、真実度が判別される。1文目は、成立時区間が「現在」または「未来」、閉鎖性が「全体」、真実度は「必然」である。2文目は、成立時区間が「現在」、閉鎖性が「全体」、真実度は「必然」である。3文目は、成立時区間が「現在」、閉鎖性が「全体」、真実度は「必然」である。最後に、「文章間の意味を調整する段階」において、文章題全体としての成立時区間・閉鎖性・真実度が整理される。本問題では、成立時区間について文の間で差があるが、1文目では「現在」か「未来」かが判別できない状態だったものが、2文目の実際に配布したという行為の明示によって、1文目の内容が「現在」の話として再解釈されることになる。すると、1～3文目の視点が統一的に解釈されるので、問題文全体の構造は表5のようになる。

表5 過不足の問題構造

	構造
成立時区間	現在
閉鎖性	全体
真実度	必然

弟が、2km離れた駅に向かって家を出発しました。雨が降りそうだったので、弟が家を出発してから20分後に、兄がかさを持って、同じ道を追いかけてきました。弟は分速80m、兄は分速280mで進むとすると、兄は弟に追いつくことができますか。

図3 速さ・時間・距離の問題
（岡本他（2020）をもとに一部改変）

「速さ・時間・距離の問題」の意味の認識過程を分析する。なお、図3の問題は、教科書上では小問として扱われていたため、構造に変化がない範囲で問題を一部改変している。

「文を構成する要素が意味するものを認識する段階」において、問題文中に登場する要素（兄、弟、駅、追いかける等）が読解される。次に、「文

の成立時区間や閉鎖性、真実度を決定する段階」において、各文の成立時区間、閉鎖性、真実度が判別される。1 文目は、成立時区間が「過去」、閉鎖性が「全体」、真実度は「必然」である。2 文目は、成立時区間が「過去」、閉鎖性が「部分」、真実度は「必然」である。3 文目は、成立時区間が「未来」、閉鎖性が「部分」、真実度は「可能」である。最後に、「文章間の意味を調整する段階」において、文章題全体としての成立時区間・閉鎖性・真実度が整理される。本問題では、3 文目のみ構造が異なっている。3 文目で問われている「追いつくか否か」が確定していないので、学習者はこれを判断する必要がある。したがって、文章題全体としては「未来」を問うており、閉鎖性は「部分」、真実度は「可能」となる。以上を整理すると、本問題の構造は表 6 のようになる。

表 6 速さ・時間・距離の問題構造

	構造
成立時区間	未来
閉鎖性	部分
真実度	可能

④ 分析結果の考察

本稿では、P problem と S problem の視点から中学校第 1 学年の方程式の単元における文章題を分類整理した。また、文章題の意味の認識過程を参考に、教科書における P problem と S problem の典型例について構造的特徴を明らかにした。以下では、その結果に考察を加える。

まず、表 3 の通り、我が国の文章題の取り扱いにも S problem 偏重の傾向が窺える。文章題の意味の認識過程の分析結果を加味すれば、S problem の割合が高いほど、真実度が「必然」な問題を解く機会が増えることになる。図 1 や図 2 の問題を例にすれば、真実度が「必然」である以上、事態の成立は確定していることになる。すなわち、買物は実際に行われているし、あめは実際に配布されていると学習者は認識せねばならない。中学校第 1 学年で学習される一元一次方程式では、解は必ず 1 つの実数値を示す。学習者の側から見れば、事態の成立が必然で、方程式の解が 1 つしかないならば、その解を無批判に受け入れざるを得な

いことになる。

例えば、図 1 の問題において、立式した方程式の解がどのような数値だとしても、それをケーキの値段として無批判に受け入れなければならない。なぜなら、1 つしかない解を批判することは、そもそも問題の条件を満たすようなケーキが存在しないことを主張するに等しいためである。これは、事態が成立しているという事実と矛盾する。

同様に、図 2 の問題について、真実度が「必然」である以上は導かれた解を無批判に受け入れざるを得ない。極端な例を挙げれば、計算の結果、仮に生徒の数が 1 万人であったとしても、問題文中に描かれる事態は成立したものと受け入れざるを得ない。我々の感覚からすると、生徒の数が 1 万人というのはあまりにも現実的ではないように思われるが、S problem の構造上、こうした素朴な感覚が付け入る隙はないのである。

他方、P problem においては、真実度が「可能」となっている。図 3 の問題でいえば、「兄が弟を追いかける」という事態について、追いつくか否かは学習者自らが判断せねばならない。これは、仮に「兄は弟に追いつくことができましたか？（過去）」と問われていたとしても変わらない。この場面では、方程式の解が 1 つだけだとしても、その解が「追いつく」ことを示しているのか「追いつかない」ことを指しているのかを判断する必要がある。この考察を踏まえると、解を吟味する必要性が生じる文章題とは真実度が「可能」な文章題ということになる。ただし、本稿でも取り上げた以下の例は P problem でありながら真実度が「可能」ではない。

スティーブは、2.5m の板を 4 枚購入した。この板から 1m の板を何枚切り出すことができるか？

この問題では、板を切り出されることが「必然」にも関わらず、 $2.5 \times 4 = 10$ 、 $10 \div 1 = 10$ より 10 枚と答えると間違いになる。この問題では、そもそも $2.5 \times 4 = 10$ を持ち出したことが問題であって、解の吟味の必要性の有無に還元できないことに注意が必要である。もちろん、解の吟味の段階で 10 枚とすることができない点に気づくことも重要だが、それは学習者の解法選択や読解ミスに起因する問題であって、文章題の構造的の問題ではない。

ただし、この問題はそもそも方程式の問題ではないため、方程式単元にフォーカスした本稿での分析の結果と比較することができない可能性もある。今後のさらなる分析で模索していく必要性がある。

なお、S problem の例としてあげた図 1、図 2 の問題の構造を示した表 4、表 5 を対比すればわかるように、成立時区間によって S problem か否かが振り分けられるわけではない。同様に、閉鎖性についても、「部分」か「全体」という視点は、S problem か P problem かの判別基準にはなり得ない。例えば、以下の問題がその一例である。図 4 の問題は、閉鎖性が「全体」にも関わらず P problem に振り分けられる問題である。

現在 Aさんは13歳、Bさんは43歳です。Bさんの年齢がAさんの年齢の4倍になるのはいつか調べましょう。

図 4 年齢の問題

⑤方程式の単元で形成される読解ルール

前項の考察によって、現行の数学教科書における方程式単元について、S problem と P problem の大きな構造差は真実度にあることが示された。この事実から、S problem を通した文章題学習において、次のような読解ルールが形成されると考える。

- ・導かれる方程式の解は（自身の感覚に関わらず）無批判に受け入れる。

また、S problem、P problem に共通して、問題文の情報を疑うことはしないため、方程式単元においても、石橋・上ヶ谷(2019)が指摘する以下の読解ルールが形成されると考える。

- ・文章題中に登場する数値は無批判に使用する。

こうした読解ルールが暗黙的に学習者の習慣となった場合、現実世界の問題解決場面においてもそのルールを援用してしまうことが想定される。しかしながら、問題状況を批判的に捉えていく必要のある場面においては、上記 2 つのルールを援用することが望ましくない。したがって、方程式単元で形成される読解ルールは、現実世界の問題解決の遂行に寄与しない可能性が高い。

4. おわりに

本稿の目的は、数学教科書における文章題が現実世界の問題解決に必要な読解力の育成に寄与しているものであるか否かを明らかにすることであった。

目的の達成に向けて、中学校第 1 学年の教科書における方程式の単元に焦点を当てて教科書分析を行なった。その結果、S problem の割合の高さが明らかになるとともに、教科書で扱われる S problem を解くことによって学習者に形成される暗黙的な読解ルールを示した。

本稿での主張は、学習者の実態に目を向けた結果導かれるものというよりも、文章題が持つ文の構造に着目した結果導かれるものである点に留意が必要である。また、本稿での分析は、中学校第 1 学年の方程式単元という限られた領域・単元を分析した結果導かれたものである。したがって、今後の課題として、学習者はどの程度暗黙の読解ルールが定着しているのかを調査したり、他学年・他領域の内容に対しても分析の対象を広げたりすることが挙げられる。

謝辞

本研究の一部は、令和 4 年度教科書研究センター大学院生の教科書研究論文助成金の支援を受けて実施された。

注

- (1) 本研究において「読解力」は「reading comprehension」に対応する。「reading competency」という表現を用いる研究もあるが、「reading comprehension」は「現実の状況理解に必要なサブコンピテンシー」(Plath & Leiss, 2018)と定義されていることから、本研究では「reading competency」のサブコンピテンシーとして「reading comprehension」を解釈している。
- (2) 「板は 2.5m ではないのではないか？」と疑う行為が相当する。「2.5m の板からは 1m の板が 2 枚しか切り出せない」と解釈は、2.5m という数値自体を疑っているのではなく、2.5m という数値を信じた上で導かれるものである点に留意されたい。

- (3) 「言語によって発信者から受信者へと伝達されるものが意味であるとするならば、意味とはすなわち事態である」(町田,2011,p.21)。例えば、「ネコが皿を舐める」という文を見たときに、認識の主体が頭の中にその状況をイメージし、構築される状況(事態)がその文の与える意味となる。
- (4) 「真実度」の概念をより詳細に理解するためには「可能世界意味論」が参考になる。三浦(2017)を参照のこと。

引用・参考文献

- 新井紀子 (2018).『AI vs. 教科書が読めない子どもたち』. 東洋経済新報社.
- 平林真伊 (2016).「数学的モデル化の発達過程からみた算数科文章題の特質:余りのあるわり算に関する調査を通して」. 日本科学教育学会『科学教育研究』, 40 (2), 144-154.
- 藤井斉亮 他 95 名 (2019).『新しい数学』. 東京書籍.
- 池田敏和 他 47 名.『中学校数学 1』. 学校図書.
- 石橋一昂, 上ヶ谷友佑 (2019).「数学的モデル化の観点から見た学習者の解の吟味を支援する教材の条件:方程式の文章題を中学 2 年生が解決する過程の分析を通じて」. 日本科学教育学会『科学教育研究』, 43 (4), 333-344.
- 石川雅章 (2021).「数学学習における「読解力」に関する一考察:文章題解決に求められる読みのタイプに着目して」. 日本教科教育学会『第 47 回全国大会論文集』, 105-106.
- 町田健 (2011).『言語構造基礎論 文の意味と構造』. 勁草書房.
- 三浦俊彦 (2017).『改訂版 可能世界の哲学:「存在」と「自己」を考える』. 二見文庫.
- 文部科学省 (2018).『中学校学習指導要領解説数学編』. 日本文教出版.
- 岡部恒治 他 41 名 (2019).『これからの数学 1』. 数研出版.
- 岡本和夫 他 132 名 (2019).『未来へひろがる数学 1』. 啓林館.
- 坂井裕 他 31 名 (2019).『中学数学 1』. 教育出版.
- 清野辰彦 (2005).「「仮定の意識化」を重視した数学的モデル化の授業の展開」. 日本数学教育学会『数学教育論文発表会論文集』, 38, 199-204.
- 重松敬一 他 40 名 (2019).『中学数学 1』. 日本文教出版.
- 上ヶ谷友佑 (2017).『真正な数学的活動を実現するための哲学に関する研究』, 未刊行, 学位論文, 広島大学.
- 相馬一彦 他 25 名 (2019).『数学の世界 1』. 大日本図書.
- Blum, Borromeo Ferri (2009): Mathematical Modeling: Can It Be Taught And Learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1 (1), 45- 58.
- Greer, B. (1993). The mathematical modeling perspective on world problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 12, 239-250.
- Kaiser, G. (2017). The teaching and learning of mathematical modeling. In J. Cai (Ed.), *Compendium for research in mathematics education* (pp. 267-291). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Krawitz, J., & Schukajlow, S. (2017). Do students value modelling problems, and are they confident they can solve such problems? Value and self-efficacy for modelling, word, and intra-mathematical problems. *ZDM - Mathematics Education*, 50 (1-2), 143-157. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0893-1>
- Leiss, D., Schukajlow, S., Blum, W., Messner, R., & Pekrun, R. (2010). The Role of the Situation Model in Mathematical Modelling—Task Analyses, Student Competencies, and Teacher Interventions. *Journal Fur Mathematik-Didaktik*, 31 (1), 119-141. <https://doi.org/10.1007/s13138-010-0006-y>
- Niss, M. (2018). ADVANCES IN RESEARCH AND DEVELOPMENT CONCERNING MATHEMATICAL MODELLING IN MATHEMATICS. May, 26-36.
- Palm, T. (2008). Impact of authenticity on sense making in word problem solving. *Educational Studies*

- in Mathematics, 67 (1), 37–58.
<https://doi.org/10.1007/s10649-007-9083-3>
- Plath, J., & Leiss, D. (2018). The impact of linguistic complexity on the solution of mathematical modelling tasks. *ZDM - Mathematics Education*, 50 (1–2), 159–171. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0897-x>
- Roth, W. M. (2009). ON THE PROBLEMATIC OF WORD PROBLEMS – LANGUAGE AND THE WORLD WE INHABIT. In Verschaffel, L., Greer, B., Van Dooren, W., & Mukhopadhyay, S. (Eds.). (2009). *Words and worlds: Modelling verbal descriptions of situations*. Rotterdam: Sense Publications.
- Verschaffel, L., De Corte, E., & Lasure, S. (1994). Realistic considerations in mathematical modeling of school arithmetic word problems. *Learning and Instruction*, 4 (4), 273–294.
[https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90002-7](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90002-7)
- Verschaffel, L., Schukajlow, S., Star, J., & Van Dooren, W. (2020). Word problems in mathematics education: a survey. *ZDM - Mathematics Education*, 52 (1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01130-4>
- Vilenius-Tuohimaa, P. M., Aunola, K., & Nurmi, J. E. (2008). The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology*, 28 (4), 409–426.
<https://doi.org/10.1080/01443410701708228>
- Weiss, M., Herbst, P., & Chen, C. (2009). Teachers’ perspectives on “authentic mathematics” and the two-column proof form. *Educational Studies in Mathematics*, 70 (3), 275–293.
<https://doi.org/10.1007/s10649-008-9144-2>
- Xin, Z. (2009). REALISTIC PROBLEM SOLVING IN CHINA : Students’ Performance, Interventions, and Learning Settings. In Verschaffel, L., Greer, B., Van Dooren, W., & Mukhopadhyay, S. (Eds.). (2009). *Words and worlds: Modelling verbal descriptions of situations*. Rotterdam: Sense Publications.

イギリスの科学教科書における観察・実験のあり方

ーデジタル教科書に向けてー

野村 優成

広島大学大学院 人間社会科学研究科

How is Practical Work described in Textbooks in England?

ーLessons to create Digital Textbooks in Japanー

NOMURA Yusei

Graduate School of Humanities and Social Sciences, Doctor Program, Hiroshima University

理科における観察・実験などは、他教科と比べて時に特徴的な学習活動であるが、観察・実験などのプロセスを経験することを強調するあまり、学習活動の目的意識が欠如している恐れがある。さらに今後、新しくデジタル教科書やデジタル教材の開発と普及が進めばそれらを活用し、観察・実験などの指導を充実させていくことが求められている。このことを勘案すると、観察・実験などのあり方やデジタル教科書及びデジタル教材を用いた観察・実験などの指導及び学習について再考する必要がある。そこで、伝統的にイギリスで重視される **practical work**（日本の観察・実験などを含む科学的探究活動に相応）に対する考え方やイギリスの科学教科書における **practical work** の指導を例に、わが国の教科書及びデジタル教科書における観察・実験などの内容や指導を検討する際の示唆を求めることにした。分析の結果、イギリスの科学教科書における **practical work** の指導に関して2つの特徴が見られた。①観察・実験などの前に観察・実験の目的や手続きについて議論する学習機会と、観察・実験などの後にグラフの意味や解釈できることについて議論する学習機会が設定されており、**minds-on** に基づく **practical work** が意図されていた。さらに、科学的知識を理解する際に重要な手続き的知識が、教科書やデジタル教材のワークシートなどに明記されている点特徴的であった。②デジタル教材の活用に関して、動画やパワーポイントなどの教師の指導補助のデジタル教材も見られるが、学習者自身が操作できるシミュレーションや観察・実験などの前後で使用するワークシートなどの学習者用のデジタル教材が多くを占めていた。このことから、デジタル教材は、**practical work** の学習活動での学習者の学びを促進するものとなっていた。したがって、イギリスの科学教科書に見られるような、**minds-on** に基づく学習活動を促進するための「学びの道具」としてデジタル教科書及びデジタル教材の位置づけを再検討することは示唆的である。

キーワード：イギリス, Twenty First Century Science, 観察・実験, **practical work**, **minds-on**

1. はじめに

理科における観察・実験などは、他教科と比べた時に特徴的な学習活動である。わが国では、学習指導要領改訂のたびに、観察・実験などの重要性が指摘されている。観察・実験などでは、身の回りの事物・現象に対して、直接操作したり、経験したりする学習が重視されており、このように学習者自身が事物・現象に関わる教材を直接手に取って操作する活動に従事する学習活動のことを *hands-on* と言う (Flick, 1993)。

しかしながら、*hands-on* に関して様々な課題が指摘されており、その1つが、観察・実験などの学習活動の形骸化である。Hodson (1990) は、実際の授業では観察・実験などのプロセスを経験することを重視するあまり、教師の指示通り (cook book) や教科書の手順通り (recipe) で観察・実験などを進行することが多く、学習活動の目的意識や主体性の欠如を指摘している。遠西ら (2018) は、教科書に観察・実験などの方法が示されていれば、手順に従って実行することはできるものの、先行知識がなくとも観察・実験などの操作ができることは、学習者にとって意義のあるものか疑義を示している。したがって、*hands-on* において、直接体験の活動自体を重視するあまり、学習者が学習活動の目的に対して無自覚な恐れがある。

ところで、近年では理科教育において、Information and Communication Technology (ICT) を活用し、観察・実験などを実施することの重要性が増している。わが国の教科書などのデジタル化の動向に関して、鈴木 (2016) は、教育工学研究を中心として、デジタル教科書に付与する機能に関する研究は見られるものの、教科教育における学習指導教材としての教科書の内容及び機能を検討し、学習指導方略を展望するような研究は十分でないことを指摘している。そのため、観察・実験などにおけるデジタル教科書及び教材を活用した学習指導に関しても今後知見を深める必要がある。

一方、イギリスの科学教育では、*practical work*¹⁾ が歴史的に重視されている (Wellington, 1998)。2014 年のナショナル・カリキュラム改訂に伴い、2018 年に General Certificate of Secondary Education (GCSE) 試験²⁾ の規定が改訂された。今回

の改訂では、*practical work* がより一層重視された。*Practical work* に関して2つの変更がある。それらは、*practical work* の実施が義務づけられたこと、評価の対象として手続き的知識³⁾ が評価されること、である (The Office of Qualification and Examination Regulation: Ofqual, 2015)。まず、*practical work* の実施についてである。評価の変更に伴い、実施について明確な規定が示された。従来は、*practical work* の実施の義務はなかったのに対し、総合的科学 (combined science) では最低 16 種類、分科的科学 (biology, chemistry, physics) では最低 8 種類の *practical work* を実施することが規定された (Ofqual, 2015)。次に、*practical work* の評価の変更についてである。*Practical work* の評価の対象は、「*practical work* や実験の知識」 (knowledge of *practical work* and experimentation) とされた (Ofqual, 2015)。「*practical work* や実験の知識」とは、科学における実践的な手続きやスキルの知識、ある観察・実験などに対して、その操作を行う目的についての知識と定められている (Ofqual, 2015)。つまり、手続き的知識が評価される。このイギリスでの *practical work* の重視に関する動向は、現在わが国において観察・実験などや探究的な学習活動を重視する傾向と類似している。一方で、イギリスは *practical work* の指導や評価の観点からの重視も含まれるため、わが国の観察・実験などのあり方や指導に関して示唆的である。近年は、*minds-on* に基づく *practical work* が重視されている (Millar & Abrahams, 2009)。したがって、*minds-on* の考え方を明らかにするとともに、*practical work* の指導分析をする。

イギリスの科学教科書の1つで、Key Stage 4 (14～16 歳、以降 KS 4 と略記) 対象の Twenty First Century Science プロジェクト (以降, TFCS と略記) の第3版教科書 GCSE Sciences (Biology, Chemistry, Physics) では、デジタル教科書はもちろん、動画、シミュレーション、ワークシートなどのデジタル教材が充実している。さらに、*practical work* の重視に伴い、*practical work* を主として取り扱う Practical Activity Group (PAG) においては、活用できるデジタル教材が示されている。

以上のことから、本研究では、イギリスの TFCS

第3版教科書 *GCSE Sciences* における practical work を研究対象とし、デジタル教材を含む学習指導方略の視点から分析する。このことは、わが国の教科書及びデジタル教科書における観察・実験などの内容、デジタル教材を活用した観察・実験などの指導のあり方、などを検討する上で示唆に富む。

2. 研究の目的と方法

本研究では、理科の観察・実験などの学習活動における教科書及びデジタル教科書の内容、デジタル教材の使用についての示唆を導出することを目的とする。研究の方法を(1)～(3)に示す。(1) practical work に関する文献の分析を通して、minds-on に基づく practical work の考え方を明らかにする。(2) TFCS 第3版教科書 *GCSE Sciences* において、本研究では、物理分野にあたる TFCS 教科書 *GCSE Physics* (以降、*GCSE Physics* と略記) を分析対象とする。*GCSE Physics* における practical work の記載内容の整理と分析を通して、*GCSE Physics* の practical work 及びデジタル教材のコンテンツにはどのようなものがあるのかを明らかにする。(3) *GCSE Physics* の教師用指導書から、指導過程で意図するデジタル教材の使用と practical work の関係の分析を通して、デジタル教材を用いてどのような practical work の指導が意図されているのかを明らかにする。なお、本研究では、「教科書」が多出するが、紙媒体の場合はそのまま「教科書」と記し、デジタルの場合は「デジタル教科書」、どちらも含める場合は「教科書及びデジタル教科書」と記す。

3. 分析の結果

(1) minds-on に基づく practical work の考え方

minds-on の考え方は、hands-on への批判を改善する意味で登場した。初等科学教育で minds-on を提唱した Duckworth (1990) は、minds-on に基づく学習活動を、学習者が自分の言葉で説明することなどを通して自身の操作や活動について考えることと定義している。Duckworth (1990) は、科学教育において教師の講義を聞いたり、教科書の説明を読んだりする (hands-off)⁴⁾ だけでは得られない知識を学習者自身による practical work を通して獲得

する (これが hands-on) ことは重要であるが、minds-on に基づく学習活動も重要であることを指摘している。

イギリスの科学教育における minds-on に基づく practical work の考え方は、Millar (2004) や Abrahams (2011) がまとめている。彼らの考える minds-on を実現するために必要な要素は、① practical work を観察可能な事物・現象と科学的知識を結びつける学習活動として捉えること、②「考えをもって活動・学習すること」(doing/learning with ideas) を重視すること、の2つにまとめられる。①について、Millar (2004) は、科学の学習における practical work の役割は、学習者が観察可能な事物・現象 (domain of real objects and observable things) と科学的知識 (domain of ideas) を結びつけられるように支援することであると指摘している。Millar (2004) は、現象そのものから科学的知識が自動的に浮かび上がることは無いとして、観察可能な事物・現象と科学的知識を区別して捉える必要性を指摘している。そして、Millar (2004) は、学習者が現象を観察または実験操作することで科学的知識の理解を深めることができるようにしなければならないことを指摘している。つまり、minds-on に基づく practical work の目的は、学習者が科学的知識の理解をより深めることであると捉えられる。②について、Abrahams (2011) は、「考えをもって活動・学習すること」とは、科学的知識に関する用語を用いて実験器具の操作や手順の意味について考えたり、科学の用語を使って観察結果やデータを理解したりすることであると指摘している。Millar and Abrahams (2009) は、イギリスの前期中等教育段階の practical work の実態を調査し、hands-on に基づく practical work が多く見られたことを明らかにし、学習者が実験操作の意味を考え、結果を科学の用語を用いて説明するといった学習活動、つまり、「考えをもって活動・学習すること」の必要性を指摘している。

以上のように、イギリスの科学教育における practical work では、minds-on という考え方が重視されている。では、どのように minds-on に基づく practical work を実施しているのだろうか。Practical work における minds-on の重要性を指摘する科学

教育学研究者の1人である R. Millar は、TFCS の初版のカリキュラム開発者であり、最新の第3版においても彼の practical work の考え方が反映されている。その具体的な科学教育像を求めて、TFCS 第3版教科書 *GCSE Physics* における practical work の指導について分析する。

(2) practical work の記載内容

TFCS は、1998 年に公表された 21 世紀のイギリスの科学教育の方向性を示した報告書 “*Beyond 2000: Science Education for the Future*” (Millar & Osborne, 1998) の提言を具体化したカリキュラムである。KS4 では、科学的リテラシーを有した市民を育成すること、将来の科学者を育成すること、という 2 つの科学教育の目的があり、この目的に基づき、多様なコースが用意されている。なお、本稿では practical work に関する記述に焦点を当てており、TFCS の詳細な構成原理は、小笠原(2019)を参照されたい。ここでは、第3版 TFCS の重要な構成原理の 1 つである Bybee et al.(2006)の 5E

指導モデルをもとにした TFCS の指導モデルを示す。TFCS の指導モデルは、practical work の指導展開を分析する際に 1 つの視点となるため、その内容を表 1 に示す。

第3版 TFCS における指導モデルは、導入 (Introduction) , 説明 (Explanation) , 応用 (Application) , 証拠 (Evidence) , の 4 つから構成され、各学習單元における学習目標を達成することを目的としている (Whitehouse, 2016)。教師用指導書において示される指導方略や学習活動は、表 1 の指導モデルに基づき 4 つの学習段階に区別され、それぞれの段階でどのような practical work を取り扱うかが示されている。

① practical work で取り扱う内容

GCSE Physics は、P1～P8 の 8 つの単元で構成されており、P8 に practical work に関するスキルを学習する単元が設定されている。P8 では、14 項目の practical work の手順や考えなどが詳細に記述されている。P8 の 14 項目 (表 2) は、各単元の practical work に組み込まれ、繰り返し学習することとなっている。*GCSE Physics* では、2018 年の GCSE 試験改訂によって規定された 8 種類の practical work が、PAG としてまとめられている。PAG の内容を表 3 に示す。PAG では、GCSE 試験の問題に備えて、

表 1 TFCS の指導モデル

段階	内容
導入	○科学的な問いに関する興味を引くような簡単な活動を通して、学習者を学習内容に引き込む。
	○学習者の既習知識を評価し、誤概念を明らかにする。
説明	○科学的な説明を理解するための practical work を実施する。
	○既習知識を用いて、新たな問題を探究する。
	○学習者が、新たな知識やスキルを示すことを促進する。
応用	○学習者が、主要な概念の理解を新たな文脈に応用する。
	○学習者自身が、知識と新たな方法を応用することで理解を深める。
証拠	○形成的評価を用いて、各単元の理解の進捗状況を教師が把握する。
	○学習者は、自身の理解とスキルを評価する。

(出典: Whitehouse, 2016, p. vii を基に作成)

表 2 P8 の 14 項目

各項目名	
A	長さ、温度、量を測ること
B	質量を測ること
C	時間を測ること
D	固体や液体の密度を測ること
E	ばねによる力の効果を測ること
F	速度を測ること
G	加速度を測ること
H	水面波を観察すること
I	光と物質との相互作用を観察すること
J	エネルギーの変換を測定すること
K	電流、電位差、抵抗を測ること
L	回路素子の特性を探索すること
M	回路を作ることと回路の問題解決
N	測定における不確かさ

(出典: Whitehouse, 2016, pp. ii–iii を基に作成)

実践的なスキルや手続きに関する知識と理解を用いて問題に答える練習の機会とすることが意図されている (Oxford Cambridge and RSA: OCR, 2021)。したがって、**practical work** で使用すべき実験器具やスキルとして示されている内容には、様々な測定を正確に行い記録すること、調査対象に適切な実験装置を選択すること、など GCSE 試験の規定の改訂により強調された手続き的知識に関する内容が重視されている。

例えば、P4「運動を説明すること」の PAG3「運動」に関して、速度を測定する実験の記述がある。その記述内容は、動く物体の速度を求めるためには、その物体が一定の距離を移動するのにかかる時間を測定する必要がある、といった実験をする目的と説明が明確に示され、グラフの解釈の仕方や記録における考え方（誤差や近似など）も取り扱っている。

② デジタルコンテンツ

TFCS の全てのコースのデジタル教科書及びデ

ジタル教材は1年間のサブスクリプションで購入し、毎年ワークシートやシミュレーション教材などが更新される。教師や学習者は、個人アカウントを有し、いつでもパソコンやタブレットなどの電子デバイスからデジタル教科書及びデジタル教材を使用できる。そして、**practical work** に関するデジタル教材との対応も指導モデルの各段階に合わせて示されている。

P4「運動を説明すること」におけるデジタル教材には、8種類のリソースがある。それらを表4に示す。表4より、教師が指導で用いる動画や教師用資料といった教材もあるが、学習者が使用する生徒用ワークシートやシミュレーションもある。特筆できるのは、学習者がデジタル教材を使用する「対話」のリソース数が多いことである。これらのデジタル教材を使用し、どのように **practical work** の指導がされるのか、その指導意図や P4 における指導展開を分析する。

表3 GCSE Physics の PAG の内容

PAG	Practical work で使用すべき実験器具やスキル	活動例
1 物質	固体や液体の密度を測定するために、様々な測定機器を使用する。	固体・液体、様々な物質の密度の測定
2 力	適切な器具を使用し、ばねの伸びを含む力の影響を測定、観察する。	ばねによる力の効果の測定
3 運動	速度や速度の変化（加速度／減速度）の測定など、運動を測定するための適切な器具やスキルを使用する。	斜面での台車の加速度の調査
4 波動を測ること	液体や固体の波を観察し、速度／周波数／波長を測定するために適切な装置を識別する。	水面波の速さ、周波数、波長の測定
5 エネルギー	様々な状況下で適切な装置を安全に使用し、エネルギーの変化や移動、またそれに伴う仕事量などの測定をする。	金属の非熱の調査
6 回路の構成	適切な器具を使用し、電流、電位差（電圧）、抵抗を測定し、様々な回路素子の特性を調べる。	回路素子の電流－電圧の特製の調査
7 直列回路と並列回路	回路図を使い、様々な一般的な回路素子を含む直列・並列回路を構成し、調査する。	直列・並列回路の電球の明るさの調査
8 波動の干渉	液体や固体の波を観察し、波と物質との相互作用の影響を測定するために適切な装置を識別する。 電磁波と物質との相互作用の影響を観察する。	平面鏡による光の反射とプリズムによる光の屈折の調査

（出典：OCR, 2021, p. 60 を訳出）

表4 P4におけるデジタルコンテンツ

種類 -教具	様式や用途例	使用段階* 導 説 応 証				数
ビデオ (video) -動画	実際の現象を録画した動画を使用する。 物体は何によって動くのか、スケートリンクで人が手を押し合って動く動画を見せ、力の作用・反作用について確認する。	○				1
演示 (demonstration) -教師用資料	教師による現象の解説補助などに使用される。 物体の円運動に関し、人工衛星と地球の関係やその運動に関する資料を教師に提供している。	○	○	○		9
プレゼンテーション (presentation) -パワーポイント -シミュレーション	学習者が、プログラムされたシミュレーションを操作できる。 人が重い物を動かそうと力 (変数) を加える時に、どのような力 (摩擦力など) がどのくらい生じるのか、変数を制御し、調べることができる。	○	○	○	○	13
練習 (practice) -教師用資料 -生徒用ワークシート	科学的知識の理解に重要な図や説明が示されている。 学習者は物体に力が加わる際の反作用について、図示して説明する。 教師用にはそれらの解説が示されている。		○	○		18
対話 (interactive) -生徒用ワークシート	観察・実験などの前後でペアやグループでの議論で使用する。 学習者は、物体の運動の、距離－時間、速度－時間のグラフから読み取れることを議論してまとめる。	○			○	36
活動 (activity) -教師用資料 -生徒用ワークシート	観察・実験などの際に必要な表やグラフ、図などのフォーマットが示されている。 学習者は、観察・実験などから得られた結果を記入する。 教師用には、観察・実験などの留意事項などが示されている。	○		○	○	15
計算シート (calculation sheet) -教師用資料 -生徒用ワークシート	生徒用ワークシートには、仕事量を求める公式と確認の小問が示されている。 教師用にはその解説が示されている。	○	○	○	○	19
スキル (practical skills) -生徒用ワークシート	時間の測定における正確性向上のための反復試行の重要性の説明と計測時に使用する表が示されている。 時間の計測時に使用する。			○		4

*導：導入，説：説明，応：応用，証：証拠，をそれぞれ示し，指導モデルにおいてデジタルコンテンツが使用されている段階に○を示した。（出典：Whitehouse, 2016, pp. 66-93 を基に作成）

(3) practical work の指導

① 指導意図

教師用指導書では、*GCSE Physics* における practical work の取り扱いがまとめられている。PAG では、Millar(2004)の minds-on に基づく practical work の考え方を採用し、学習者の科学的知識の理解を深めるために、学習者が実験器具の使用や基本的な手続きの実行についての知識やスキルを習得することが重視されている。そして、practical work では、観察・実験などの活動の前後で議論の活動を実施することが重視されている。具体的には、観察・実験などの前ではその手続きや実験器具の使い方、科学的探究活動の目的などについて議論し、観察・実験などの後では観察から裏付けられることと信頼できるデータから説明できること、などについて議論することが必要とされている。

ここで、表4の「対話」に着目すると、使用段階は TFCS 指導モデルの導入と証拠である。導入と証拠の段階は、観察・実験などの前後であり、この2つの段階での議論を促す「対話」のデジタルリソース数が多いことから、TFCS の practical work の取り扱いにおいて議論が重視されていることがわかる。

② デジタル教材を用いた指導展開

例として、小単元 P4.2 の B「運動をグラフにすること」における practical work の指導展開を TFCS の指導モデルごとに分析する。前小単元では、速度や加速度の求め方について学習している。本小単元は、物体の運動が2変数でグラフとして表現できることを学習する単元であり、PAG 3 を実施することとなっている。導入では、観察・実験などの前に、速度、加速度、距離(変位)、時間などがそれぞれどのような関係なのか、グラフ化する意味などについて、「対話」のデジタルワークシートを用いて議論する学習機会が設けられている。説明では、表のデータからどのようにグラフ化するか、測定において生じる誤差について、教師による演示や解説がある。この際、学習者は、「プレゼンテーション」のシミュレーションを用いて、ある生徒の学校から家までの歩行速度と時間の変化を見ることで、距離-時間、速度-時間のグラ

フの理解を深めることが意図されている。応用では、PAG 3 に関して、水平面や斜面での物体の運動についての観察・実験などを学習者が実施し、その速度や加速度を測定する。そして、測定誤差を考慮し、複数回試行することや2変数を定め、「活動」のデジタルワークシートのグラフを作成することが求められている。証拠では、物体の運動の、距離-時間、速度-時間のグラフから解釈できる運動の様子について議論して、「対話」のデジタルワークシートにまとめることが意図されている。

4. まとめと考察

(1) 教科書及びデジタル教科書における観察・実験などの取り扱い

GCSE Physics における practical work では、観察・実験などの前に観察・実験などの目的や手続きについて議論する学習機会と、観察・実験などの後にグラフの意味や解釈できることについて議論する学習機会などが設定されており、minds-on に基づく practical work が意図されていると言える。つまり、学習者が目的をもって観察・実験などに取り組むこと、実験操作の意味を解釈すること、などの手続き的知識の指導が重視されている。また、科学的知識を理解する際に重要な手続き的知識が、教科書やデジタル教材のワークシートなどに明記されている点が *GCSE Physics* の特徴である。

(2) デジタル教材と観察・実験などの指導及び学習のあり方

GCSE Physics におけるデジタル教材の位置づけについて特徴が見られる。動画やパワーポイントなどの教師用のデジタル教材も見られるが、学習者自身が操作できるシミュレーションや観察・実験などの前後で使用するワークシートなどの学習者用のデジタル教材が多くを占めている。特に、「対話」におけるワークシートは、Millar(2004)の minds-on の考え方に則して、観察・実験などの前後の学習者同士による議論を促進させる役割を果たしていた。つまり、*GCSE Physics* におけるデジタル教材の位置づけは、教師の指導補助だけではなく、学習者の学習の補助・促進がより一層強調

されていると捉えられる。

佐藤(2021)は、デジタル教科書及びデジタル教材の位置づけとして、「教える道具」と「学びの道具」を提案している。「教える道具」は教師の指導の補助という意味で、「学びの道具」は学習者の思考と表現の道具という意味である。この視点で *GCSE Physics* を見ると、*GCSE Physics* におけるデジタル教材は、*practical work* の学習活動での学習者の学びを促進するものとなっていた。つまり、*GCSE Physics* のデジタル教材は、「学びの道具」として機能していると言える。

5. おわりに

わが国の理科の授業において、教科書は観察・実験などの手順や科学的知識のまとめが記載されているため、机の下にしまわれてしまうことが多い。理科の学習における教科書の役割、さらには、今後導入が見込まれるデジタル教科書及びデジタル教材の検討に向けて、イギリスの科学教科書に見られたような、*minds-on* に基づく学習活動を促進し、学習者自身が活用することを意図する「学びの道具」としてデジタル教科書及びデジタル教材の位置づけを再検討することは示唆に富む。したがって、学習者の科学的知識の理解、学習者の学びを重視した学習理論などの視点から、デジタル教科書及びデジタル教材を再考する必要があるだろう。

註

- 1) *Practical work* の活動形式には、多様な学習活動が含まれる。例えば、Gott and Duggan (1995) により、スキルの学習 (skills)、観察 (observation)、例証活動 (illustration)、探究 (enquiry)、探究 (investigation) が、内包されている。以上を踏まえ、イギリスにおける *practical work* は、観察・実験などを含む幅広い学習活動として捉えられている (Millar, 2004)。
- 2) イギリスでは、義務教育修了段階の16歳で、中等教育修了資格試験である GCSE 試験が実施される。従来は、*practical work* は各学校の教師による評価であったが、2014年のナショ

ナル・カリキュラム改訂に伴い、GCSE 試験も2018年に改訂された。

- 3) 手続き的知識は、認知心理学における用語である。認知心理学における知識の分類によると、本などの書物によって伝達される言語的・理論的な知識を「宣言的知識」(declarative knowledge)、経験を通して獲得される経験知や言語化が難しいが操作の背景にある知識を「手続き的知識」(procedural knowledge)と表現する (Anderson, 1980)。
- 4) *hands-off* は、学習者が事物・現象に直接触れず、操作していない状態を指す。そもそも、*hands-on* という用語の起源は、1960年代の博物館教育にある。博物館では展示物を利用者が直接触れないよう (*hands-off*) にガラスケースなどで保護していたが、博物館は展示物ではなく利用者のためにあるという考えの転換から *hands-on* の考え方が生まれた。そして、1980年代に構成主義を理論的基盤として科学教育にも *hands-on* の用語が見られるようになった (Duckworth, 1990)。

引用文献

- Abrahams, I. (2011). *Practical work in secondary science: A minds-on approach*. Continuum International Publishing Group.
- Anderson, J. R. (1980). *Cognitive psychology and its implications*. Freeman.
- Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Scotter, P., Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, BSCS.
- Duckworth, E. (1990). Opening the world, Duckworth, E., Easley, J., Hawkins, D., & Henriques, A. (Eds.), *Science education: A minds-on approach for the elementary years*. Lawrence Erlbaum.
- Flick, L. B. (1993). The meanings of hands-on science, *Journal of Science Teacher Education*, 4(1), 1-8.
- Gott, R., & Duggan, S. (1995). *Investigative work in the science curriculum*. Open University Press.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science, *School Science Review*, 70(256),

- 33–40.
- Millar, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science, paper prepared for the meeting: High school science laboratories: Role and vision, National Academy of Sciences.
- Millar, R., & Abrahams, I. (2009). Practical work: Making it more effective, *School Science Review*, 91 (334), 59–64.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. King's College London.
- 小笠原広大 (2019)「イギリスの新しい科学教科書の特色に関する研究ー日本の教科書への示唆を求めてー」公益財団法人教科書研究センター(編)『平成 31 年度公益財団法人教科書センター 大学院生の教科書研究論文助成金論文集』.
- Oxford Cambridge and RSA (OCR) (2021). GCSE Specification GCSE (9 to 1) Twenty First Century Science Physics B. Retrieved from <https://www.ocr.org.uk/Images/234601-specification-accredited-gcse-twenty-first-century-science-suite-physics-b-j259.pdf> (accessed 2023. 10. 16).
- 佐藤学 (2021)『第四次産業革命と教育の未来: ポストコロナ時代の ICT 教育』岩波ブックレット No. 1045.
- 鈴木宏昭 (2016)「理科教育における ICT の活用に関する研究ーデジタル教科書の機能に着目してー」『日本科学教育学会研究会研究報告』第 31 巻, 第 3 号, 41–44.
- The Office of Qualification and Examination Regulation (Ofqual) (2015). Assessment of practical work in new Science GCSEs - Summary. Retrieved from <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a815a3540f0b62302696d74/2015-03-03-assessment-of-practical-work-in-new-science-gcses-summary.pdf> (accessed 2023. 10. 16).
- 遠西昭寿・福田恒康・佐野嘉昭 (2018)「観察・実験に対する理論の優先性と解釈学的循環」『理科教育学研究』第 59 巻, 第 1 号, 79–86.
- Wellington, J. (1998). Practical work in science. In Wellington, J. (Ed.), *Practical work in school science: Which way now?* (pp. 3–15). Routledge.
- Whitehouse, M. (2016). *Twenty First Century Science: GCSE Physics teachers handbook*. Oxford University Press.

算数科における統合的・発展的に考察する児童の育成に関する研究

－数学教育現代化の時代の論考や教科書記述を手掛かりとして－

指宿 麻衣

奈良教育大学大学院 教育学研究科

Study on the Development of Children's ability to Unify and Extend thinking in Elementary Mathematics

－With Analysis the References and the Textbooks from the Period of the Modernization of School Mathematics－

IBUSUKI Mai

Nara University of Education, Graduate School of Education

今日の算数科において、「統合的・発展的に考察する」力が、未来を切り拓く資質・能力の一つであり、児童に育成することが求められている。そこで本研究では、「統合的、発展的」の文言が学習指導要領の目標に初めて掲げられた「数学教育現代化」の時代の論考や教科書記述を手掛かりとして、算数科における「統合的・発展的に考察する」ことの本稿での捉えを明らかにし、図形領域での「統合的・発展的に考察する」ことに関する現在の児童の実態を事例的に明らかにすることを目的とする。まず、当時の論考から、本稿では、「統合的な考察」と「発展的な考察」とを一体的に捉え、「統合的・発展的に考察する」とは、「異なる複数の事柄を、固定的・確定的な観点からだけでなく、絶えず考察の範囲を広げていくことで新しい知識や理解を得ようと考察すること」と規定した。さらに図形領域では、「観点 A：一つの図形の特徴を念頭に固定して考察する」と、「観点 B：複数の図形の特徴を流動的に念頭におきかえながら考察する」とを一体的に行うこととして具体化した。そして当時の教科書から、「観点 A」と「観点 B」に対応する問題を抽出した。2つの観点を働かせて複合図形を考察する問題は、『尋常小学算術』の頃から一部に扱いがあり、現代化の時代には複数学年にわたり幅広く扱われていること、今日ではあまり見られなくなっていることが明らかになった。2つの観点の考察に関する児童の実態を明らかにするために高学年を対象に紙面調査を実施した。その結果、各学年共に「観点 A」よりも「観点 B」の考察を働かせることに困難を感じる傾向があること、ある基本図形が、その図形を構成する辺以外の線を内部に含むか否かで児童の見出しやすさに違いがあること、平行四辺形や台形を見出すことが特に困難であることの実態が、事例的に明らかになった。

キーワード：統合的・発展的に考察する、数学教育現代化、数学的な見方・考え方、図形の特徴

1. はじめに

(1) 研究の背景

予測困難な時代を生きる子どもに対して、社会の担い手として柔軟に変わりゆく状況に対応し、未来を切り拓く力を身に付けさせることが求められている。小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説算数編（以下「解説算数編」と示す）では、「算数の学習において数量や図形の性質を見だし、数理的な処理をすることは、統合的・発展的に考察して新しい算数を創ることを意味している。」（文部科学省, 2018, p.26）と述べられており、「統合的・発展的に考察する」ことが、新しい算数を創ることと関連し未来を切り拓く子どもの資質・能力の一つであると考えられている。

「統合的, 発展的に考察する」という文言は「数学教育現代化」（以下「現代化」と示す）と呼ばれた昭和 43 年告示の小学校学習指導要領の算数科の目標に初めて掲げられた。そして、「解説算数編」においても、「数学的な見方・考え方」について、「事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、根拠を基に筋道を立てて考え、統合的・発展的に考えること」（文部科学省, 2018, p.7）と示されている。しかし、「統合的・発展的に考察する」ことは一体どういうことか、個別具体的な学習指導を考えると、そのイメージは未だ漠然としたままである。

(2) 研究の目的

算数科における「統合的・発展的に考察する」ことの本稿での捉えを明らかにし、図形領域での「統合的・発展的に考察する」ことに関する現在の児童の実態を事例的に明らかにすることを目的とする。

(3) 研究課題

まず、算数科における「統合的・発展的に考察する」ことの本稿における捉えを明らかにするために、次に取り組む。なお、本稿では、図形領域の「平面図形」を考察の対象とする。

第一に、昭和 43 年告示と現行の学習指導要領の目標に掲げられた「統合的・発展的に考察する」とはどういう考え方を明らかにする。

第二に、「現代化」の時代の図形指導で重要とされた考え方を整理し、図形領域における「統合的・

発展的に考察する」とはどういう考え方を明らかにする。

第三に、第二で明らかにした図形領域における「統合的・発展的に考察する」ことに対応した問題を抽出する。

第四の課題として、小学校高学年の児童に対して紙面調査を行う。その結果を分析し、現在の児童の実態を事例的に明らかにする。

(4) 研究の方法

第一の課題に対しては、「現代化」の時代の数学教育において中心的な役割を果たした中島健三氏の論考および「解説算数編」を手掛かりにして、「統合的・発展的に考察する」とはどういう考え方を整理し、本稿の捉えを規定する。

第二の課題に対しては、当時の図形指導に関する文献をもとに考察し、図形領域における「統合的・発展的に考察する」ことの意味を検討して具体化する。

第三の課題に対しては、「現代化」の時代の教科書から、「統合的・発展的に考察する」ことに関わる問題を抽出する。ここでは、昭和 43 年学習指導要領の内容に基づく、文部省検定済の教科書（第 1 学年から第 6 学年）を対象とする。

第四の課題に対しては、第三で明らかにした問題をもとに現在の小学校高学年の児童を対象に紙面調査を行い、分析・考察を行う。

2. 「統合的・発展的に考察する」とは

(1) 中島健三氏の論考

ここでは、「現代化」の時代に強調された「統合的, 発展的な考察」の意味を、当時の数学教育において中心的な役割を果たした中島健三氏の論考をもとに考察する。

中島(1969, 1982/2015)は、統合というのは、多くのことがらをバラバラの形におかないで、できるだけまとめていこうとすること、発展的というのは、日常のことばとして広い意味で用いて、発展的な考察は、固定的、終局的なこととしてみなないことを指すと述べている。さらに、中島(1982/2015)は、「統合的」と「発展的」とを並列的によみとらず、「統合といった観点による発展的な考察」とよみとることが望ましいという立場を示

し、発展の方向を示す代表的な観点として「統合」を考え、この「統合」という観点が、数学的な考え方にふさわしい創造的な活動やそれを評価する場合の中核になる観点としての役割をもつと捉えている。また、算数科の指導における問題点として、算数の体系を古くからできあがった固定的なものとし、一連の計算ができ、問題が解けるようにすれば良いと考える傾向があったことに対して、算数は将来の発展に対処し得る能力を育成し、発展していくものにする必要があることを指摘している(中島, 1969)。単に、知識や技術を教えるという立場の指導ではなく、それぞれの知識や技術に関する問題のありかとその必要を感じとらせ、児童に少しでも創造の喜びを味わわせるような指導が大事であるとする考えが示されている(中島, 1969)。

(2) 現行の学習指導要領が示す立場

「解説算数編」では、「統合的に考察する」とは、「異なる複数の事柄をある観点から捉え、それらに共通点を見いだして一つのものであるとして捉え直すこと」であり、「発展的に考察する」とは、「物事を固定的なもの、確定的なものと考えず、絶えず考察の範囲を広げていくことで新しい知識や理解を得ようとするものである」と定義している(文部科学省, 2018)。「統合的に考察する」とことと、「発展的に考察する」とこととが、それぞれ分けられて説明されている点が特徴的である。

(3) 本稿の立場

中島と「解説算数編」における「統合的・発展的に考察する」ことに対する立場は、基本として整合的である。ただし、先述の通り中島は、「統合」といった観点による発展的な考察」とよみとることが望ましいと主張している。本稿もこれと同じく、「統合的な考察」と「発展的な考察」を一体的に捉える立場をとる。

あらためて、本稿における、「統合的・発展的に考察する」とは、「異なる複数の事柄を、固定的・確定的な観点からだけでなく、絶えず考察の範囲を広げていくことで新しい知識や理解を得ようと考察すること」と規定する。学習を進める中で新たな観点や考え方を取り入れ、既習の捉えが違いうものに変化したり、新しい概念が出来たりして、

絶えず考察の範囲を拡張していくような考察として考える。つまり、統合と発展は一体として繰り返行われ、より高次なものになっていくものとして捉える。

3. 数学教育現代化の時代の図形指導

ここでは、「統合的・発展的に考察する」ことについて、図形分野を対象に、「現代化」の時代に重要視されていた考え方について考察する。

(1) 図形指導で重要視された考え方

阿部(1969)は、図形は抽象的な概念であるため系統化が難しく、段階を追って順次に積み重ねなければ概念は捉えられないと指摘している。図形指導の困難さに対応するには、図形指導の観点を一層明確にする必要がある。これについて、田島(1972)は、「現代化」の時代の教育が目指す立場から、新しい図形指導の観点として、「①位相的、射影的な新しい見方を取り入れる」、「②図形概念の相互関係の理解を重視する」、「③図形の性質と定義を関連して取り上げる」、「④直観による論証の素地の見方を育てる」、「⑤概念化と図形の用語の理解をはかる」、「⑥同値変形や極限の考えなど動的な見方・考え方を取り入れる」ことを重視した。

一方、塩野・橋本ら(1973)は、図形教育に対し、「大切なものは個々の知識よりも、図形に対する見方・考え方を伸ばしていくことにある」(p.203)と述べ、考察の力を養う大切さを指摘している。先述した田島の観点と重なる部分もあるが、考察の力を養うには、「要素に分けて考える」、「要素の結合関係を考える」、「図形を移動させて考える」、「変形して考える」、「図形間の関係を考える」などの観点が大切とした(塩野・橋本ら, 1973)。

橋口(1972)は、図形学習は形のもつ性質の吟味や比較によって形の特長をとらえ、生活に適用することと、形の面積や体積を求めて数量化することとを扱うが、その際、形の性質や特長を理解させ、それと対応させながら求積の学習に入ることが重要であることを指摘している。また、橋口(1972)は、限られた基本図形を一つひとつ教えると、形に対する発見や驚きや喜びが足りず、仮に一つひとつを理解できたとしても、相互関係の理解や全

体構造の中の位置付け，すなわち体系化の中に，その理解がおさまらなければ，子どものものとして形が身に付いたとはいえないとする立場を主張している。いろいろな観点に立って形をみることで，形の特長や性質を見出し，多方的な形に対する見方や考え方を育み，発見的創造的な力を伸ばすことを指摘している（橋口，1972）。また，阿部（1969）は，数学では対象を同じと見るという見方がしばしば起こることから，ばらばらに処理せずにまとめた形で整理しておく，それまで関わりのなかった対象が，共通の視点から統一されることになることを述べている。

以上のように「現代化」の時代は，図形指導の観点について，特に，観点を定めて図形を考察することと，多様な観点に立って図形をみて考察することを重要視し，図形の見方を体系化していくことが目指されていたことが伺える。

（2）図形指導における「統合的・発展的な考察」

以上の考察から，本稿では，図形領域における「統合的・発展的に考察する」ことを，「観点 A：一つの図形の特徴を念頭に固定して考察する」と，「観点 B：複数の図形の特徴を流動的に念頭におきかえながら考察する」ことを一体的に行うことと規定する。

観点 A は，「図形の性質と定義を関連して取り上げる」（田島，1972）という図形指導の観点や，「形の性質や特長を十分理解させることを大切に」（橋口，1972）という考えと関連している。これは阿部（1969）の「対象を共通の視点から統一されること」にも関連している。

観点 B は，「いろいろな観点に立って形をみる」ことが今までその形に見られなかった特長や性質を見出す」（橋口，1972）ことや，「図形に対する見方・考え方を伸ばすこと」（塩野・橋本ら，1973）と関連している。この観点は個々の図形の定義や性質に基づいて多様な図形の見方を働かせるという特徴がある。なお，「現代化」の時代の考察の観点では，「図形の定義や性質」が掲げられているが，本稿では，図形の定義や性質を含め，より多様な図形の見方（児童なりの図形の見方）があることを想定して「図形の特徴」としている。

4. 教科書問題例と特徴

ここでは，上記の2つの観点について，「現代化」の時代の教科書では，どのような問題が取り扱われていたのかを考察する。

（1）分析対象

「現代化」の時代である，昭和 43 年学習指導要領の内容に基づく，文部省検定済の教科書（第 1 学年から第 6 学年）を中心に分析¹⁾し，複数社の教科書で扱われている，2 つの観点に対応する問題を抽出する。

（2）「観点 A：一つの図形の特徴を念頭に固定して考察する」に対応した問題

複合図形を「一つの図形の特徴を念頭に固定して考察する」問題とは，決められた図形を探し出す際に，図形の定義や性質に基づいて図形をみる必要があるような問題である。

(2) 右の ずには，三
角形が いくつ あ
りますか。



(3) 右の ずには，四
角形が いくつ あ
りますか。



図 1 2 年上の問題①

図 1 の，「単元末の練習問題」（大阪書籍，1977，p.46）として設定された，三角形や四角形の数を答える問題が，それに該当する。辺の数に基づいて図形を見出すことになる。

☆ 右の ずのような ほう
が あります。

この 中に，正方形が
いくつ あるでしょう。

◇どんな かぞえかたを したら よ
いか，ひょうを 作って しらべま
しょう。

1 ますの 正方形	こ
4 ますの 正方形	こ

(1) 右の ずには，長方
形は いくつ ありま
すか。

いろいろな 大きさ
の 長方形を しらべ
なさい。

図 2 2 年上の問題②

図2は、「四角形と三角形の単元末問題」(教育出版, 1978, p.82)で, 正方形と長方形の数を答える問題である。辺の長さや, 角の大きさに着目して図形を見出すことになる。

3. 右の ずの 中に, 直角三角形は いくつ ありますか。

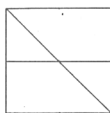


図3 2年上の問題③

図3は, 「四角形と三角形のまとめの練習問題」(教育出版, 1978, p.85)で, 直角三角形の数を答える問題である。1つの角の大きさが直角である三角形という見方を働かせて直角三角形を見出すことになる。

- ⑥ 右の ずには, 直角三角形が, いくつ ありますか。

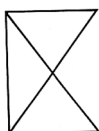


図4 2年下の問題

図4は, 「2学期の練習問題」(大阪書籍, 1977, p.49)で, 直角三角形の数を答える問題である。三角形と直角三角形の違いに着目して直角三角形を見出すことになる。

- ③ 右の図の中から, 二等辺三角形を つけましょう。



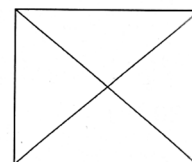
図5 3年下の問題①

図5は, 「おさらい問題」(啓林館, 1977, p.66)で, 二等辺三角形を見つける問題である。2つの辺の長さや2つの角の大きさが等しいことに着目して, 多様な二等辺三角形を見出すことになる。

(3)「観点B: 複数の図形の特徴を流動的に念頭におきかえながら考察する」に対応した問題

複合図形を「複数の図形の特徴を流動的に念頭におきかえながら考察する」問題とは, 複数の定義や性質などが異なる図形を念頭に置きながら図形を見出す必要があるような問題である。

- 3 右のように, 長方形のむかいあったちょう点をつないだ形があります。



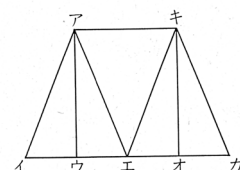
どんな三角形が, それぞれ何こありますか。

図6 3年下の問題②

図6の「2学期の復習」(学校図書, 1978, p.56)として設定された, どんな三角形がそれぞれいくつあるかを答える問題が, それに該当する。辺の長さ, 直角の有無などに着目して, 直角三角形や二等辺三角形を区別して見出すことになる。

- ⑧ 図の中から, 次の形をみつけなさい。

二等辺三角形
直角三角形
長方形

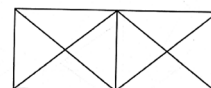


また, 平行になっている直線, 垂直になっている直線を, それぞれみつけなさい。

図7 4年上①の問題

図7は, 「四角形と三角形の単元前の復習問題」(啓林館, 1977, p.77)で, 二等辺三角形, 直角三角形, 長方形を見出し, 垂直・平行になっている直線を見つける問題である。直角の有無や等辺の有無などに焦点を当てて多様な図形を見出すことになる。

- 1 右の図の中には, いろいろな四角形がふくまれています。



つぎの四角形は, それぞれ何こふくまれていますか。

長方形 ひし形 台形 平行四辺形

図8 4年上②の問題

図8は, 「四角形の単元の終末問題」(学校図書, 1978, p.50)で, 長方形, ひし形, 台形, 平行四辺形がそれぞれ何個含まれているかを答える問題である。平行, 等辺や直角などに着目して図形を弁別して見出すことになる。

- ⑤ 右の図の中に, 平行四辺形と台形とがいくつずつありますか。



図9 4年下の問題

図9は、「学年末の練習問題」(大阪書籍, 1977, p.112)で, 平行四辺形と台形の数を答える問題である。向かい合う辺が平行である組が1つか2つかを弁別しながら図形を見出すことになる。

⑧ 右の図で, $ABCDEF$ は

正六角形です。

この図の中から,

直角三角形

正三角形

二等辺三角形

台形

をみつけなさい。

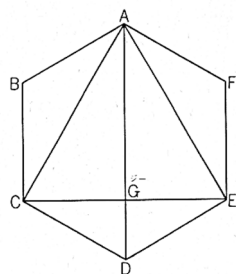


図10 5年上の問題

図10は,「円と正多角形の単元末問題」(啓林館, 1977, p.67)で, 正六角形の中から直角三角形, 正三角形, 二等辺三角形, 台形を見つける問題である。辺の長さや角の大きさなどに着目して多様な図形を見出すことになる。

(4) その他の特徴

「現代化」の時代の問題には,「等辺・直角記号」が示されていないことが多いという特徴がある。現行の教科書においては, 例えば, 以下のような扱いが一般的である。

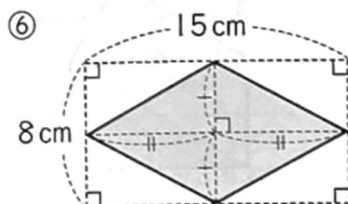


図11 6年 現行の扱い (一部抜粋) (2021)

図11の図形(東京書籍, 2021, p.209)では,「等辺」,「直角」などの記号が図示されている。それに対して「現代化」の時代に扱われていた複合図形(図1~図10)の中には,「等辺」や「直角」などの記号は示されていない。

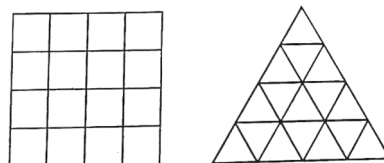
(5)「現代化」の前後の時代における扱い

「現代化」の時代の教科書に多く扱われていた問題は,「現代化」の前後の時代においてはどうかだったのか。戦前における優れた教科書として知られる『尋常小学算術』(緑表紙教科書, 昭和10年より学年進行で使用された)と, 現行の教科書について見てみる。

① 緑表紙教科書における扱い

『尋常小学算術』(緑表紙教科書)においては, 第3学年と第4学年で, 次の2問が扱われている。

(8)



左ノ圖デ, 正方形ガイクツアルデセウ。右ノ圖デ, 正三角形ガイクツアルデセウ。

図12 3年下 緑表紙教科書

図12は, 正方形や正三角形がいくつあるかを答える問題(啓林館, 1938/1970, p.64)である。この問題は,「観点A」に対応する問題である。



右ノ圖ニハ, ドンナ形ノ四角形ガアリマスカ。

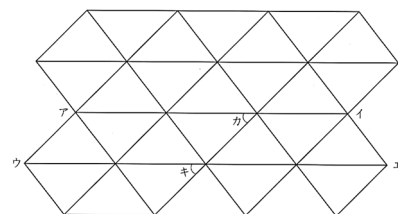
図13 4年上 緑表紙教科書

図13は, どんな形の四角形があるかを答える問題(啓林館, 1939/1970, p.33)である。この問題は,「観点B」に対応する問題である。

② 現行の教科書における扱い

現行の教科書では, しきつめの範囲で「観点A」に対応する問題がいくつかの社で扱われている。

4 次の図のように, 合同な三角形をしきつめましょう。また, 気づいたことを話し合ひましょう。



- ③ 上の図の中から平行四辺形を見つけて, それが平行四辺形になることを説明しましょう。
- ④ 上の図の中から台形を見つけて, それが台形になることを, 「平行」と「直線」ということばを使って説明しましょう。

図14 5年上 現行の教科書

図 14 は、現行の「合同な図形」(学校図書, 2021, p.29) の単元の問題で、合同な三角形を敷き詰めた後に、平行四辺形や台形といった決められた図形を見つける問題である。

さらに、現行の教科書全体では、管見の限り、第 3 学年と第 4 学年で、次の 2 問が取り上げられている。

- ⑥ 右の図の中には、二等辺三角形がいくつもあります。
形や大きさのちがう二等辺三角形は、全部で何しゅいありますか。

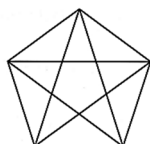


図 15 3 年 現行の教科書

図 15 は、「三角形と角のチャレンジ問題」(大日本図書, 2021, p.187) で、形や大きさの違う二等辺三角形が全部で何種類あるかを答える問題である。この問題は、「観点 A」に対応する問題である。

下の図をノートにかいて、図の中にあるいろいろな四角形を見つけましょう。

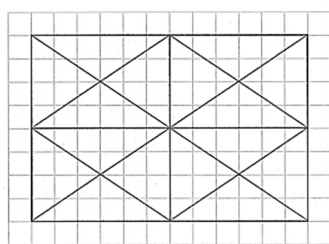


図 16 4 年上 現行の教科書①

図 16 は、「四角形の導入問題」(教育出版, 2021, p.118) で、図の中にある様々な四角形を見つける問題である。

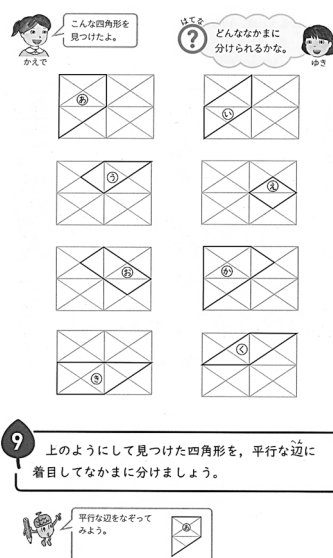


図 17 4 年上 現行の教科書②

図 17 は、図 16 の問題の続きで、見つけた四角形を平行な辺に着目して仲間分けする問題(教育出版, 2021, p.119)である。図 16 と図 17 は、「観点 B」に対応する問題である。

総じて、「現代化」の時代には多く扱われていたこれらの問題は、現在ではあまり見られなくなっていることが指摘できる。

③ 問題の扱いに関する考察

以上のように、2 つの観点に対応する問題は、緑表紙教科書にも、現行の教科書にも扱われていることが分かる。ただし、どちらも数少ない扱いである。それに対して、「現代化」の時代は、複数の教科書会社が低学年から中学年、高学年へと、複数学年で数多く扱われている。

「現代化」の時代は、主に「観点 A」に対応した問題が低学年から中学年にかけて、主に「観点 B」に対応した問題が中学年から高学年にかけて扱われている。問題の系統的な配列が意識されていたことが伺える。図形を相互に関係づけてみることは、図形概念の形成、発展につながると考えられ、「現代化」の時代に、特に小学校を中心に多くの実践研究が行われた。しかし、図形の包摂関係などの理解は子どもに対して難しいとされ、小学校の学習内容からほとんど削除された経緯がある(岡崎, 1999)。

総じて、「観点 A」と「観点 B」に関わる問題の扱いは、緑表紙教科書の頃にも中学年の一部にあった。それが「現代化」時代には低学年から高学年まで幅広く扱われるようになった。そして、現行の教科書にも一部に扱いはあるものの、その規模は大幅に小さくなっていると考えられる。

5 現在の児童の実態

ここでは、現在の児童が 2 つの観点の考察を働かせることについて、どのような実態があるかを、調査を通して考察する。

(1) 調査の目的と方法

「現代化」の時代に扱われていた問題に対して、現在の児童の「観点 A」と「観点 B」の考察に関する実態を明らかにすることを目的として調査を行う。

「現代化」の時代に扱われていた問題をもとに

した調査問題を作成し、紙面調査を実施する。実施にあたっては、当時と同様、ものさし・コンパス・分度器は使わないで考えるように指示する。

(2) 調査対象と実施時期

調査の対象は、公立小学校の児童(4年生82名、5年生65名、6年生93名、計240名)である。令和5年3月中旬に実施した。

(3) 調査問題の特徴

調査問題は、次の2問である。

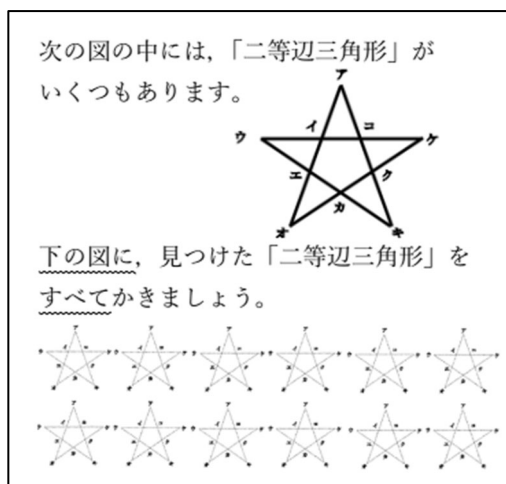


図 18 調査問題 1 (二等辺三角形)

1 問目は図 18 で、主に、「観点A」との対応を意識して設定した。「現代化」の時代の問題(図 5)を一部改良して、見出した二等辺三角形をなぞる問題とした。

全部で 10 種類二等辺三角形を見出すことができる。本稿では、その内 5 つの小さな二等辺三角形(△アイコ、△ケコク、△キクカ、△オカエ、△ウエイ)を、【小の二等辺三角形】、他の 5 つの大きな二等辺三角形(△イオケ、△コウキ、△クアオ、△カケウ、△エキア)を、【大の二等辺三角形】と呼ぶ(それぞれ【小】、【大】と略す)。

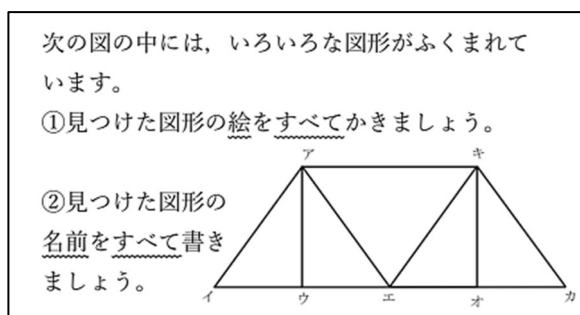


図 19 調査問題 2 (多様な図形)

2 問目は図 19 で、主に「観点B」との対応を意

識して設定した。「現代化」の時代の問題(図 7)を一部改良した。設問①を「絵をかきましょう」とした意図は、図形の「形」の側面を多様に見出させるためである。設問②を「図形の名前を書きましょう」とした意図は、設問①から見出した形を図形として認識する様相を捉えることを意識したためである。

解答は、三角形 7 種類(△アイエ、△キエカ、△アエキ、△アイウ、△アウエ、△キエオ、△キオカ)、長方形 1 種類(アウオキ)、平行四边形 2 種類(アイエキ、アエカキ)、台形 4 種類(アイオキ、アウカキ、アウエキ、キオエア)が想定される。台形は、アイカキも挙げられるが、解答例として図示した(図 20)ため、今回は分析の対象から外した。

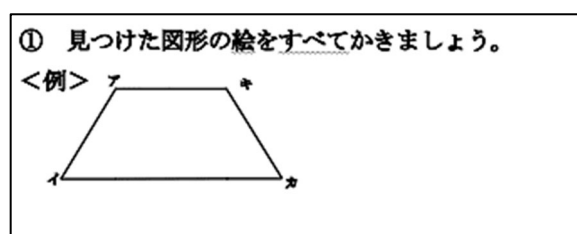


図 20 調査問題 2 の解答欄に示した解答例

(4) 分析の観点：【線入り】と【フレーム】

本調査の解答の対象となる図形は、次の 2 種類に分けることができる。一つは、「その基本図形が、図形を構成する辺以外の線を内部に含むもの」である。例えば、調査問題 1 では△ウカケである。大きな二等辺三角形としての△ウカケの内部に、その三角形を構成する辺以外である線分アイエと線分コクを含んでいる。調査問題 2 では、長方形アウオキが、その例である。本稿では、このタイプの図形を、【線入り】と呼ぶ。

もう一つは、「その基本図形が、図形を構成する辺以外の線を内部に含まないもの」である。例えば、調査問題 1 では△アイコである。小さな二等辺三角形としての△アイコの内部に、それ以外の線は含まれない。調査問題 2 では、△アエキが例である。本稿では、このタイプの図形を、【フレーム】と呼ぶ。

【フレーム】の図形を考察することは、主に、「観点A」に関連し、【線入り】の図形を考察することは、主に、「観点B」に関連すると考える。これらの観点を、結果の分析と考察に用いる。

(5) 調査問題1の結果の分析と考察

「観点A：一つの図形の特徴を念頭に固定して考察する」ことの様相について、児童が見出した

【小】と【大】の「個数」の側面から分析する。ここでは、無回答と誤答(二等辺三角形ではない図形)を0個、見出した数が1個、複数見出した数が2～4個、全て見出した数が5個という項目で集計する。表1は、その割合をまとめた結果である。なお、本稿の表の数値は、すべて小数第2位を四捨五入した値である。

表1 【小】と【大】を見出した割合(%)

		4年	5年	6年
小	0	20.7	23.1	18.3
	1	3.7	1.5	6.5
	2～4	7.3	3.1	4.3
	5	68.3	72.3	71.0
	合計	100.0	100.0	100.0
大	0	32.9	26.2	22.6
	1	6.1	1.5	1.1
	2～4	20.7	23.1	28.0
	5	40.2	49.2	48.4
	合計	100.0	100.0	100.0

【小】に焦点を当てると、0個が18.3%～23.1%、5個が68.3%～72.3%の範囲でみられる。

【大】は、0個が22.6%～32.9%、5個は40.2%～49.2%での範囲でみられる。

【小】は【フレーム】、【大】は【線入り】に該当する。5個を見出した割合に着目すると、どの学年でもその値の関係は、【小】>【大】であることから、【フレーム】の方が、【線入り】よりも見出しやすい傾向があるとも見ることができる。

次に、【小】を見出した個数と【大】を見出した個数とをクロス集計した。

第4学年についての結果が表2である。

表2 第4学年のクロス集計の結果(%)

		大				
		0	1	2～4	5	合計
小	0	13.4	0.0	3.7	3.7	20.8
	1	2.4	0.0	0.0	1.2	3.6
	2～4	3.7	1.2	2.4	0.0	7.3
	5	13.4	4.9	14.6	35.4	68.3
	合計	32.9	6.1	20.7	40.3	100.0

【小】と【大】の両方が0個は13.4%、【小】と【大】ともに5個が35.4%である。【小】が5個と【大】が0個は13.4%である。

第5学年についての結果が表3である。

表3 第5学年のクロス集計の結果(%)

		大				
		0	1	2～4	5	合計
小	0	12.3	0.0	4.6	6.2	23.1
	1	1.5	0.0	0.0	0.0	1.5
	2～4	0.0	0.0	0.0	3.1	3.1
	5	12.3	1.5	18.5	40.0	72.3
	合計	26.1	1.5	23.1	49.3	100.0

【小】と【大】の両方が0個は12.3%、【小】と【大】ともに5個が40.0%である。【小】が5個と【大】が0個は12.3%である。

第6学年についての結果が表4である。なお、小数第2位を四捨五入した数値を用いている関係から、合計欄の数値が100.2となっている。

表4 第6学年のクロス集計の結果(%)

		大				
		0	1	2～4	5	合計
小	0	10.8	0.0	2.2	5.4	18.4
	1	1.1	1.1	4.3	0.0	6.5
	2～4	1.1	0.0	3.2	0.0	4.3
	5	9.7	0.0	18.3	43.0	71.0
	合計	22.7	1.1	28.0	48.4	100.2

【小】と【大】の両方が0個は10.8%、【小】と【大】ともに5個は43.0%である。【小】が5個と【大】が0個は9.7%である。

以上のことから、次の特徴を読み取ることができる。表1より、どの学年も、【小】を2個以上見出す割合が7割を超えている(学年順に、75.6%、75.4%、75.3%)ことから、【小】は複数見出すことができています。一方、どの学年も【大】を5個全て見出した割合が50%を満たしていないことから、【大】を複数見出すことに課題があると考えられる。

また、【小】も【大】も0の割合が、各学年約20%見られ、複合図形から特定した図形を見出すことに困難さを感じている児童がいると考えられる。

表2・3・4を照らし合わせると、【小】と【大】ともに0の割合が13.4%、12.3%、10.8%と学年が上がるにつれて減少している。【小】と【大】ともに5個見出した割合は、35.4%、40.0%、43.0%と高まっている。このことから、学年進行に伴って、複数の図形を見出すことが徐々にできるようになっていると考えられる。

(6) 調査問題2の結果の分析と考察

① 図形を見出す観点に着目した分析

調査問題2に対する解答で、図形の種類ごとに【線入り】と【フレーム】に分けて、見出した割合を集計する。

まず、三角形に関しては、「無回答・誤答」、【フレーム】(△アエキ、△アイウ、△アウエ、△キエオ、△キオカ)、【線入り】(△アイエ、△キエカ)、「両方」(【フレーム】と【線入り】)の項目で分類する。ここで、「両方」については、全ての図形を網羅していなくても、例えば、【フレーム】に該当する図形1個、【線入り】に該当する図形1個などを見出すことができれば、カウントする。

長方形、平行四辺形、台形については、全て【線入り】に該当することになる。そこで、該当するものを1個でも見出していけば「見出した」とし、他は「無回答・誤答」と分類する。

以上の観点からまとめたものが表5である。

表5 調査問題2の解答状況(%)

		4年	5年	6年
三角形	無回答・誤答	22.0	7.7	9.7
	フレームのみ	34.1	35.4	14.0
	線入りのみ	6.1	1.5	3.2
	両方	37.8	55.4	73.1
長方形	無回答・誤答	50.0	36.9	24.7
	見出した	50.0	63.1	75.3
平行四辺形	無回答・誤答	82.9	72.3	54.8
	見出した	17.1	27.7	45.2
台形	無回答・誤答	96.3	86.2	71.0
	見出した	3.7	13.8	29.0

三角形の【フレーム】のみと【線入り】のみに着目してみると、4年が34.1%と6.1%、5年が35.4%と1.5%、6年が14.0%と3.2%である。割合の値の関係は、どの学年も【フレーム】>【線入り】である。「両方」を見出す割合は、学年進行に伴って高まり、4年から5年へは、37.8%から55.4%へと17.6%ポイントの増加、5年から6年へは、55.4%から73.1%へと17.7%ポイントの増加がある。長方形を見出す割合は、学年順に、50.0%、63.1%、75.3%へと増加している。また、平行四辺形については、学年順に、17.1%、27.7%、45.2%へと増加している。さらに、台形については、学年順に、3.7%、13.8%、29.0%へと増加している。

表5より、学年が上がるにつれて、三角形は【フレーム】と【線入り】の両方を見出す割合が高まるとともに、長方形、平行四辺形、台形を見出す割合が高まっている。これらから、学年が上がるにつれて、複合図形から多様な図形を見出すことができるようになってきていると考えられる。この結果は、調査問題1の傾向とも同じである。

三角形に焦点を当ててみると、各学年において【線入り】と【フレーム】では大幅に割合が異なり、【フレーム】の方が割合は高く、児童にとって見出しやすいと考えられる。

無回答の割合は、各学年ともに台形が一番高く、台形を見出すことが児童にとって難しいと考えられる。一方、長方形は【線入り】であるにもかかわらず、平行四辺形や台形と比べると見出す割合がどの学年も5割を超えていることから、児童にとって比較的に見出しやすいことが分かる。算数科では、三角形や長方形は第2学年で学習する。長方形は児童の身のまわりにも多くあり、図形に慣れ親しむ機会が多いことが、この要因として考えられる。

② 【線入り】の図形の関連に着目した分析

調査問題2は、三角形については、【フレーム】と【線入り】とがあり、平行四辺形や台形については、【線入り】という特徴をもつ。そこで、三角形について、【線入り】を見出した状況と平行四辺形や台形について見出した状況との関係を、クロス集計する。

第4学年についての結果が表6である。

表6 第4学年の結果(%)

		平行四辺形		台形	
		無・誤	見出した	無・誤	見出した
三角形	無回答・誤答	22.0	0.0	22.0	0.0
	フレームのみ	34.1	0.0	34.1	0.0
	線入り(両方含)	26.8	17.1	40.2	3.7

平行四辺形を見出した17.1%と台形を見出した3.7%の全員が、三角形の【線入り】を見出している。なお、台形を見出した3.7%の内の1.7%が平

行四辺形も見出している。三角形が「無回答・誤答」の22.0%は、平行四辺形と台形も「無回答・誤答」であり、同じ児童であった。

同様に、第5学年における状況をまとめたものが表7である。

表7 第5学年の結果(%)

5年65人		平行四辺形		台形	
		無・誤	見出した	無・誤	見出した
三角形	無回答・誤答	7.7	0.0	7.7	0.0
	フレームのみ	32.3	3.1	32.3	3.1
	線入り(両方含)	32.3	24.6	46.2	10.8

平行四辺形を見出した27.7%(3.1+24.6=27.7)の内の24.6%分(平行四辺形を見出した人数全体の88.8%)が、三角形の【線入り】も見出している。さらに、台形を見出した13.8%(3.1+10.8=13.8)の内10.8%分(台形を見出した人数全体の78.3%)が、三角形の【線入り】も見出している。なお、台形を見出したこの10.8%に該当する児童は、平行四辺形も見出している。「無回答・誤答」の7.7%は、4年と同様、三角形、平行四辺形、台形の全てが無回答で、同じ児童であった。

最後に、第6学年における状況をまとめたものが表8である。

表8 第6学年の結果(%)

6年93人		平行四辺形		台形	
		無・誤	見出した	無・誤	見出した
三角形	無回答・誤答	9.7	0.0	9.7	0.0
	フレームのみ	11.8	1.1	12.9	1.1
	線入り(両方含)	33.3	44.1	48.4	28.0

平行四辺形を見出した45.2%(1.1+44.1=45.2)の内44.1%分(平行四辺形を見出した人数全体の97.6%)と、台形を見出した29.1%(1.1+28.0=29.1)の内28.0%分(台形を見出した人数全体の96.2%)が、三角形の【線入り】も見出している。また、台形と【線入り】の三角形を見出した28.0%は平

行四辺形も見出している。「無回答・誤答」の9.7%は4年、5年と同様に、三角形、平行四辺形、台形の全てが無回答で、同じ児童であった。

③ 調査問題2の結果を踏まえた考察

平行四辺形を見出した児童の中で、4年全員、5年88.8%、6年97.6%の児童が三角形の【線入り】を見出している。さらに、台形を見出した児童の中で、4年全員、5年78.3%、6年96.3%の児童が三角形の【線入り】を見出している。このことから、平行四辺形や台形を見出すことができる児童は、三角形の【線入り】も見出すことができると考えられる。なお、台形と三角形の【線入り】を見出した高学年の児童全てが、平行四辺形も見出しているという結果であった。台形を見出すことができるようになることが、平行四辺形や三角形の【線入り】など、多様な図形を見出すことにつながっている可能性がある。

次に、「無回答・誤答」の割合に着目すると、三角形について「無回答・誤答」である22.0%、7.7%、9.7%の児童は、平行四辺形、台形のいずれも「無回答・誤答」であった。このことから、三角形を見出すことが難しければ、四角形を見出すことも難しいことが考えられる。

(7)「観点A」と「観点B」に関する児童の実態調査の結果、次の実態が明らかになった。

まず、調査問題1について、【小】は、各学年ともに7割程度の児童が見出すことができている(表2:4年が68.3%、5年が72.3%、6年が71.0%)。調査問題1の複合図形に対して、「観点A」に該当する、「二等辺三角形の特徴を念頭に、【小】を見出す考察」は、比較的よくできると考えられる。しかし、各学年ともに、【大】は、それと比べて見出しにくい結果であった(表1)。【小】と【大】の両方とも全てを見出した割合は学年に応じて高まるものの、結果としては、学年順に、35.4%、40.0%、43.0%と、6年でも半分に達していない(表2~4)。

次に、「観点B」については、調査問題2の複合図形に対して、「複数の図形の特徴を流動的に念頭におきかえながら考察する」ことの実態として、「三角形」と「長方形」については、比較の見出すことができているが、「平行四辺形」と「台形」については、見出しにくい結果であった(表5)。

特に台形を見出すことができた割合は、学年順に、3.7%、13.8%、29.0%と低く留まる結果であった。

調査問題 1, 2 を通じて、【フレーム】と【線入り】では、後者の方が見出しにくい結果であることから、「観点 A」と比べて、「観点 B」の方の考察に、児童は困難を感じていることが伺える実態が明らかとなった。

6. まとめと今後の課題

(1) 本研究のまとめ

本稿では、「現代化」の時代の論考や「解説算数編」を手掛かりにして、「統合的・発展的に考察する」ことについて検討した。そして、本稿においては、「統合的な考察」と「発展的な考察」を一体的に捉える立場をとり、「統合的・発展的に考察する」とは、「異なる複数の事柄を、固定的・確定的な観点からだけでなく、絶えず考察の範囲を広げていくことで新しい知識や理解を得ようと考察すること」と規定した。

さらに、「現代化」の時代の図形指導に関する論考をもとに検討し、図形領域における「統合的・発展的に考察する」ことを、「観点 A：一つの図形の特徴を念頭に固定して考察する」と、「観点 B：複数の図形の特徴を流動的に念頭におきかえながら考察する」ことを一体的に行うこととして具体化した。

次に、「現代化」の時代に扱われていた「観点 A」や「観点 B」に対応する問題を抽出し、複数の具体例を示した。また、この2つの観点を働かせて考察する問題は、『尋常小学算術』（緑表紙教科書）の頃から一部に扱いがあり、「現代化」の時代に、それが幅広く扱われ、今日ではあまり見られなくなったことを明らかにした。

最後に、「観点 A」と「観点 B」の考察に関する現在の児童の実態を明らかにするため、紙面調査を行った。その結果、各学年共に、「観点 A」よりも「観点 B」の考察を働かせることに困難を感じる傾向があること、また、ある基本図形が、その図形を構成する辺以外の線を内部に含むか否かで児童の見出しやすさに違いがあること、平行四辺形や台形を見出すことが特に困難であること等の実態を、事例的に明らかにした。

(2) 今後の課題

児童の思考の様相を明らかにするには、紙面調査だけでは限界がある。児童の「統合的・発展的に考察する」ことの様相を、より精緻に知るには、授業における児童の活動を対象に分析、考察することが必要である。既に、指宿(2023)をはじめとした授業実践を通じた追究を始めているところであり、その取り組みを一層推進したい。また、本稿の調査によって、調査問題 2 に対して平行四辺形や台形を見出すことができる児童は、三角形（【線入り】）も見出すことができていたことが分かった（表 6～8 に関する考察から）。このような知見に基づき、児童の「統合的・発展的な考察」を促す教材や学習指導法の追究を深めていきたい。

注

- 1) 次の出版社および発行年の教科書を、分析対象とした。アルファベット順に掲載する。
 - ・ 大日本図書：1968, 1971, 1977, 1980, 1983, 2021 年
 - ・ 学校図書：1970, 1971, 1977, 1978, 1980, 1983, 1989, 2021 年
 - ・ 教育出版：1970, 1971, 1973, 1978, 1980, 1983, 1986, 1992, 1995, 2021 年
 - ・ 啓林館：1960, 1961, 1962, 1970, 1975, 1976, 1977, 1979, 1980, 1982, 1983, 1991, 1992, 2021 年
 - ・ 日本文教出版：2021 年
 - ・ 大阪書籍：1971, 1972, 1975, 1976, 1977, 1980, 1983, 1986, 1989, 1992, 1996, 2000 年
 - ・ 東京書籍：1971, 1974, 1977, 1980, 1983, 1986, 1992, 1995, 2021 年
 - ・ 中教出版：1968 年

謝辞

調査にご協力いただいた児童の皆さん、先生方に感謝申し上げます。

付記

本研究は、奈良教育大学大学院教育学研究科の学位研究報告書の一部である。

引用・参考文献

- 阿部浩一(1969). 図形指導の現代化. 川口延・中島健三・中野昇・原弘道, 算数教育現代化全書(5)図形(pp.3-33). 金子書房.
- 藤井斉亮ほか(2021). 新しい算数 6. 東京書籍.
- 橋口晋(1972). 指導編. 日本数学教育会, 図形とその指導(小学校編). (pp.51-70). 明治図書.
- 橋本純次ら(1977). 新訂算数 3 年下. 啓林館.
- 橋本純次ら(1976). 新訂算数 4 年上. 啓林館.
- 橋本純次ら(1977). 新訂算数 5 年上. 啓林館.
- 一松信ら(2021). 小学校算数 5 年上. 学校図書.
- 指宿麻衣(2023). 複合図形から多様な図形を見いだす子どもの様相に関する一考察. 全国数学教育学会第 58 回発表資料.
- 加藤国雄ら(1978). 小学校算数 3 年下. 学校図書.
- 加藤国雄ら(1978). 小学校算数 4 年上. 学校図書.
- 啓林館(1970). 復刻版尋常小学算術第三学年児童用下. 啓林館. (原著出版 1938 年)
- 啓林館(1970). 復刻版尋常小学算術第四学年児童用上. 啓林館. (原著出版 1939 年)
- 国立教育政策研究所(2001). 学習指導要領.
<https://erid.nier.go.jp/files/COFS/s43e/index.htm> (2023.10.26 参照)
- 文部科学省(2018). 小学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説算数編. 日本文教出版.
- 中島健三(1968). 小学校新教育課程講座一算数一. 帝国地方行政学会.
- 中島健三(1969). 新学習指導要領の基本的考え方. 川口延・中島健三・中野昇・原弘道, 算数教育現代化全書(1)算数教育現代化一総論(pp.138-169). 金子書房.
- 中島健三(2015). 算数・数学教育と数学的な考え方: その進展のための考察(復刻版). 東洋館出版社. (原著出版 1982 年)
- 岡崎正和(1999). 図形を定義する活動の位置づけに関する基礎的考察: 図形の相互関係の理解に関する調査と関連して. 全国数学教育学会誌 数 学 教 育 学 研 究 . 5 , 101-110 .
https://doi.org/10.24529/jasme.5.0_101
- 塩野直道・橋本純次ほか(1973). 改訂算数指導書第一部総説. 啓林館.

相馬一彦ほか(2021). たのしい算数 3 年. 大日本図書.

- 高橋睦男ら(1977). 小学算数 2 年上. 大阪書籍.
- 高橋睦男ら(1977). 小学算数 2 年下. 大阪書籍.
- 高橋睦男ら(1977). 小学算数 4 年下. 大阪書籍.
- 田島一郎(1972). はしがき. 日本数学教育会, 図形とその指導(小学校編). (pp.1-2). 明治図書.
- 坪田耕三ほか(2021). 小学算数 4 上. 教育出版.
- 宇喜多義昌ら(1978). 新版算数 2 年上. 教育出版.

学習者用デジタル教科書を活用した授業改善とモデルの構築

－生徒が自ら学びをデザインする中学校英語科の授業－

天王寺谷 圭司

鳴門教育大学大学院学校教育研究科

Improvement of Teaching and Development of a Model Using Digital Textbooks for Learners

－Junior High School English Classes Where Students Design Their Own Learning－

TENNOJIYA Keiji

Graduate School of Education, Naruto University of Education

本研究では、中学校英語科において生徒がコミュニケーションを図る資質・能力と、生徒が自ら学びをデザインする力を育成するために、学習者用デジタル教科書（以下、「デジタル教科書」）の効果的な活用を考えた単元モデルを構築する。そして、次の2つの課題について明らかにすることを目的とした。

- ①中学校英語におけるデジタル教科書の効果的な活用とはどのようなものか。具体的には、現状の機能のようなものであれば、個別最適な学びのために家庭学習において使われるべきではないだろうか。
- ②①の活用を含め、生徒が自ら学びをデザインする場面を含む単元モデルとして本研究で提案する「WDCR サイクル」及び「JDCR サイクル」は、生徒のハードスキル（知識・技能）とソフトスキル（コミュニケーション能力や自己調整力等）の両方の獲得を促進するのか。

研究、授業実践、そしてアンケートの分析から、次のことが明らかになった。

①については、「家庭学習において」と限定されるものではないが、個別最適な学びのために各生徒の必要に応じて使われる際に効果的である。それは、「言語活動」ではなく「練習」の段階においてデジタル教科書の効果的な活用方法が考えられるからである。そして、学校では対面でクラスメイトや教師との協働的な学びができるからである。

②については、本単元モデルでの学びを通して、ハードスキルとソフトスキルの両方の獲得が促進されることが確認できた。この要因として、各サイクル内のステージ、特にデザインのステージが大変効果的であったからだと考えられる。

キーワード：中学校英語科，学習者用デジタル教科書，
生徒による学びのデザイン，単元モデル，ソフトスキル

1. はじめに

(1) 背景

① 筆者の個人的課題

筆者は中学校で英語を担当する現職教員である。数年前に授業者として公開授業をした際、授業後の授業研究会で、「やらされ感満載の授業」と参観者から言われた経験がある。以降、生徒が「やらされ感」を持たない授業を目指して、授業改善の試行錯誤が続いた。そのような中、養手(2021)の「自由進度学習」や奈須(2021)の「自己決定的学習」などに感銘を受け、自分の授業を大きく変える必要性をより一層感じた。

2021年12月、文部科学省が2022年度から、英語のデジタル教科書を無料配信する実証実験を始める方針との報道があった。この報道から、授業での私たち教師の役割は、「教える」ではなくなるのではないだろうか考えるようになった。たとえば、教師は一斉授業で計画どおりに生徒に発音練習をさせてきたが、学習者デジタル教科書(以下、「デジタル教科書」)が導入されれば、音声機能等を活用して生徒は自分の状況に合わせて何度も音声確認や発音練習ができる。そうすると、教師が教えなくても生徒が自分たちで進められる範囲が広がるのではないだろうか。

これらのことがつながり、デジタル教科書を活用して、生徒が自ら学びをデザインする英語教育ができないか考えた。

② デジタル教科書活用の現状

デジタル教科書については、「フロントランナーがいないチャレンジングな試みである」(山下2021, p. 12)のような見解が、各論文や資料等から確認できる(金児ほか2022; 株式会社富士通総研2023 など)。デジタル教科書の活用に関する研究や実践はまだ少なく、現場においても試行錯誤が続いているのが現状である。

(2) 目的

本研究では、中学校英語科において生徒がコミュニケーションを図る資質・能力と、生徒が自ら学びをデザインする力を育成するために、デジタル教科書の効果的な活用を考えた单元モデルを構築する。そして、次の2つの課題について明らかにすることを目的とする。

① 中学校英語におけるデジタル教科書の効果的な活用とはどのようなものか。具体的には、現状の機能のようなものであれば、個別最適な学びのために家庭学習において使われるべきではないだろうか。

② ①の活用を含め、生徒が自ら学びをデザインする場面を含む单元モデルとして本研究で提案する「WDCR サイクル」及び「JDCR サイクル」は、生徒のハードスキル(知識・技能)とソフトスキル(コミュニケーション能力や自己調整力等)の両方の獲得を促進するのか。

2. デジタル教科書の効果的な活用に向けて

(1) デジタル教科書使用への懸念

2022年7月、A県B中学校第2学年を対象に、デジタル教科書を使う体験を目的とした授業を実践した。ある单元内の1つのパートを扱い、本文内容を基に英語の4技能5領域のうち「書くこと」に該当する到達目標を設定した。

対象となった生徒の前年度(第1学年時)の英語担当は筆者であった。その際にはデジタル教科書を使わなかったため、生徒たちは従来型の口頭での練習や言語活動が多い授業スタイルに慣れていた。そのため、初めてデジタル教科書を使い、個別学習の時間が多くなった授業に違和感があり、困惑している様子が感じられた。

授業後のアンケートでは、デジタル教科書を使った授業に肯定的な記述も多く見られた一方で、「人とかかわりが減りそう」「授業の中で無言の時間が増える」など、デジタル教科書を使う経験をしたからこそ感じる懸念も複数見られた。

(2) デジタル教科書活用が効果的な範囲

この授業実践の反省から、デジタル教科書が効果的な範囲を整理することにした。

山田(2022)は学習指導要領に基づき、「言語活動」を「知識及び技能を活用し、思考力、判断力、表現力等を育成するために取り組ませるもの」、「練習」を「言語材料について理解したり練習したりする活動」としている。

(現状の)デジタル教科書は、たとえば必要な時に必要な回数を再生して発音の確認ができるので、個別最適な学び、具体的には家庭学習におけ

る「練習」で使用するのがよいだろう。一方、学校においては家庭学習と異なり、生徒たちがクラスメイトや教師と対面で取り組む協働的な学びを行うことができるので、デジタル教科書を使わずに「言語活動」を取り入れるのがよいだろう。

ただし、生徒たちはデジタル教科書をこれまでほとんど活用していないため、それを生かした「練習」についてイメージを持っていないと予想された。そこで、生徒が家庭で個別最適な学びを進めることができるよう、上山(2011, 2016)を参考に、勉強方法の一例をまとめたシート(付録 1)を作成し、後述する実践で活用した。

3. 単元モデル

山本(2019)や木村ほか(2020)を参考に、単元全体の「WDCR サイクル」と各授業の「JDCR サイクル」から成る単元モデルを構築した(図 1)。

教師の準備として、単元の目標と教師がめざす生徒像から、単元最後に生徒に達成してほしいパフォーマンス課題(Common Mission : CM)を設定する。加えて、生徒が意欲的に学びを始められるように、たとえば藤村ほか(2006, p. 132)の「問題発見の 4 つの方法」を活用するなどして、生徒が CM と出会う場の工夫をする。ここから、本研究で提案する単元モデルの学びが始まる。

(1) WDCR サイクル

単元全体のモデルであり、次の W・D・C・R の 4 つのステージから成る。それらが各単元で繰り返されることから、WDCR サイクルとする。

WONDER 新単元での学びの始まり。生徒は CM と出会い、自身の疑問を持つ。

DESIGN 学びの中核部分であり、次の 3 つの段階から成る。①生徒が学びのゴールを確認し、自身の現状からの達成を見通す段階(SEE)。CM をよりよく達成するためにはどのようなことを知ったり身につけたりしていくべきかという、単元を通して追究したい自分自身の問い(My Question : MQ)を各生徒が設定する。②SEE に基づき学びを計画する段階(PLAN)。Schedule for Class ○(後述)や My Design Sheet (MDS, 後述)を活用しながら、自分の学びをデザインする。③PLAN に基づいた学びを試行錯誤しながらやり遂

げる段階(LEARN)。ここには学校での学びと家庭での学びを往還する。

生徒は、①～③の学びの中で、MQ に対して自分が導き出した答え(My Answer : MA)を MDS に蓄積していく。

CHALLENGE 学びの成果を発揮してパフォーマンス課題に挑戦する。MA を意識することによって、CM がよりよく達成できることを目指す。

REFLECT 単元の学びの成果や課題を振り返り、次の学びがよりよいものになるようにつなげる。

(2) 家庭学習と JDCR サイクル

JDCR サイクルは、単元導入(第 1 時)やパフォーマンステスト、単元の振り返りを除く基本的な授業のモデルであり、WDCR サイクルの DESIGN における LEARN の段階に当たる。

単元導入では、WDCR サイクルの WONDER から DESIGN の PLAN までを進める。これによって帰宅してから、My Design Sheet @Home を基にした学習ができる。家庭では、デジタル教科書や Microsoft Teams の Reading Progress (Microsoft が提供している音読練習用ツール)、翻訳サイトなどを活用しながら、単元のゴールの達成に向けた個別最適な学びを進めていく。

単元第 2 時以降は、次の J・D・C・R の 4 つのステージから成るモデルで進めていく。

Join 生徒たちがそろって授業に参加するために必要な学習活動(帯活動など)に取り組む。

Design その授業で達成したい目標(Today's Aim : TA)を生徒自身が設定し、TA に基づいた学びをデザインし実行する。並行して教師は、生徒と 1 on 1 (ピョートル 2023, p. 296)をしたり個に応じた指導をしたりする。

Check 教師が必ず教えておきたい学習内容を解説したり、生徒が一斉に学習活動に取り組む場を設定したり、Design で見えた良かった点や課題点などをフィードバックしたりする。

Reflect TA に対する振り返りを R80(中島 2016)で書く。それを授業支援アプリにアップし、クラスメイトと共有できるようにする。その記述を次の授業でクラスメイトが見て、他者の学びを自分の学びにつなげながら、新たに TA を設定したり家庭学習の改善に生かしたりする。

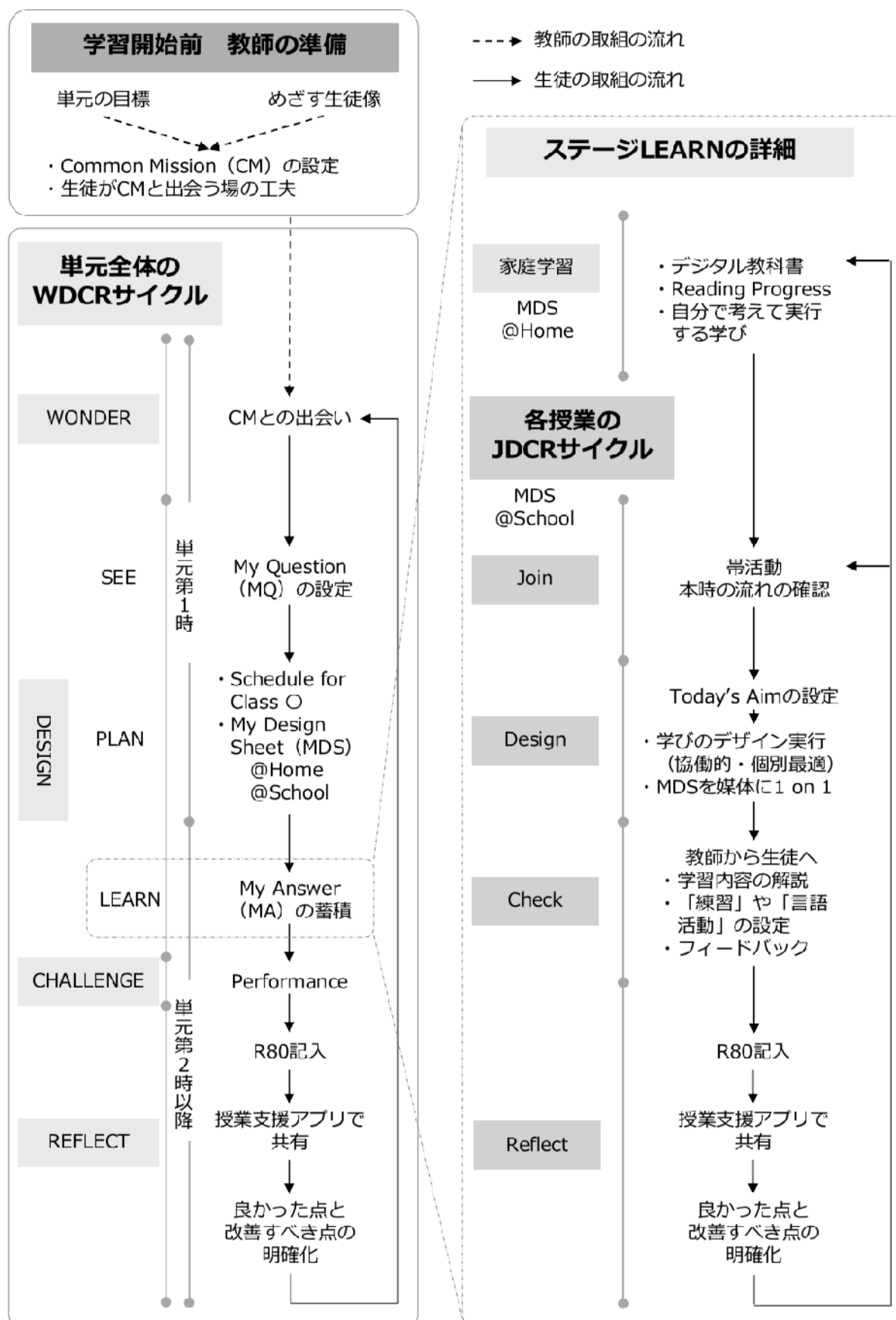


図1 「WDCR サイクル」と「JDCR サイクル」から成る単元モデル

4. 自分で学びをデザインできるようになる工夫 (1) Schedule for Class O (付録2)

CM に関する詳細の説明とともに、授業計画が確認できるカレンダーを入れた1枚のシートを作成した。カレンダー形式にするメリットとして、授業がいつあるのかだけでなく、授業と授業の間の日数がどれぐらいなのか、休日ははさむのか、自分の都合を重ねるとどのような学びのデザインをすべきなのかなどが、視覚的にわかりやすくなり、見通しを持ちやすくなることが考えられる。

なお、各クラスで授業日が異なるため、シート名を「Schedule for Class 3」のようにして、各学級別に授業日に対応したカレンダーを作成した。

(2) My Design Sheet @Home(MDS@Home)

主に家庭学習で何をするか、どの程度学べたかの自己評価を記録、可視化するために、生徒が使用するシートが MDS@Home (図2)であり、藤本(2015)の「ゲーミフィケーション」などを参考に作成した。教師が生徒に取り組んでもらうべきと考えた10個の学習活動を提示し、生徒は Schedule を確認しながら各自の学びのデザインに

合わせて取り組む。さらに、取組の進捗状況を確認したり、取組による自分の成長を感じたりできるように、My EXP (自分の経験値) のボックスを自分で塗りつぶしていく方法を取り入れた。

10個の学習活動のうちの1つは、「自分で考えて実行する学び」である。この項目について、生徒自身が自分の弱点の克服やCMの達成へ向けたより良い個別最適な学びに取り組みやすくするために、前述したとおり、デジタル教科書を活用した勉強方法の一例をまとめたシートを作成した。大津(2022, p. 107)は「学習の方法は人それぞれ異なるのです。要は努力であり、結局は、その努力をいかにして継続させることができるかということに行き着くことになります。英語学習に『王道』というものがあるとしたら、これこそがまさにその王道といえるでしょう」と述べている。各生徒が自分で選択した学びに取り組む、継続することができることを目指し、『自分で考えて実行する学び』の記録」を記入するスペースを設けた。

さらに Reading Progress について、発音の正解率を得点として記入する枠を設けた。ゲーム感覚で

Unit 4 ~ GfC 3 My Design Sheet @Home			Class() No.() Name()																																						
学びのスタイル	英語の4技能	学びの内容	家庭学習での学びの予定 ★取組の予定日や期限など自分でわかりやすく記入 ★修正は消さずに違う色で記入するとわかりやすい	My EXP (経験値: 自己評価で記入) 取組状況に応じて□を塗り■を増やし最後に■の数をスコアとして右に記入																																					
学びのデザイン	①	【計画】自分の学びを適切にデザインできた。	【取組や振り返りをするにあたって大切にしたいこと】	□□□□□□□□ /10																																					
	②	【調整】自分の学びの状況を考えて、学びのデザインを調整しながら進められた。	○自分の予定を考えたり身に付けたい力を考えたりして、計画・調整・実行できたか。	□□□□□□□□ /10																																					
	③	【実行】自分の学びのデザインを、頑張ってやり遂げることができた。	○今後の学びをよりよくするアイデアを得られたか。	□□□□□□□□ /10																																					
個別	④	聞く デジタル教科書で新出語句と本文の発音を聞き、発音練習ができた。		□□□□□□□□ /10																																					
	⑤	(英語なら)書く My Question(MQ)を、My Design Sheetに疑問文で書けた。		□□□□□□□□ /10																																					
	⑥	(英語なら)書く My Answer(MA)を導き出し、My Design Sheetに書けた。		□□□□□□□□ /10																																					
	⑦	話す・書く Common Mission(CM)に対するベストのパフォーマンスができた成果物を完成させたりすることができた。		□□□□□□□□ /10																																					
	⑧	聞く・書く 読む・話す ④~⑦以外の学びを、自分で考えて実行できた。 ★学習方法の例はScheduleシートの裏を参照し、取組の記録は下に記入。		□□□□□□□□ /10																																					
協働	⑨	話す ペアやグループ等で英語で話さとき、活動を進めるためにたくさん話せた。		□□□□□□□□ /10																																					
	⑩	話す・書く 協力してMQを決めたりCMの達成に向けて活動したりと、活発なペアやグループの活動に貢献しながら学びを進められた。		□□□□□□□□ /10																																					
⑧「自分で考えて実行する学び」の記録			記入方法: 月/日(曜) どんなことをしたか ○・○・△ ★その日に実行したことを1つの枠にすべて記入する。 ★失敗は財産。失敗例を知れば、なくせる失敗が増える! その日の学びを振り返り、やり遂げた感を自己評価し ★この学びに取り組めるかどうか、そして継続できるかどうか、あなたの英語力アップを大きく左右する! ○でかこむ																																						
<table border="1"> <tr><td>/ ()</td><td>○・○・△</td><td>/ ()</td><td>○・○・△</td></tr> <tr><td>/ ()</td><td>○・○・△</td><td>/ ()</td><td>○・○・△</td></tr> <tr><td>/ ()</td><td>○・○・△</td><td>/ ()</td><td>○・○・△</td></tr> <tr><td>/ ()</td><td>○・○・△</td><td>/ ()</td><td>○・○・△</td></tr> <tr><td>/ ()</td><td>○・○・△</td><td>/ ()</td><td>○・○・△</td></tr> <tr><td>/ ()</td><td>○・○・△</td><td>/ ()</td><td>○・○・△</td></tr> <tr><td>/ ()</td><td>○・○・△</td><td>/ ()</td><td>○・○・△</td></tr> <tr><td>/ ()</td><td>○・○・△</td><td>/ ()</td><td>○・○・△</td></tr> </table>			/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△	My EXP 合計 /100 Reading Progress スコア ()月()日()曜日 ()時までにTeamsで提出する ⇒得点は提出後に返却されてから記入 <table border="1"> <tr><td>Part 1</td><td>/100</td></tr> <tr><td>Part 2</td><td>/100</td></tr> <tr><td>Part 3</td><td>/100</td></tr> </table> 3回の平均 ★少数第1位を四捨五入し整数で /100	Part 1	/100	Part 2	/100	Part 3	/100
/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△																																						
/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△																																						
/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△																																						
/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△																																						
/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△																																						
/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△																																						
/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△																																						
/ ()	○・○・△	/ ()	○・○・△																																						
Part 1	/100																																								
Part 2	/100																																								
Part 3	/100																																								

図2 My Design Sheet @Home

音読に取り組めることもあり、個別最適な学びを促進するにあたって効果的であると考えられる。

(3) My Design Sheet @School(MDS@School)

家庭学習で用いる MDS@Home に対し、主に学校で使用するシートが MDS@School (図 3) である。CM、毎授業時の TA と R80、MA、そして単元最後の R80 を記入する。記入後に R80 を各自の端末で写真撮影し、授業支援アプリで共有する。

(4) 1 on 1

各授業では Design に 20～25 分を配分する想定である。基本的には生徒が自分でデザインした学びに取り組む時間であるが、この時間を利用して 1 on 1 を実施することにした。

1 on 1 とは、生徒と 1 対 1 で学びの進捗状況を確認することであり、特に本実践では MDS を媒体として、1 人あたり 30 秒～1 分程度行った。ピョートル(2023, pp. 296-297)は「チームミーティングや 1 on 1 など目標に対する自分の進捗度を発信することによって、ボトルネックや必要なリ

ソースについてチーム内で話し合い、目標達成をより確実にすることができます」と述べており、1 on 1 を通して困りごとの解消や学びの促進を図るなど、生徒への効果的な支援ができると考えた。

ただ、毎時間生徒全員を対象に実施するには時間が足りない。そのため、各学級には Group 1～8 があるので、たとえば今回の授業では Group 1～4 に、次の授業では Group 5～8 に実施するというように、半数ずつ交互に実施した。加えて、希望すれば毎回筆者と 1 on 1 ができるようにしたので、毎回の 1 on 1 は、学級の半分の生徒＋希望者を対象とした。

5. 実践の方法

(1) 期間と対象

- ・2023 年 6 月
- ・A 県 B 中学校 第 1 学年 (4 学級) 生徒 130 名
- ・第 1 学年の英語を担当している C 先生に授業時間をいただき、本期間の授業実践を行った。

Unit 4 ~ GfC 3 My Design Sheet @School		Class() No.() Name()	
My Question(MQ) : CMを達成するために単元を通して定めたことを、「～だろうか?」の疑問文で書く。 最初 修正・変更 (必要の場合のみ)		7 時間目 TA「～できるように」: 月 日 時 分 秒	
R80について 書き方 ①80字以内で書きます。ただし、少なくとも最後の行(61字～)には入ります。 ②必ず2文で書き、その2文を接続詞で結びます。 使用する ●順接(したがって、ゆえに、だから) ●逆接(しかし、ところが) ●対比(一方) 接続詞例 ●並列(また、ならびに、かつ) ●換言(つまり、すなわち) ●理由説明(なぜなら) 他 J TA: Today's Aim (授業時間の最初に、その時間で達成したい目標を「～できるように」の文で記入)		8 時間目 TA「～できるように」: 月 日 時 分 秒	
2 時間目 TA「～できるように」: 月 日 時 分 秒		チャットマスターへの道で、ともに練習をした仲間たちと、シールをゲットだぜ! My Question(MQ)に対するMy Answer(MA) ☆MAを発揮してCMにChallenge! パフォーマンス本番までに記入しましょう	
3 時間目 TA「～できるように」: 月 日 時 分 秒		学習内容 : 単元を通して学んだことやわかったこと 単 元 末 に 記 入 月 日 時 分 秒	
4 時間目 TA「～できるように」: 月 日 時 分 秒		英語の力 : 学びのデザインと実践を通して、英語でできるようになったこと 単 元 末 に 記 入 月 日 時 分 秒	
5 時間目 TA「～できるように」: 月 日 時 分 秒		今後へ向けて : 次からの学びがよりよくなるために大切にしようと思うこと 単 元 末 に 記 入 月 日 時 分 秒	
6 時間目 TA「～できるように」: 月 日 時 分 秒			

図 3 My Design Sheet @School

（２）単元と配当時数など

東京書籍 NEW HORIZON English Course 1 (笠島ほか 2021) の「Unit 4 Friends in New Zealand」から「Grammar for Communication 3 疑問詞」を扱った。

東京書籍(2021)での配当時数は計 8 時間であるが、オリエンテーションやパフォーマンステストを含め各学級計 11 時間の授業を、本単元モデルに基づいて実践した。また単元内容から、生徒が疑問詞を使った疑問文とその応答が適切にできるようになることを到達目標として設定した。

疑問詞を使った疑問文とその応答が適切にできるようになると、他者との対話がより充実したものとなる。そこで本実践では、CM を「めざせ『チャットマスター』！」とした。これは英語の 4 技能 5 領域の「話すこと〔やり取り〕」に該当する。

（３）評価の手続き

本実践の開始時と終了時に、生徒を対象に同じ尺度によるアンケートを実施した。アンケートは 5 件法の選択式で、長濱ほか(2009)を参考にした協働的な学びに関する 11 問、一二三(1995)を参考にした英語でのコミュニケーション活動に関する 12 問、佐藤・新井(1998)を参考にした学びのデザインに関する 14 問の、計 37 問を作成した。

さらに、生徒を対象に、デジタル教科書を使用した学びの感想や本単元モデルによる学び方などについて、自由記述によるアンケートも実施した。

これらの分析を基に、本研究と実践の評価を検討した。

6. 実践の評価

自由記述の回答を交えて、実践の実際を述べる。

（１）デジタル教科書の活用について

「文章にも単語にもマスク機能があるので単語を覚えるのにとっても役立った」「デジタル教科書では、パソコン内で気を付けたい発音の文字を黄色のマーカーで引くことができる機能を知ることができたのでこれからも続けて使っていきたいです」

「音読筆写などの『英文を書く』練習に用いると勉強の役に立った。なぜなら、私は英文を書くことが苦手だからだ」など、個別最適な学びにおいてデジタル教科書が有効に活用されたことがわか

る記述が多く見られた。

また、「デジタル教科書で発音のチェックや確かめテストのような機能があればいいと思います」のような、現状にはないコンテンツを希望する記述も複数見られた。生徒はデジタル教科書を使って発音の確認や練習はできるが、正しく発音できているかどうかの確認はできない。本実践では、翻訳サイトの音声認識機能を活用して発音が正しく認識されるか確認したり、Reading Progress を活用して提出した音読課題の発音の正解率を知ったりするなど、AI を活用して生徒自身で発音の正確さの確認ができる方法を取り入れた。また、どのような単語や文法が特に重要なのか、生徒は判断しにくいと、学習事項の確認問題を筆者が Microsoft Forms で作成し、各授業の最初の Join など生徒が何度でも取り組めるようにしたところ、繰り返しこの問題に取り組む生徒も複数見られた。これらのように、現状のデジタル教科書だけでは担えない学びがある。筆者が支援した部分について有用性を感じたため、生徒としてはそのようなコンテンツがデジタル教科書に備わっていれば学びがよりよく進められるとの思いから、前述したように記述したのであろう。

さらに、「翻訳を入れてほしいです」「デジタル教科書のユニットごとにノート（記述用）を作してほしいです。そうしたら自分がそのときにおもったことなどを書き留めておけるからです」「デジタル教科書の、ネイティブの発音がわかりづらいときがあった。æ などの発音記号を出す機能が欲しい」のように、デジタル教科書を活用しながら学びを進めた経験をしたからこそ期待するコンテンツを書いた回答も複数見られた。

（２）単元モデルに基づいた学びについて

「自分の目標を立ててそのためにどのようなことをしたらいいかを考えて計画して学んでいくことが良かったと思う」「設定した MQ に向けて、自分で考えて学びをデザインすることがよかったと思う。なぜなら、MQ を達成するために自分に合った学び方ができるからだ」のような、肯定的な記述が多く見られた。一方で、「最初は、どうすればよいのかわからなくて授業についていけない心配でした」「やることがないときに何をすればい

いかを考えるのが少し困った」のように、自分で学びをデザインすることに慣れるまでに難しさを感じるという回答も複数見られた。

単元モデルに基づいた学び方が軌道に乗ると、筆者が事細かに説明せずとも生徒たちで考えて行動することができていた。このことから、教師が育成することを目指したソフトスキルを、生徒が獲得していくことができたと考えられる。

また、詳細は後述するが、各工夫も効果的であったと考えられる。そのように判断した理由として、CHALLENGEにおける生徒のパフォーマンステストに対する評価では、全員にB評価以上をつけることができ、さらにA評価をした生徒数も含めて過去に同校で第1学年を担当した際と比較しても同程度の力がついていてと感じられたことが挙げられる。また、教科書の「学習をふり返ろう—CAN-DO リスト—」と照らし合わせても、この時期に求められる相応もしくはそれ以上のパフォーマンスだと評価できた。これらのことから、教師が目標として設定したハードスキルを、生徒が身に付けていくことができたと考えられる。

したがって、全体的には筆者のイメージ通りに本単元モデルによる学びが成されたと言える。

(3) Schedule for Class ○について

授業計画がカレンダー形式になっているので、生徒たちが部活動や塾等の学校外の予定を考慮しながら、学びに取り組む計画をクラスメイトと話している場面も見られた。

しかし、「プリントが多くて少し混乱した」のような回答が散見されたのは、述べてきた各工夫が、生徒にとっては種類が多かったりうまく関連付けられなかったりしたためだと考えられる。一覧性を高めたり、紙とデジタルを組み合わせたりするなどの修正を検討したい。

(4) My Design Sheet について

「自分で英語の教科書などのことを勉強して、計画的に自分の位置を確認しながら計画するのがとても斬新だと思った」「My Question をつくと目標のはっきり決まるのでとてもやりやすかった。自分の My Answer を友達と教えあうとずっと工夫を見つけられると思う」など、肯定的な意見が多く見られた。特にMDS@Schoolについては、学

びの流れを一覧で確認できるように工夫したことで、使いやすさが感じられたのだと考えられる。また、R80 を授業支援アプリで共有することで、他者の振り返りから学べるようにするという筆者の意図も浸透し、特にTAを設定する前に自主的に参考にしていた生徒は多かった。

一方でMDS@Homeについては、多くの生徒はなかなか記入が進んでいなかった。「家でのデザインが難しかったです」「家でするのが、少し大変だった」のような回答が複数あった。本単元モデルは家庭学習が大変重要になるため、MDS@Homeの構成や内容を再考したい。

(5) 1 on 1 について

「初めてするものばかりだったので不安や困りごとはあったのですが、1 on 1 で先生に聞けたり、やり方を教えてくれたりですごくよかったです」「よかったことは、1 on 1 です。なぜなら、個人との時間を作ったのがよかったと思います」の記述もあり、筆者の意図を生徒も実感できていた。

教師にとってのメリットとしては、生徒と話していると、MDSの記述だけではわからないことを知ることができた点である。たとえば、MAについてすばらしい考えがあり、それを1 on 1 で話せるのにMDSには未記入の生徒がいた。その生徒には、そのアイデアは良いポイントを押さえているのでMDSに書くように伝えた。1 on 1 は「指導の個別化」の機能を果たしており、生徒のよさを見出し、そのことを生徒自身にあらためて気づかせるのに役立った。また別の生徒は、前時に設定したTAに対してうまく達成できなかったことから、その続きに取り組むという意味で本時のTAを設定したことを筆者に話した。対話でわかったり整理したりできることが、教師にも生徒にもあった。

7. アンケートの結果と分析

本実践の開始時と終了時に実施したアンケートで、どちらかを欠席した生徒と、個人番号を誤記入したために対応させることができなかった生徒を除外し、完全に回答を対応させることができた123名分の結果を分析対象とした。5(3)節で述べた3つのカテゴリー毎に因子分析(最尤法・プロ

マックス回転)を実施し、抽出された因子別に5点満点の回答の平均値を算出した。その平均値について開始時と終了時で対応のあるt検定で分析した。

(1) 協働的な学びに関する質問項目について

因子数を探索したところ対角SMCが2因子、MAPが2因子を提案した。2因子を指定して最尤法(プロマックス回転)による因子分析を実施したところ、解釈可能な2因子構造を得た(表1)。第1因子は「弱いものは群れて助け合うが、強いものにはその必要はない」「優秀な人たちがわざわざ協同する必要はない」などから構成されたため「個別志向」と命名した。第2因子は「たくさんの役割でも、みんなと一緒にやれば出来る気がする」「協同することで、優秀な人はより優秀な成果を得ることができる」などから構成されたため「集団志向」と命名した。

①個別志向

平均値は、開始時が2.373に対し終了時が2.268であり、t検定による有意な差は見られなかった($t(122) = 1.848, p = .067$)。生徒は個別で学ぶことに対して、本実践までとほぼ同様の意識を持ち続けていたと考えられる。

②集団志向

平均値は、開始時が4.481に対し終了時が4.646であった。t検定により分析したところ、有意な差が見られた($t(122) = -4.191, p < .001$)。

したがって生徒は、本単元での学びの経験から、個別志向では意識の変化は特段に確認はできないものの、集団志向が目標の達成等に向けて重要であると実感したことが考えられる。

(2) 英語でのコミュニケーション活動に関する質問項目について

因子数を決定するために対角SMCおよびMAPを実行したところ、対角SMCが3因子、MAPが1因子を提案した。因子数を1~3に指定して最尤法・プロマックス回転による因子分析を実行したところ、2因子および3因子では不適解が生成された。1因子では適切な因子負荷量が得られた(表2)。このことに基づき、1因子構造を採用することとした。そのため本1因子を、質問のカテゴリーと同じく「英語でのコミュニケーション活動」

と命名した。

平均値は、開始時が4.033に対し終了時が4.268であった。両者を比較したところ、有意な差が見られた($t(122) = -5.021, p < .001$)。

CMをよりよく達成するための学びを通し、各生徒のMDSや1 on 1から、本質問項目の内容を大切にするようなR80等が多く確認できた。このようなことがアンケートの回答結果に反映されたものと考えられる。

(3) 学びのデザインに関する質問項目について

対角SMCが3因子、MAPが1因子を提案した。最尤法・プロマックス回転による因子分析を実行したところ、3因子解において最も適合度が良好だった($CFI = .930, RMSEA = .083$)。

3因子構造を指定して再度最尤法・プロマックス回転による因子分析を実行したところ、因子負荷量が $\lambda = .40$ を下回る項目が検出された。これらを除外して因子分析を繰り返した結果を、後の分析に利用した(表3)。第1因子は「勉強をしているときは、内容が分かっているかどうかをたしかめながら勉強する」「勉強しているとき、たまに止まって、一度やったところを見なおす」などから構成されたため「振り返り・確認」と命名した。第2因子は「勉強のやり方が、自分にあっているかどうかを考えながら勉強する」「勉強でわからないところがあったら、勉強のやり方をいろいろ変えてみる」などから構成されたため「試行錯誤」と命名した。第3因子は「勉強するときは、最初に計画を立ててから始める」「勉強するときは、自分できめた計画にそって行う」などから構成されたため「計画」と命名した。

①計画

平均値は、開始時が3.981に対し終了時が4.222であった。両者を比較したところ、有意な差が見られた($t(122) = -3.418, p < .01$)。

本単元モデルで、生徒は自分で学びを計画し実行する。また、各授業ではTAを自ら設定する。単元末のR80には、「この単元を通して、最初に目標(TA)を立ててそれを達成するために何ができるかを考えながら勉強することに価値があることを知った。これを英語に限らずいろんな場面で使いたい」「自分なりに小さい目標を立てるのが大

表 1 協働的な学びに関する質問項目について

項目	Factor		h^2
	1	2	
弱いものは群れて助け合うが、強いものにはその必要はない。	.824	.071	.623
優秀な人たちがわざわざ協同する必要はない。	.774	-.060	.650
失敗した時に連帯責任を問われるくらいなら、一人でやる方が良い。	.681	.083	.412
みんなで一緒に作業すると、自分の思うようにできない。	.609	.013	.363
周りに気づかしながらやるより一人でやる方が、やりがいがある。	.514	-.076	.311
協同は役割の出来ない人たちのためにある。	.435	-.114	.254
たくさんの役割でも、みんなと一緒にやれば出来る気がする。	.047	.751	.529
協同することで、優秀な人はより優秀な成果を得ることができる。	.115	.625	.330
みんなで色々な意見を出し合うことは、自分にもみんなにもためになる。	-.062	.595	.396
グループ活動や全体での考えの共有ならば、他の人の意見を聞くことができるので自分の知識も増える。	-.155	.555	.421
個性は多様な人間関係の中でみがかれていく。	-.049	.465	.242
因子寄与	3.163	2.617	

表 2 英語でのコミュニケーション活動に関する質問項目について

項目	Factor	h^2
	1	
あなたが英語でコミュニケーションをしているとき、自分が理解しているかいないかを相手にはっきり示す。	.773	.598
あなたが英語でコミュニケーションをしているとき、相手の話がわからないときは聞き返し、わかるまで努力する。	.737	.544
あなたが英語でコミュニケーションをしているとき、相手が理解しているか注意する。	.720	.518
あなたが英語でコミュニケーションをしているとき、身振り・ジェスチャーを多くする。	.719	.516
あなたが英語でコミュニケーションをしているとき、相手が理解できていないようなときはきちんと確認し、相手が理解できるように工夫する。	.694	.481
あなたが英語でコミュニケーションをしているとき、リラックスした雰囲気を作ろうとする。	.626	.392
あなたが英語でコミュニケーションをしているとき、相手が何を伝えたいのかを考えて聞く。	.614	.377
あなたが英語でコミュニケーションをしているとき、相手の言語のレベルに応じて、単語・文法・話すスピードなどの言語的な調整をする。	.602	.363
あなたが英語でコミュニケーションをしているとき、相手が話しているときは相づちを多くしたり、頻繁にうなずいたりする。	.545	.298
あなたが英語でコミュニケーションをしているとき、相手の話に必ず何らかの反応・応答をする。	.540	.292
あなたが英語でコミュニケーションをしているとき、相手の意見を尊重する。	.519	.270
あなたが英語でコミュニケーションをしているとき、相手と自分との関係を意識する。	.400	.160
因子寄与	4.808	

表 3 学びのデザインに関する質問項目について

項目	Factor			h^2
	1	2	3	
勉強しているときは、内容が分かっているかどうかをたしかめながら勉強する。	.887	.151	-.139	.840
勉強しているとき、たまに止まって、一度やったところを見なおす。	.647	.041	-.025	.435
勉強しているときに、やった内容をおぼえているかどうかをたしかめる。	.561	-.110	.144	.338
勉強をしているとき、自分がわからないところはどこかを見つけようとする。	.479	-.048	.218	.349
勉強する前に、これから何を勉強しなければならないかについて考える。	.441	-.093	.363	.415
勉強のやり方が、自分にあっているかどうかを考えながら勉強する。	-.174	.835	.068	.607
勉強でわからないところがあったら、勉強のやり方をいろいろ変えてみる。	.116	.599	.029	.483
勉強をしているときに、やっていることが正しくできているかどうかをたしかめる。	.216	.582	-.093	.464
勉強を始める前に、これから何をどうやって勉強するかを考える。	.018	.454	.259	.428
勉強するときは、最初に計画を立ててから始める。	-.067	.038	.889	.770
勉強するときは、自分できめた計画にそって行う。	.048	.115	.705	.651
勉強をするときは、これからどんな内容をやるのか考えてからはじめる。	.157	-.025	.510	.351
因子寄与	3.689	3.573	3.510	

切だと思った。なぜなら、小さい目標を立てることにより、自分が目指すゴールが見え、そのゴールに向かいやすいと思ったからだ」などが書かれており、これらの学習活動の経験が回答結果に反映されたと考えられる。

②試行錯誤

平均値は、開始時が 4.077 に対し終了時が 4.244 であった。両者を比較したところ、有意な差が見られた($t(122) = -2.809, p < .01$)。

本単元モデルにおける 2 つのサイクルにデザイン (DESIGN, Design) を設定し、家庭学習でも各自の状況に応じて学びが進められるようにした。そのため生徒は、うまく学びを進められる場合とそうでない場合を経験していた。そして必要に応じて、学校でクラスメイトと協働的に取り組んだり、教師との 1 on 1 で助言を得たりした。「友達と協力して、よりよい内容にしていくことが大切だと思った。自分の知識をフル活用して、自分ができる最大の学びにすることが大切だと思う」「デザインの時間に自分たちで学べるということができたということがよかった。先生に教えてもらうことも大切だし、学校でできることとして、友達と英語の練習をしあったりすることが大切だからだ」のような自由記述も見られ、このような学びの経験が回答結果に反映されたと考えられる。

③振り返り・確認

平均値は、開始時が 4.293 に対し終了時が 4.423 であった。両者を比較したところ、有意な差が見られた($t(122) = -2.450, p < .05$)。

毎回の授業で R80 を書き、授業支援アプリで共有して他者から学ぶことを継続してきた。ある生徒は自由記述の回答で、「先生の授業で毎回の振り返りと目標を立て直すことが大切だと思いました。なぜなら、目標に対しての反省を考えて本来の目標に近づけるからです」と書いていた。また別の生徒は単元末の R80 で、「今後へ向けて目標と振り返りをくり返すことを大切にしようと思う。なぜなら最初の目標に段々近づくことができ納得のできる答えができるようになるから」と書いていた。生徒自身が重要性を実感できたことが回答結果に反映されたと考えられる。

8. 考察

(1) 課題①について

本実践で見られたように、生徒たちは授業中、必要に応じて個別の学びに取り組んでおり、「個別最適な学び」の中でも「学習の個性化」が生じていたといえる。各自の端末を使ったデジタル教科書の活用は、学校における個別最適な学びを支えるのにも大変有効なツールであった。

今回の実践ではデジタル教科書を媒体として活用した協働的な「言語活動」をするという姿は見られなかった。それは現状のデジタル教科書が協働的な学びに向いていないという可能性も考えられるが、CM が「話すこと〔やり取り〕」の目標であったためという可能性も考えられる。たとえば「書くこと」であれば、自らの考えを英文で表現するためにデジタル教科書を参考にしながら英文を書き、言語活動に取り組むことも考えられる。CM の設定によって生徒の学びが変わり、デジタル教科書の使われ方も変わる可能性は多分にあるため、引き続き検証を行なっていく必要がある。ただ少なくとも本実践からは、家庭学習だけに限定はされないものの、2(2)節でまとめたように、(現状の) デジタル教科書が効果的に活用される範囲は個別最適な「練習」の部分である、と考えるのがよいだろう。

(2) 課題②について

アンケートの分析からはソフトスキルを、パフォーマンステストや Reading Progress の結果からはハードスキルを、生徒が獲得していたと考えられる。これらの結果が得られた一番の要因は、デザイン (DESIGN, Design) のステージであろう。筆者以上の教職経験を有する英語科の D 先生は、筆者の授業を参観し、「Design では、デジタル教科書を使ったり ICT を使ったりして、生徒が自分で決めて学んでいた。生徒が自分で設定した TA をもってスタートしているので、ざわざわしながらやるべきことに向かって動いていた」と評された。この学びの経験が、生徒のアンケートの回答につながったと思われる。

ただし、本実践だけでは、提案した単元モデルに基づく学びによって生徒のハードスキルとソフトスキルの両方の獲得が必ず促進されると真に断

言することはできない。特にソフトスキルについては、生徒や英語担当教員からの主観的なデータを基に議論しているためである。テストの得点や他教科の先生方のコメントなど、より客観的な立場から検証を行い、さらに単元モデルの有効性を検討していく必要がある。

課題②から少し逸れるが、1点補足しておきたい。それは、実践対象となった第1学年を本年度担当しているC先生が、筆者の実践に引き続いて本単元モデルに基づいて別単元で授業実践をしたことについてである。本研究の単元モデルについて、筆者の実践後に、C先生は、筆者の助言を受けつつ、本稿で述べてきたデジタル教科書の活用方法、単元モデル、そして学びを支える工夫を活用して授業実践をした。生徒たちも、一度経験した学び方だったので各活動の意味をよりよく理解した上で取り組むことができていた。提案した単元モデルと授業方法の有効性が示唆されるとともに、筆者だけではなく、他の教師も実践ができるものであることが示された。

9. おわりに

デジタル教科書によって、生徒が自ら学びをデザインできる範囲が格段に広がった。特に英語科においては、音声機能の果たす役割は大きい。これまでは教科書準拠のCDを自費で購入しないと、生徒は家庭で音声聞くことはできなかった。現行の教科書からQRコードが入り、音声を確認できるようになったのは画期的であるが、生徒は本文のどこが発音されているのか視覚的にはわからない。したがって、読まれている箇所の色が変わっていくなど、視覚的に学びを支えるコンテンツがあるデジタル教科書によって、教師がいなくても生徒自身で学びを進めることが容易になった。

搭載機能の制限や、無償で提供されることによる費用の問題などで、デジタル教科書が担える範囲や備えるコンテンツを無限に求めることはできないだろう。しかし、デジタル教科書の機能が増えることで、中央教育審議会(2021)にある、『個別最適な学び』と『協働的な学び』の一体的な充実が、より一層図られるだろう。そして、筆者が提案する単元モデルに基づいた学びにおける選

択肢が増え、生徒の学びが充実していく。デジタル教科書のさらなる充実を強く望む。

10. 謝辞

本研究を実施・執筆する貴重な機会と御支援を賜りました公益財団法人教科書研究センターと関係者の皆様、並びに選考委員の先生方に深謝申し上げます。また、鳴門教育大学の藤原伸彦先生と石川勝彦先生には、本稿の草稿立ち上げから執筆に至るまで多くの御支援をいただき、心より感謝申し上げます。そして何より、本研究の実践に御協力をいただいた中学校の生徒の皆さんや先生方に、厚く御礼申し上げます。

付記

本稿は、令和4年度公益財団法人教科書研究センターの助成を受けて作成した。また、本稿は加筆修正を経て、筆者が所属している鳴門教育大学大学院学校教育研究科の最終成果報告書の一部となる。

引用・参考文献

- 中央教育審議会(2021)「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～(答申)、19
https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf
2023年9月15日最終閲覧
- 藤本徹(2015)ゲーム要素を取り入れた授業デザイン枠組の開発と実践. 日本教育工学会論文誌, 38(4): 351-361
- 藤村裕一 + 授業改善プロジェクト(2006)わかる! 書ける! 学習指導案～一太郎で研究授業の悩み解決!～. ジャストシステム
- 一二三朋子(1995)母国語話者と非母国語話者との会話における母国語話者の意識的配慮の検討. 教育心理学研究 43(3): 277-288
- 株式会社富士通総研(2023)令和4年度「学習者用デジタル教科書の効果・影響等に関する実証研究事業」報告書: 18
https://www.mext.go.jp/content/20230530_mxt_k

yokasyo01_000030062_11.pdf

2023 年 9 月 7 日最終閲覧

上山晋平(2011)目指せ！英語授業の達人 17 45
の技で自学力をアップする！ 英語家庭学習
指導ガイドブック. 明治図書

上山晋平(2016)目指せ！英語授業の達人 33 授
業が変わる！ 英語教師のためのアクティ
ブ・ラーニングガイドブック. 明治図書

金児正史, 皆川直凡, 西村公孝, 竹口幸志
(2022)ICT 教育実践を含めた学習指導力開
発の提言—教職大学院改革における新コー
スのカリキュラムデザインを踏まえて—. 鳴
門教育大学研究紀要 37 : 421-433

笠島準一, 阿野幸一, 小串雅則, 関典明ほか
(2021)NEW HORIZON English Course 1. 東京
書籍

木村明憲(著), 黒上晴夫, 堀田龍也(監修) (2020)
単元縦断×教科横断 主体的な学びを引き出
す9つのステップ. さくら社

養手章吾(2021)子どもが自ら学び出す！自由進度
学習のはじめかた. 学陽書房

長濱文与, 安永悟, 関田一彦, 甲原定房(2009)協
同作業認識尺度の開発. 教育心理学研究,
57(1) : 24-37

中島博司(2016)AL を学力向上につなげる「AL 指
数」と「R80」

[https://www.namiki-cs.ibk.ed.jp/wysiwyg/file/do
wnload/12/250](https://www.namiki-cs.ibk.ed.jp/wysiwyg/file/download/12/250)

2023 年 6 月 28 日最終閲覧

奈須正裕(2021)個別最適な学びと協働的な学び.
東洋館出版社

大津由紀雄(2022)ワイド新版 英語学習 7 つの誤
解. ひつじ書房

ピョートル・フェリクス・グジバチ(2023)心理的
安全性 最強の教科書. 東洋経済新報社

佐藤純, 新井邦二郎(1998)学習方略の使用尺度.
堀洋道(監修), 櫻井茂男, 松井豊(編集) (2007)
心理測定尺度集IV—子どもの発達を支える
〈対人関係・適応〉—. サイエンス社, 151-158

東京書籍(2021)NEW HORIZON 年間指導計画
作成資料【1 年】

<https://ten.tokyo-shoseki.co.jp/text/chu/list/docum>

ents/chu_keikaku_eigo_1_s_20210222.pdf

2023 年 8 月 21 日最終閲覧

山田誠志(2022)全国の実践から学ぶ 中学校英語
教育 35 のポイント. 日本標準

山本崇雄(2019)「教えない授業」の始め方. アル
ク

山下修一(2021)「学習者用デジタル教科書」の有
効性はどこにあるのだろうか?. 東洋館出版
社, 理科の教育 70(833) : 9-12

My Design Sheet @Home ⑧「自分で考えて実行する学び」の例

ここで紹介しているのはほんの一例で、他にもたくさんの学び方があります。自分ができること、継続できること、英語の力が上がることを探し、自分で考えて実行していきましょう。

■ 学習者用デジタル教科書の音声機能を使ってできる学び

①主に音読:リピーティング→オーバーラッピング→シャドーイング

- | | |
|-----------|--------------------------|
| リピーティング | 聞こえた発音をまねして繰り返す。 |
| オーバーラッピング | 音声と同時に、発音や速度、強弱をまねる。 |
| シャドーイング | 本文を見ず、音声に「影」のようについて発音する。 |
- ※自分にあったスピード、挑戦するスピードなど、音声速度を変えて調節が可能。

②主にリスニング力:ディクテーション

- | | |
|----------|--|
| ディクテーション | 書き取りのこと。聞き取る英文を見ずに、音声を聞いてその英文を書き取る。
区切りながら書き取ったり、区切らずに繰り返して聞いて書き取ったりと、やり方はいろいろある。 |
|----------|--|
- ※自分にあったスピード、挑戦するスピードなど、音声速度を変えて調節が可能。

○マスク機能を使うと、上の方法にも Read and Look Up や音読筆写にも変化がつけられ、暗記のトレーニングに効果あり。

- | | |
|------------------|--|
| Read and Look Up | 英文を意味のまとまりや1文ごとに区切って音読(read)し、その後に顔を上げて(look up)同じところを暗唱する。 |
| 音読筆写 | Read and Look Up を、口だけでなく手でも行う方法。Read し、Look Up で暗唱したら、同じところをノートなどに書く。 |

※マスク機能はいろいろあるので、機能を変えながら実行するとよい。

※各ページの新出語句もマスク機能で英語→日本語、日本語→英語のトレーニング可能。

■ 学習者用デジタル教科書とアプリなどを組み合わせてできる学び

○自分の発音の確認

- 学習者用デジタル教科書での音声機能で発音の確認や練習をする。
- Bing 翻訳や Google 翻訳などの翻訳サイト、Word などの文書作成ソフトの音声認識機能で自分の発音が正しく認識されるかどうか確認する。
- Reading Progress (音読課題)に取り組み、自分のベストを提出する。

○自分の書いた文字や英文の確認

- 学習者用デジタル教科書(教科書も可)で覚えた英文を生かして自己表現の英作文をする。
- Google 翻訳などの翻訳サイトのカメラ入力機能で、正しく読み取られるか、またその日本語訳が意図しているものかどうかを確認する。

■ その他(学習者用デジタル教科書やデジタル教材等以外の学びの方法の例)

- 先生が作った Sight Translation Sheet で英語→日本語のトランスレーション、日本語→英語のバックトランスレーションを、発音したり書いたりする。
- 英語の授業で買っているワークで文法の確認をしたり問題演習をしたりする。
- 自主学習用のノートを準備して授業のまとめや復習をしたり、自分の興味に基づいた学習に取り組んだりする。(自主学習例を知りたい場合は、先生に直接聞いてください。)
- テレビやラジオで英語の番組を視聴する。映画を英語音声(字幕は日本語/英語)で楽しむ。

Unit 4 ～ Grammar for Communication 3 Schedule for Class 3

Common Mission(CM：単元の最後に達成してほしいパフォーマンス課題) について

めざせ「チャットマスター」！ ※チャット(chat)・・・「雑談、おしゃべり」

CMに対するValue（どんなことを大切にしているのか）などについて

○実施予定日は、6月29日木曜日。第2メディアで待機し、社会科準備室で実施。待機中にする場合は当日連絡。

○4～5人のグループで行う。ただし教室の生活班とは異なるグループをランダムで設定する。

○実施の手順は次のとおり

- 最初のSpeakerが、自作のカードを見せながら次のことを話す。
 - (1)自分の名前
 - (2)年齢 ※過去、現在、未来、いつの自分になったつもりで雑談をしてもかまわない。そのため、何歳になったつもりで雑談をするかを設定するために伝える。
 - (3)自分の情報を3つ 例)住んでいる場所、好きなもの・こと、できること・できないこと、なりたい夢
- Audience (Speaker以外のグループメンバー) からの質問にSpeakerが答える。
- 1と2を40～45秒程度で行う。Speakerを交代して実施し、各グループ5分以内に終了する。

CMに対するVision（どんなあるべき姿を目指すのか）について

観点	論理性（内容的に正しい対話か）	流暢さ（スムーズな対話か）	正確さ（話す英語は正しいか）
目標	最初から最後まで、目的に沿った発話をして対話を展開することができている。	相手の発話に対して間をあげずに応答ができるなど、対話をスムーズに展開することができる。	ほぼ誤りのない正しい英文で話すことができる。

次のようなパフォーマンスがあれば、各観点の評価に加味する。

- 〔知・技〕 Yes/Noの疑問文ではなく、疑問詞から始まる疑問文が使えている
- 〔思判表〕 質疑応答の話題がつながっている ・多様な表現を使っている
- 〔主学態〕 ・たとえば"Me, too."などのリアクションや"I like tennis. What sport do you like?"のように自分のことを伝えてからの質問など、話が楽しくなるような言動をしている

日付			授業で、クラス全体で行う学習活動などの予定
月	日	曜	※時間割や予定の変更が起こることはあります。その都度連絡します。
6	9	金	①「学びのデザイン」って何？Part 1（アンケート回答、学習者用デジタル教科書活用方法）
	10	土	
	11	日	
	12	月	②「学びのデザイン」って何？Part 2（Jamboard使用練習、Unit 4の学びの進め方の確認）
	13	火	③あなたはどのように「学びのデザイン」をしますか？（CMの共有、MQの設定、学びのデザイン）
	14	水	
	15	木	④あなたは英語の学び方を知っていますか？（自分で英語を学ぶ方法、Reading Progressの使い方）
	16	金	⑤相手の状況に合わせて指示や助言をできる自分でありたい！あなたはどのように言えばいいの？【Unit 4 Part 1】（文法確認と言語活動）
	17	土	
	18	日	
	19	月	⑥他の人たちは、何時にどんなことをしてる？あなたは早い方？遅い方？どのように言えばいい？【Unit 4 Part 2】（Part 1確認問題、文法確認と言語活動）
	20	火	
	21	水	前期中間テスト
	22	木	⑦あなたの好みとクラスメイトの好みは、同じ？違う？どのように聞けばいいの？【Unit 4 Part 3】（Part 2確認問題、文法確認と言語活動）
	23	金	⑧あなたはこれまでに学んだ疑問詞を正しく使い分けすることができるか？【GIC3】（Part 3確認問題、NZについて、疑問詞疑問文）
	24	土	
	25	日	
	26	月	前半：テスト返し 後半：Designもしくは一斉での学習活動（その時の状況による）
	27	火	
	28	水	⑨あなたはCM「チャットマスター」になれているか？（GIC3確認問題、Challengeステージへの最終練習）
	29	木	⑩Challengeステージ：あなたはCM「めざせチャットマスター」の達成ができるか？（パフォーマンス本番）
	30	金	⑪あなたの「学びのデザイン」は成果を上げることができたか？（単元末テスト、MDS回収、アンケート回答）

新学習指導要領に基づいた英語検定教科書に頻出する多義動詞の語義分布

— 一貫性のある中学・高等学校の語彙指導の確立に向けて —

赤松 春奈

京都大学・人間・環境学研究科

The Sense Distributions of Polysemous Verbs in English Textbooks Based on the New Courses of Study

— Towards Consistent Vocabulary Teaching in Junior and Senior High School —

AKAMATSU Haruna

Kyoto University・Graduate School of Human and Environmental Studies

平成 29・30・31 年に行われた学習指導要領の改訂に伴い、英語の語彙の習得目標は中学で 1,600–1,800 語、高等学校で 1,800–2,500 語と掲げられている(文部科学省, 2017, 2018)。一方、学習指導要領では、教科書でどの語をどの意味で使うかについて詳細な規定はないため、同じ語でも使用される意味が偏ってしまう可能性がある。また、中学で既習の語でも、高校の教科書でこれまでに触れたことのない意味で使用されると、学習者はその語の意味の理解ができず、学習のつまずきのもととなる可能性がある。

そこで、本研究は日本人英語学習者向けの検定教科書において複数の意味をもつ語である多義語がどのように使用されているかを検証した。分析の手順として、最初に中学 1 年から 3 年の英語検定教科書全 18 冊と高校の「英語コミュニケーション I」の授業で使用されている教科書全 24 冊をコーパス化した。その後、これらの教科書において出現頻度の高い動詞を調査し、上位 15 語に含まれる自動詞 *come* と他動詞 *have* に焦点を当て分析を行った。一般化線型モデルを利用した分析や素頻度分析を行い、学年間でみられる語義の使用の違いや、調査対象の動詞と共起する主語や目的語の具体性の観点から、教科書においてそれぞれの動詞の語義がどのように使用されているかを明らかにした。その結果、*come* は中核的意味が中学 1 年から多く使用され、学年が上がるにつれて抽象度の高い周縁的意味も使用される傾向にあった。一方、*have* の中核的意味はどの学年でもほとんど使用されず、中学 1 年から複数の周縁的意味が多く使用されていた。よって、*come* のように教科書にて使用される語義の種類が段階的に増加する動詞もあるが、*have* のように学習初期から抽象度の高い意味で使用される動詞もあると予想される。

さらに、本研究の結果を受けて、教科書の内容や現場の教師への教育的な示唆を与えた。日本人英語学習者が感じる多義語の習得の難しさを軽減するため、教科書のリーディングでは使用する語の多様さだけでなく、その語がどの語義で使われるべきかについても考慮する必要があるだろう。また、意味を推測することが難しい多義語の使用がある場合、

教師は教科書だけに頼るのではなく、明示的に語義を指導したり、今後学習者が多義語の複数の語義を関連付けて習得できるような工夫を施すことが求められる。

キーワード：多義動詞，中核的意味，語義分布，検定教科書

1. はじめに

第二言語として英語を学習する環境では、学習者は日常生活の中で相当量の言語のインプットを得ることができる。対照的に日本の中学・高校生のように外国語として英語を学ぶ場合、教室外で得られるインプットは限られている。その結果、英語を外国語として学ぶ学習者にとって、授業で使用する教科書は英語のインプットの大きな割合を占めると予想される。教師は新しい語彙や文法を紹介するために教科書を利用し、学習者は教科書の文章を読んだり聞いたりすることで英語に触れる。さらに、教科書の内容を踏まえて、授業内外のスピーキング・ライティング活動が行われる場合も多いため、教科書は外国語教育において必要不可欠であると言える。

日本の英語教育において使用されている検定教科書の語彙使用について、これまで数多くの研究がなされてきた。例えば、眞野・鈴江(2018)は、中学検定教科書における動詞の出現頻度と「新JACET 基本語 8000 語リスト」(JACET 基本語改訂委員会, 2016)で提案されている中学生用語彙とどの程度一致しているかを調査した。その結果、ある一部の単語は中学生に必要とされる語彙であるにも関わらず、教科書での使用頻度が低いことが明らかになった。さらに、畦元・内田(2018)は、ヨーロッパ言語共通参照枠(CEFR)のレベルに応じて高校の英語教科書の難易度を評価し、B2 レベルにランクされる動詞の出現頻度が B1 レベルのものよりも高いことを明らかにした。これらの研究は、日本の英語検定教科書における語彙の使用についての理解を深めることができるため重要である。

さらに、英語検定教科書で使用する語彙の広さだけに限らず、語彙の深さの側面に焦点を当てた研究もなされてきた。例えば、佐藤他(2021)は小学校英語検定教科書において出現するコロケーションについて報告している。また、福富(2012)

は中学英語検定教科書における動詞 *make* のコロケーションを調べ、清水(2014)は高校英語検定教科書について同様の分析を行った。これらの研究は、教科書内で語と語がどのように共起しているかを明らかにしており、現場の教師にとって非常に有益な情報を与えている。一方、ある語についてその語がどのような意味で使用されているか、そしてその使用の傾向により学習者にどのような影響を受けているのかについての研究はあまりない。

多くの英単語は複数の意味をもつ多義語であるとされており、英語学習者が多義語を習得することは困難であると考えられている(Altenburg & Granger, 2001; Schmitt, 1998)。この困難さの原因の一つとして、多義語はしばしば慣用的な意味で使用され、学習者がその正確な意味を判断することが難しいことが挙げられる(Bensoussan & Laufer, 1984; Liu & Lei, 2018)。認知言語学の分野では、多義語がもつ個々の語義は中核的意味や周辺の意味として相互に関連していると考えられている(Lakoff, 1987; Langacker, 1987)。中核的意味はある多義語の最も典型的で基本的な語義を指す。一方、周辺の意味とは、中核的意味からメタファーやメトニミーとして派生した語義である。周辺の意味は相互に関連しており、ある周辺の意味からまた新たな周辺の意味へと意味が拡張するとされている(Langacker, 2002; Verspoor & Lowie, 2003)。

英語学習者への語彙指導において、多義語の中核的意味を強調すること指導効果を支持する研究は多い。その一つとして Verspoor & Lowie(2003)は、オランダ人の英語学習者に対して出現頻度の極めて低い多義語を学習させる実験を実施し、それらの語の中核的意味に触れさせることで新出の語義を推測したり、長期記憶に保持することに効果が見られたと報告している。また、Yamagata(2018)は、中学1年の日本人英語学習者に対して幾つかの多義動詞の中核的意味を描写し

た画像を使用して語彙指導を行なった。結果、中核的意味への意識を高めることで、多義動詞の語義を効果的に学習することができた。これらの研究は、学習の初期段階で中核的意味を教え、その後周边的意味へと語義の使用を広げていくことで、多義語の習得が促進されることを示唆している。

多義語の指導における中核的意味の活用についてはこれまで盛んに研究されてきたが、学習者が使用する教材において多義語の語義がどのように使用されているかについての研究は少ない。Hoshino et al. (2017) はその数少ない研究の一つである。この研究では、日本の中学英語検定教科書における多義動詞 *take* の語義分布を調査した。その結果、*take* の中核的意味の使用頻度はどの学年においても極めて低い一方、学習初期にも関わらず中学1年から周边的意味が数多く使用されていることがわかった。したがって、Hoshino et al. (2017) は、日本の英語学習者の多義語の理解を向上させるためには、教科書にて中核的意味を含む多様な語義を導入するべきだと主張している。

本研究では、中学と高校の英語検定教科書における多義動詞の語義分布を調べた。平成30・31年に改定された中学と高校の学習指導要領（文部科学省，2017，2018）では、習得目標の語数は示されているものの、それらの語がどのような文脈で使用されるべきかについて、具体的な指針は示されていない。よって、本研究は出現頻度の高い自動詞 *come* と他動詞 *have* の多義的な使用を調査し、学年が上がるに伴いどのように語義の使用が変化するかを明らかにすることを目的とする。リサーチ・クエスチョン(RQ)は以下の2つである。

RQ1：新学習指導要領に基づいた中学・高校の検定教科書において、学年により動詞 *come* と *have* の語義分布に違いはあるか

RQ2：新学習指導要領に基づいた中学・高校の検定教科書において、動詞 *come* と *have* の語義により共起する名詞（主語と目的語）の具体性に違いはあるか

2. 方法

(1) 対象

新学習指導要領に基づいた中学・高校の英語検定教科書を調査の対象とした。中学の教科書として、2021年に出版された中学1年から3年までの全18冊、高校の教科書として、2022年に出版された「英語コミュニケーションI」の教科書全24冊を対象とした。

(2) 手順

最初に、調査対象の教科書をコーパス化した。本研究では各レッスンの本文とリーディングセクションを分析対象としたため、文法を解説する例文や語彙集などは含まなかった。教科書の全てのリーディングの本文をスキャンし、光学式文字認識(OCR)を使ってテキストファイルに変換した。その後、データの正確さを高めるため、筆者が目視で誤りがないかを確認した。

次に、各動詞の出現頻度を調査するため AntConc (Anthony, 2022) を用いて動詞の頻度リストを作成した。一部の動詞は他の品詞と形式が重複することがあるため(例：動詞 *live* と名詞 *living*)、動詞以外の品詞で使用されている語は手作業で除外した。さらに、助動詞(例：*have to*, *be going to*)や代動詞(例：*do*, *have*)も頻度リストからは省いた。本研究で調査対象とした動詞 *come* と *have* はコーパスの中で出現頻度上位15語の中に含まれている。

その後、『多義ネットワーク辞典』(瀬戸, 2007)に基づき、各動詞がどの語義で使用されているかを判断した。この辞書は認知言語学の観点から作成されており、単語の中核的意味とメタファーやメトニミーなどとして派生した周边的意味によって語の意味を説明している。『多義ネットワーク辞典』では、単語の中核的意味は意味タイプ 0 に分類され、周边的意味は意味タイプ 1, 2, 3 などに分類される。大抵の場合、各意味タイプは複数の語義で構成されている。例えば、ある単語の意味タイプ 0 には、語義 0, 語義 0a, 語義 0b...などと複数の語義が含まれる。この場合、語義 0a と語義 0b は語義 0 から派生したものとみなされるが、これらの語義は中核的意味の一部と考えられている。この分類方法は動詞 *come* にも当てはまる。一方、*have* の中核的意味(意味タイプ 0)には、直接派生する語義はないが、意味タイプが4つと *come* に比べ周边的意味の数が多い。*come* と *have*

の意味タイプと語義は付録 A と付録 B に掲載している。

そして、*Oxford phrasal verbs dictionary: Dictionary for learners of English* (McIntosh, 2006) を参照し、イディオム性の高い句動詞(例: *come on*) を分析から除外した。ただし、『多義ネットワーク辞典』に収録されている句動詞は、イディオム性は比較的低いとみなし、分析の範囲内とした。例えば、*come in* は、*Oxford phrasal verbs dictionary: Dictionary for learners of English* において句動詞とされているが、『多義ネットワーク辞典』に記載されているため、相対的に意味の透明性が高いと判断し、分析から除外しなかった。

さらに、各動詞と共起する主語と目的語を具体性の観点から分類した。具体的には「生物名詞」、「具体的な無生物名詞」、「抽象的な無生物名詞」の3つのグループに分類した。具体的な名詞は、視覚、嗅覚、聴覚、触覚、味覚の五感を通して知覚できるものを指す。対照的に、抽象的な名詞は、人間の知覚を超えた概念的な意味を表すものを指す(Brysbaert et al., 2014)。自動詞である *come* の場合は主語、他動詞である *have* の場合は目的語を分類した。この分類では、*come* と *have* が準動詞(不定詞や動名詞、分詞)として使われる場合は分析から除外した。

(3) 分析

本研究では、プログラミング言語 R (R Core Team, 2012) の lme4 パッケージ(Bates et al., 2015)に含まれる一般化線形モデルを用いてデータを分析し、各動詞の語義分布を学年別で比較した。さらに、主語と目的語の具体性の観点から各動詞の語義使用の傾向を明らかにした。一般化線形モデルを用いた分析の利点として、データの正規分布を仮定せずに分析を行えることが挙げられる。

具体的には、car パッケージ(version 3.1-2, Fox & Weisberg, 2019)内のanova関数を利用し、固定効果に対するII型Waldカイ二乗検定を用いて推定値(estimates)と確率(probability)を求めた。さらに、各モデルのデータが過分散(overdispersion)になっていないか、確認も行った。

RQ 1に関して、分析 1では意味タイプ、学年、およびこれらの要因間の交互作用を説明変数とし、

中学1年から3年と高校1年(「英語コミュニケーションI」)の4学年の間に *come* と *have* の語義分布に違いが存在するかを調べた。RQ2に関して、分析 2では動詞の意味タイプと共起する名詞の具体性との関係を調べた。分析 2の説明変数は、意味タイプ、主語タイプ(*come* の場合)または目的語タイプ(*have* の場合)、およびこれらの要因間の交互作用とした。オフセット項として、分析 1では教科書ごとの各動詞の出現回数、分析 2では主語タイプまたは目的語タイプごとの各動詞の出現回数を設定した。モデルの選択には、赤池情報量規準(AIC)の指標をもとに最適なモデルを決定した。

分析 1と分析 2に加え、学年が変化するにつれて各動詞の語義分布がどのように変化するかを調べるため、素頻度分析も行った。具体的には、教科書ごとの各語義の平均使用回数と意味タイプごとの各主語タイプまたは各目的語タイプの割合を算出した。

3. 結果

(1) *come*

最初に RQ 1 に対する *come* の結果を示す。表 1 は *come* の各意味タイプの出現回数を学年ごとに示している。*come* の分析 1 では、意味タイプと学年の間に交互作用がみられた($\chi^2(6) = 58.7, p = .000$)。事後検定では、中核的意味である意味タイプ 0 の出現確率は中学1年が最も有意に高かった(中1 > 中2, $z = 3.73, p = .001$; 中1 > 中3, $z = 5.45, p = .000$; 中1 > 高1, $z = 4.71, p = .000$)。さらに、中学3学年と高校1年の間で各意味タイプの使用に違いがあるかについて調べた。4 学年で比較した時と同様、意味タイプと中・高の2グループの間に交互作用がみられた($\chi^2(2) = 19.2, p = .000$)。事後検定にて中学と高校の教科書を比較すると、意味タイプ 1 の出現確率は前者が後者より有意に高い一方($z = 4.25, p = .000$)、意味タイプ 2 の使用の確率は後者が前者よりも有意に高かった($z = -2.03, p = .043$)。

次に、RQ2 に対する *come* の結果を示す。表 2 は *come* の各主語タイプの出現回数を意味タイプごとに示している。検定の結果、意味タイプと主語タイプの間に交互作用がみられた($\chi^2(4) = 185.0$,

$p = .000$)。事後検定より、具体的な無生物名詞や抽象的な無生物名詞よりも生物名詞の使用される確率が有意に高かったのは、意味タイプ 0(生物 > 無生物(具), $z = 6.58$, $p = .000$; 生物 > 無生物(抽), $z = 6.13$, $p = .000$)と意味タイプ 1(生物 > 無生物(具), $z = 5.96$, $p = .000$; 生物 > 無生物(抽), $z = 4.63$, $p = .000$)の場合であった。一方、意味タイプ 2は生物名詞よりも具体的な無生物名詞($z = -7.91$, $p = .000$)や抽象的な無生物名詞($z = -5.82$, $p = .000$)を主語にとる確率が有意に高いことがわかった。

表1 *come*の各語義タイプの出現回数 (回)

	タ 0	タ 1	タ 2
中 1	20	11	1
中 2	21	35	7
中 3	9	46	8
高 1	89	114	58

注. 学年別に各意味タイプの出現回数を示している。タ 0: 意味タイプ 0(中核的意味); タ 1: 意味タイプ 1(周辺的意味); タ 2: 意味タイプ 2(周辺的意味)。

表2 *come*の各主語タイプの出現回数 (回)

	タ 0	タ 1	タ 2
生物	107	140	7
無生物(具)	14	27	42
無生物(抽)	18	39	25

注 意味タイプごとに各主語タイプの出現回数を示している。タ 0: 意味タイプ 0(中核的意味); タ 1: 意味タイプ 1(周辺的意味); タ 2: 意味タイプ 2(周辺的意味)。生物: 生物名詞; 無生物(具): 具体的な無生物名詞; 無生物(抽): 抽象的な無生物名詞。

一般化線形モデルを使用した分析に加え、素頻度分析も実施した。図 1は学年別にみた教科書一冊あたりの*come*の平均出現回数を表す。意味タイプ 0は、中学3年を除く中学1年, 中学2年, 高校1年において平均で3回以上使用されていた。また、中学1年から3年にかけて、意味タイプ 1の使用頻度が増加した。同様に、意味タイプ 2の出現頻度も学年が上がるにつれて増加した。さらに、高校1年になると、各意味タイプの出現回数の偏りが少なくなっていると捉えることも可能である。

次に、各意味タイプに含まれる語義に注目する。意味タイプ 2の語義 2bと語義 2cは、*idea*, *light*, *product*などの無生物名詞を主語にとる。これらの語義は高学年になるほど出現頻度が高くなっており、中学の教科書ではほとんど使用されていないが、高校1年では平均0.83-0.88回使用されていた。また、中学では使用頻度の低い意味タイプ 0の語義 0cも、高校1年では平均1.58回出現しており、使用回数の増加がみられた。

最後に、*come*の各意味タイプにおける主語について、意味タイプ 0では80.0%, 意味タイプ 1では68.0%を生物名詞が占める一方、意味タイプ 2では無生物名詞が全体の90.5%を占めていた。さらに、意味タイプ 1の語義 1b, 意味タイプ 2の語義 2a, 語義 2b, 語義 2cはいずれも周辺的意味に分類され、これらの語義で使用されている*come*は全て無生物名詞を主語として出現していた。

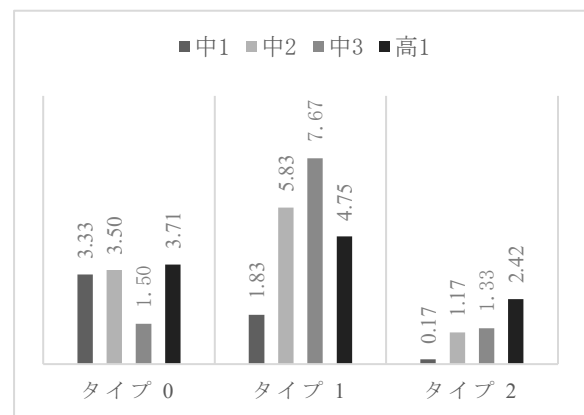


図1 *come*の教科書1冊あたりの平均出現回数 (回)

注 学年別に各意味タイプの平均出現回数を示している。タイプ 0: 意味タイプ 0(中核的意味); タイプ 1: 意味タイプ 1(周辺的意味); タイプ 2: 意味タイプ 2(周辺的意味)。

(2) have

*come*の結果の報告と同様、最初にRQ 1に対する*have*の結果を示す。表 3は*have*の各意味タイプの出現回数を学年ごとに示している。*have*の分析 1では、検定の結果、意味タイプと学年の間に交互作用がみられた($\chi^2(12) = 106.0$, $p = .000$)。事後検定の結果、意味タイプ 2の出現確率は高校1年よりも中学1年や中学2年の方が有意に高かった(中1 > 高1, $z = 7.94$, $p = .000$, 中2 > 高1, $z = 2.64$, $p = .041$)。

意味タイプ 3も同様、高校1年よりも中学1年や中学2年の方が有意に高かった(中1 > 高1, $z=3.45$, $p=.003$; 中2 > 高1, $z=5.82$, $p=.000$)。一方、意味タイプ 1では、高校1年での出現確率は、中学1年($z=-3.05$, $p=.012$)や中学2年($z=-3.48$, $p=.003$)よりも有意に高かった。

表3 haveの各語義タイプの出現回数 (回)

	タ 0	タ 1	タ 2	タ 3	タ 4
中 1	1	56	26	5	0
中 2	2	93	18	16	0
中 3	0	126	15	4	1
高 1	4	577	59	12	6

注 学年別に各意味タイプの出現回数を示している。タ 0: 意味タイプ 0(中核的意味); タ 1: 意味タイプ 1(周辺的意味); タ 2: 意味タイプ 2(周辺的意味); タ 3: 意味タイプ 3(周辺的意味); タ 4: 意味タイプ 4(周辺的意味)。

さらに、中学と高校の間での比較においても意味タイプと学年との間に交互作用がみられた($\chi^2(4)=53.4$, $p=.000$)。高校と比べ中学では、意味タイプ 2($z=4.93$, $p=.000$)と意味タイプ 3($z=4.68$, $p=.000$)の出現確率が有意に高かった。対照的に、意味タイプ 1の出現確率は中学よりも高校の方が有意に高かった($z=-3.12$, $p=.002$)。

次に、RQ 2に対するhaveの結果を示す。表 4はhaveの各目的語タイプの出現回数を意味タイプごとに示している。分析 2では、意味タイプと目的語タイプの間に交互作用がみられた($\chi^2(4)=86.4$, $p=.000$)。しかし、事後検定の結果、意味タイプ 0と意味タイプ 4については、目的語タイプ間の交互作用は確認できなかった。意味タイプ 1では、具体的な無生物名詞よりも生物名詞と共起する確率が有意に高かった($z=3.83$, $p=.000$)。この結果は、モデリングの際、オフセット項が適用されたことに起因すると考えられる。実際、意味タイプ 1は、他の意味タイプと比較して、生物名詞を目的語にとる場合が非常に多かった(表 4参照)。また、意味タイプ 1では、抽象的な無生物名詞である確率が生物名詞や具体的な無生物名詞である確率よりも有意に高かった(生物 < 無生物(抽), $z=-9.89$, $p=.000$; 無生物(具) < 無生物(抽), $z=-19.08$, $p=.000$)。一方、意味タイプ 2では、具体

的・抽象的な無生物名詞の方が生物名詞を目的語にとる確率よりも有意に高かった(生物 < 無生物(具), $z=-2.65$, $p=.022$; 生物 < 無生物(抽), $z=-3.15$, $p=.005$)。さらに、意味タイプ 3では、抽象的な無生物名詞よりも具体的な無生物名詞を目的語として使用する確率の方が有意に高かった(無生物(具) < 無生物(抽), $z=-4.18$, $p=.000$)。

表4 haveの各目的語タイプの出現回数 (回)

	タ 0	タ 1	タ 2	タ 3	タ 4
生物	1	71	1	0	3
無生物(具)	6	252	60	12	3
無生物(抽)	0	529	57	25	1

注 意味タイプごとに各主語タイプの出現回数を示している。タ 0: 意味タイプ 0(中核的意味); タ 1: 意味タイプ 1(周辺的意味); タ 2: 意味タイプ 2(周辺的意味); タ 3: 意味タイプ 3(周辺的意味); タ 4: 意味タイプ 4(周辺的意味)。生物: 生物名詞; 無生物(具): 具体的な無生物名詞; 無生物(抽): 抽象的な無生物名詞。

comeと同様にhaveについても素頻度分析を行った。図 2は学年別にみた教科書一冊あたりのhaveの平均出現回数を表す。表 3が示すように、haveの中核的意味である意味タイプ 0はどの学年でも一貫して出現頻度が低く、中学の教科書では中学1年の教科書のうち1冊に1回、中学2年の教科書のうち2冊に各1回のみ出現し、中学3年の教科書では一度も使用されていなかった。さらに、意味タイプ 0の出現順序を調べると、中学1年の教科書では、意味タイプ 1の語義 1と語義 1aが意味タイプ 0の出現より以前に使用されていた。同様に、中学2年の2冊の教科書では、意味タイプ 1の語義 1bと語義 1c、意味タイプ 2の語義 2aと語義 2d、意味タイプ 3の語義 3が、意味タイプ 0よりも先に出現していた。

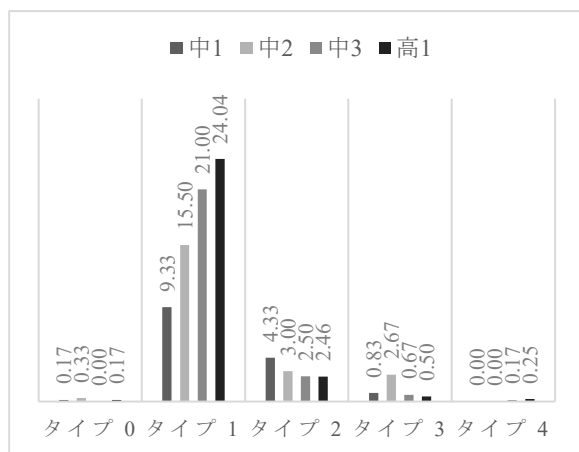


図2 haveの教科書1冊あたりの平均出現回数（回）

注 学年別に各意味タイプの平均出現回数を示している。

タイプ 0：意味タイプ 0(中核的意味)；タイプ 1：意味タイプ 1(周辺の意味)；タイプ 2：意味タイプ 2(周辺の意味)；タイプ 3：意味タイプ 3(周辺の意味)；タイプ 4：意味タイプ 4(周辺の意味)。

意味タイプ 0とは対照的に、意味タイプ 1は高頻度で出現していた。特に、意味タイプ 1の中でも語義 1bと語義 1cの使用回数が多く、学年が上がるに伴い使用頻度も高くなっていた。さらに、意味タイプ 2の出現頻度は学年間で比較的一貫しており、特に語義 2aと語義 2dは、周辺の意味であるにも関わらず、中学1年の教科書においても使用されていた。

最後に、haveの各意味タイプにおける目的語について、全体的に抽象的な無生物名詞の割合が高かった。意味タイプ 1では62.1%、意味タイプ 2では48.3%、意味タイプ 3では67.6%を抽象的な無生物名詞が占めていた。さらに詳しくみると、意味タイプ 1の語義 1b、語義 1c、そして意味タイプ 2の語義 2dはいずれも高い割合で抽象的な無生物名詞と共起していた（それぞれ78.9%、61.4%、71.8%）。

4. 考察

本調査では、新学習指導要領に基づいた英語検定教科書において高頻度かつ多義的な動詞のcomeとhaveの語義分布を調査した。comeについては、中学1年では中核的意味である意味タイプ 0の使用が多く、学年が上がるにつれて周辺の意味の

使用が増加していた。よって、日本人英語学習者は英語学習の初期段階でcomeの中核的意味に触れる機会があると予測できる。また、comeの意味タイプ 2は中学よりも高校の教科書で有意に多く出現していた。この意味タイプ 2は他の意味タイプと比べても比較的抽象的な語義を多く含んでいる。例えば、語義 2bと語義 2cは、抽象的な無生物名詞を主語に用いることが多く（例：idea, invention, problem）、学年が上がるにつれて使用頻度が高くなっていた。このように、comeの場合、学習者が中核的意味に十分に触れる機会を与えた後に、その他の周辺の意味も徐々に導入されていることから、comeの語義の関連性を理解できるような工夫がされていると捉えることができる。さらに、語義 0cは、意味タイプ 0に含まれているが、中学の教科書ではほとんど使用されていなかった。一方、高校1年の教科書では、語義 0cは状態の変化を表す比喩的な意味として使用されていた（例：I came to enjoy playing volleyball）。すなわち、教科書において、語義 0cのように抽象的な意味の語義の場合は、中核的意味との関連性が高い語義であってもある程度学習が進んだ後に導入するべきだと考えられているのかもしれない。

一方、haveの場合、comeとは異なる語義分布の特徴がみられた。第一に、haveの意味タイプ 0(中核的意味)は、調査対象の中で最も低学年の中学1年でさえほとんど使われていなかった。中学の教科書でhaveの意味タイプ 0を使用していた出版社は全6社中3社のみであり、中学の教科書全体での出現回数はわずか3回であった。また、使用される語義の順番に関して、どの使用においても意味タイプ 0よりも前にその他の周辺の意味の使用が確認された。すなわち、意味タイプ 0の使用は少なからず存在するが、教科書においてhaveという動詞に初めて触れる時に使用される語義は中核的意味ではないことがわかる。

haveの中核的意味は、日本語の動詞「持つ」とほとんど同じ意味であるため、比較的意味を理解するのは容易である。そのため、日本人英語学習者にとっても十分理解できると捉えられ、教科書においてもhaveの中核的意味を導入する必要はないと判断されている可能性があるだろう。しかし、

日本語の「来る」という動詞に相当する*come*についても同様のことが言えるかもしれない。出版社の正確な意図を知ることはできないが、*come*の語義分布と同様、学習の初期段階で *have* の中核的意味に触れさせ、その後周边的意味についても徐々に触れる機会を増やすことは、*have*の中核的意味と周边的意味の関連性を掴ませるためには重要であると考えられる。

さらに、*have*の周边的意味には、学年問わず出現頻度の高い語義もある一方で、学年が上がるにつれて頻度も高くなる語義もあった。例えば、抽象的な無生物名詞(例：*characteristic*, *time*)の所有を表すのに使われる意味タイプ 1の語義 1b と語義 1c は中学1年から使用されており、その使用頻度は学年が上がるにつれて高くなっていた。一方、意味タイプ 2の語義 2d と意味タイプ 3の語義 3は全学年において比較的一定の頻度で出現していた。これらの周边的意味も抽象的な無生物名詞(例：*experience*, *problem*)を目的語にとる傾向にあるため、日本人英語学習者にとって習得が困難な語義である可能性が高い。よって、中核的意味から周边的意味へと語義の使用が変化する*come*とは異なり、*have*の語義分布は学習段階に関係なく多くの周边的意味が使用されている。そのため、学習者の中には*have*がもつ語義間の関連性を理解することができない場合もあるかもしれない。

*come*のように教科書の学年が上がるにつれて語義の種類が徐々に増加するように設計されている多義語であっても、ある語義に初めて触れるとその意味を理解することが難しい場合もあるだろう。特に、文脈からその多義語の意味を推測することが困難な場合、その語の意味習得に支障をきたす可能性がある。例えば、*come*の語義 1a、語義 1b、語義 2b、そして語義 2cは、中学2年の教科書で初めて使用されていた。「人」以外の抽象的な無生物名詞の移動を表す*come*に初めて出会った時、その意味を理解することが難しいと感じる学習者が存在する可能性がある。次の章では、これらの多義語学習における困難さを軽減するために教科書の作成者や教師に求められることについて議論する。

5. 教育的示唆

この章では、日本人英語学習者における多義語の習得を向上させるため、教科書での多義語の扱いについて、そして現場の教師に向けた提案について論じる。第一に、教科書の内容改善の一環として、多義語の語義に着目したリーディングの文章を作成する必要があるだろう。具体的には、教科書に登場する語の頻度だけでなく、文脈における語の意味の頻度にも着目し、文章を作成すべきである。教科書にて新出の語義とその語の中核的意味を関連させることで新出の語義の意味を推測できるような工夫が必要である。そのためには、学習の初期段階で中核的意味を紹介し、周边的意味の使用を学習段階が上がるにつれて導入していくことが望ましい。また、今回の研究で明らかになった*have*の語義分布のように特定の語義の使用に限定するのではなく、学習者の学年に応じて多様な語義を提示することが必要である。

第二に、教師は教科書の中でどの語が多義的に使用されているかを知り、それらの語の語義がどのような順序で使用されているかを把握する必要がある。本研究の結果が示すように、日本の英語検定教科書では、初期の学習段階で使用される教科書においても多義語の中核的意味の使用が不足していたり、学習段階を問わず多くの周边的意味が出現している可能性が高い。そのため、教師は学習者がどの語義を理解するのが難しいかを予測し、教科書で十分に触れられていない語義について補足で説明する必要がある。また、教科書からのインプットに加え、多義語の語義を明示的に示すことも可能である。認知言語学の分野では、中核的意味を意識した語義指導の効果が支持されている(Verspoor & Lowie, 2003)。例えば、Tyler and Evans (2004)とYamagata (2018)は、英語学習者に対してイメージ・スキーマに基づいた指導(Image Schema Based Instruction)を導入することの有効性を実証した。この指導法は語彙指導の際に単語の中核的意味を示すイメージを提示することで、学習者にその語がもつ中核的意味を理解させ、その他の周边的意味を中核的意味と関連付けながら学習することを促すと考えられている学習の初期段階で教師がこの指導法を取り入れることで、学習

者は学習対象の多義語の中核的意味を身につけることができる。そして、その後学習者がその語の新しい語義に出会った際にも、教師はその語の中核的意味について振り返ることで、語義同士の結びつきを強化することができるだろう。よって、多義語の意味指導のためには教科書の内容の改善に加え、現場の教師からの補足的な指導も必要であると考えられる。

6. 結論

本研究では、日本の中学と高校で使用されている英語検定教科書において、出現頻度の高い多義動詞*come*と*have*に焦点を当て、これらの動詞の語義分布を調査した。その結果、*come*の中核的意味は学習の初期段階に多く使用されている一方、*have*の場合は中核的意味の使用が4学年を通して極めて少なかった。さらに、*come*の分析では、学年が上がるにつれて周辺の意味の使用は徐々に増加することがわかった。対照的に、*have*の周辺の意味は語義によって異なる分布を示し、学年を問わず高い頻度で出現する語義も存在していた。よって、多義語によってその語義分布は異なると予想され、学習者にとって語義同士の関係を理解することが難しい多義語も存在すると考えられる。

日本の英語学習者向けの教科書における多義語の語義分布に焦点を当てた研究はこれまでほとんど実施されていない。本研究は*come*と*have*のみに焦点を当てて研究したが、他の多義語の語義分布について調べることで、より包括的に多義語の使用を明らかにすることができる。学年が上がるにつれて多義語の語義分布がどのように変化していくかを調査することで、教科書の作成者や教科書を使用する教師に重要な示唆を与えることができる。さらに、日本人英語学習者が多義語の語義をどの程度理解しているかについても調べる必要がある。出現頻度の高い多義語の語義に関する知識を測定するテストを実施することで、学習が特に困難な語を特定し、それに応じて教科書の内容や指導の内容を調整することができる。このように、日本人英語学習者への多義語の意味指導の改善に向け、今後さらなる研究が求められる。

注

本研究論文は2024年1月に京都大学大学院に提出する修士論文の一部とする予定である。

参考文献

- 畔元里沙子・内田諭 (2018). 「高校英語教科書の CEFR レベル：CEFR-J Wordlist に基づいた語彙の数量的分析」『言語処理学会 第24回年次大会 発表論文集』第24巻, 468–471.
- 佐藤剛・佐藤李子・清水咲良・瀧本遥陽・村木歩乃佳 (2021). 「小学校英語検定教科書のコロケーション分析 —授業における例文瀬悪性のための指標策定—」『弘前大学教育学部紀要』第126巻, 153–160.
- 瀬戸賢一 (編) (2007). 『英語多義ネットワーク 辞典』小学館
- 福富かおる (2012). 「中学生における基本動詞 *make* の文法的・語彙的コロケーションについて」『熊本学園大学文学・言語学論集』第19巻2号, 95–116.
- 眞野美穂・鈴江涼子 (2018). 「中学校英語検定教科書における動詞の出現頻度調査：現状と課題」『鳴門教育大学研究紀要』第33巻, 295–308.
<https://doi.org/10.24727/00028017>
- 文部科学省 (2017). 『中学校学習指導要領(平成30年告示)』
- 文部科学省 (2018). 『高等学校学習指導要領(平成31年告示)』
- Altenberg, B., & Granger, S. (2001). The grammatical and lexical patterning of MAKE in native and non-native student writing. *Applied Linguistics*, 22(2), 173–195.
<https://doi.org/10.1093/applin/22.2.173>
- Anthony, L. (2022). AntConc (Version 4.0.11) [Computer Software]. Available from <https://www.laurenceanthony.net/software>
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*,

- 67, 1–48.
<https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Bensoussan, M., & Laufer, B. (1984). Lexical guessing in context in EFL reading comprehension. *Journal of Research in Reading*, 7(1), 15–32.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.1984.tb00252.x>
- Brysbaert, M., Warriner, A. B., & Kuperman, V. (2014). Concreteness ratings for 40 thousand generally known English word lemmas. *Behavior Research Methods*, 46(3), 904–911. <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0403-5>
- Committee of Revising the JACET Basic Words. (Ed.). (2016). *The new JACET list of 8,000 basic words*. Kiriara Shoten.
- Fox, J., & Weisberg, S. (2019) *An R companion to applied regression* (3rd ed.). Sage.
- Hoshino, Y., Sakata, N., Morimoto, S., Matsukubo, A., & Tsubaki, M. (2017). The meaning distributions of a polysemous word in two kinds of EFL learning materials. *Journal of Bunkyo Gakuin University, Department of Foreign Languages*, 17, 35–56.
- Lakoff, G. (1987). *Women, fire, and dangerous things: What categories reveal about the mind*. University of Chicago Press.
- Langacker, R.W. (1987). *Foundations of cognitive grammar: Theoretical perspectives*. Stanford University Press.
- Langacker, R.W. (2002). *Concept, image, and symbol: The cognitive basis of grammar*. Mouton de Gruyter.
- Liu, D., & Lei, L. (2018). Teaching idiomatic expressions of *make, do, have*, and other common verbs. *The TESOL Encyclopedia of English Language Teaching*, 1–7.
<https://doi.org/10.1002/9781118784235.eelt0786>
- McIntosh, C. (2006). *Oxford phrasal verbs: Dictionary for learners of English*. Oxford University Press.
- R Core Team. (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.
- Schmitt, N. (1998). Tracking the incremental acquisition of second language vocabulary: A longitudinal study. *Language Learning*, 48(2), 281–317.
<https://doi.org/10.1111/1467-9922.00042>
- Shimizu, M. (2015). Quantification of MAKE collocations in high school English course textbooks. *JALT Conference Proceedings*, 344–354.
- Tyler, A., & Evans, V. (2004). Applying cognitive linguistics to pedagogical grammar: The case of over. In M. Achard, & S. Niemeier (Eds.), *Cognitive linguistics, second language acquisition, and foreign language teaching* (pp.257–280). Mouton de Gruyter.
- Verspoor, M., & Lowie, W. (2003). Making sense of polysemous words. *Language Learning*, 53(3), 547–586. <https://doi.org/10.1111/1467-9922.00234>
- Yamagata, S. (2018). Comparing core-image-based basic verb learning in an EFL junior high school: Learner-centered and teacher-centered approaches. *Language Teaching Research*, 22(1), 65–93.
<https://doi.org/10.1177/1362168816659784>

付録 A：瀬戸(2007)における *come* の語義

タ イ プ	語 義	語義内容
0		〈人・物が〉(話し手の(視点がある)所に) 移動して到達する：(やって) 来る, 〈人が〉 (聞き手の所に) 行く ((to, into, toward))
	0a	〈道などが〉(話し手の(視点がある)所に) 移動して到達する：伸びてくる, 〈道路・山 脈・頭髮・衣服などが〉届く, 達する
	0b	〈遺産・金などが〉(話し手の(視点がある) 所に) 移動して到達する：やって [巡って] くる, 到着する
0	0c	〈人・物事が〉(ある状態に) 移動して到達す る：((形容詞・副詞・前置詞句を伴って)) … になる, ((不定詞を伴って)) …するようにな る
	1	〈人・物が〉(話し手の(視点がある)所に) 到達する：来る, 着く, 届く
	1a	〈時機・順序などが〉(話し手の(視点がある) 所に) 到達する：やって [巡って] くる, 到来する
1	1b	〈知らせ・情報などが〉到達する：来る, 着く, 届く
	1c	〈金額・数字などが〉(ある数値に) 到達する： 〈合計が〉(…に) 達する
	1d	〈人・議論などが〉(結論・終わりなどに) 到 達する：(結論・決定・同意などに) 至る, 終 わる, 止まる
2	2	〈人・物などが〉(話し手の視野に) 出現する： 姿を見せる, 〈人・物・表情などが〉現れる, 〈子供が〉(この世に) 現れる, 生まれる
	2a	〈声・味・匂いなどが〉(話し手の知覚上に) 出現する：現れる, 感じられる
	2b	〈考え・問題などが〉(話し手の認識の視野に) 出現する：現れる, 〈考えなどが〉浮かぶ, 〈事 態が〉生じる
2	2c	〈映画・報告書・電気・商品などが〉(世の中 に) 出現する：公開される, 開発される

注 語義 2c は瀬戸 (2007) には記載されていない語義のため, 筆者が独自に追加した。

付録 B：瀬戸 (2007) における *have* の語義

タ イ プ	語 義	語義内容
0	0	〈物を〉手に持っている：つかんでいる
	1	〈物を〉自分の物として持っている (手以外の 場所で, 物を所持 [有] している)
	1a	〈家族・友人などを〉持っている：〈家族・友人 などが〉いる, 〈ペットなどを〉飼っている
1	1b	〈人が〉〈ものを〉自分のものとして持っている (物に喩えられるものなら, たいいていのものは「持っている」ことができる)：〈属性・特 徴などを〉持っている, 〈知識・情報などが〉あ る, 〈時間・余裕・機会などが〉ある, 〈熱・痛 みなど の症状が〉ある, 〈感情・考えなどを〉 抱いている, 〈義務・権利などを〉有する
	1c	〈物などが〉〈特質などを〉一素として持つてい る：〈…を〉含む, 〈…から〉なる
	2	〈物を〉手に取る：手に入れる, (代金を支払っ て) 入手する, 購入する
2	2a	〈飲食物などを〉手に取って飲食する：〈食事を 〉とる, 〈タバコを〉吸う
	2b	〈子供を〉手に入れる：〈子を〉授かる
	2c	〈情報・楽しみなどを〉手に入れる：〈知らせな どを〉受け取る, 〈利益などを〉得る, ((否定文 で)) 〈行為・発言などを〉受け入れる, 許す
3	3	〈経験などを〉手に入れる (物を手にとると, それが自分の眼前に存在するように, 経験な どを「手に入れる」)：〈行為を〉行う, 〈経験を 〉する, 〈事故・問題などに〉出会う, 〈楽しい [つらい] 時間などを〉経験する, 過ごす
	3	((口)) 〈人を〉性的に手に入れる：ものにす る, 〈人と〉性交する, やる
	3	〈これから行うべき予定を〉持っている：〈やる べきことがある
4	4	〈物・人などを〉(ある状態に) しておく：((have ABの形で)) AをBの状態にしておく (←Aが Bである状態を主語が持っている), ((A done の形で)) Aを…してもらう […される, …し てしまう] (←Aが…される状態を主語が持つ ている)

4a

とくに<人を> (ある行為をする状態に) しておく : (have A doingの形で) A (人) に…させておく (←Aが…している状態を主語が持っている) ; (have A doの形で)
A (人) に…させる, してもらう (←Aが…する状態を主語が持っている)

小学校外国語の発音指導に対するデジタル教科書活用の考察

ープロソディに注目してー

長谷川 喜大

千葉大学大学院 教育学研究科

A Study of the Use of Digital Materials for the Pronunciation Instruction of English in Elementary Schools: Focusing on Prosody

HASEGAWA Kidai

Graduate School of Education, Chiba University

本研究では、小学校外国語の授業で使われている指導者用デジタル教材の中に登場する発音指導に係る単語及びセンテンスの数と、チャンツの音声の分析を行った。2020年度から小学校の外国語が教科化となったことに伴い、各出版社から検定済み教科書が発刊され、多くの小学校で外国語の時間に指導者用デジタル教材が活用されている。そのような中、発音指導の方法や、チャンツを分析し、特徴を述べることは、小学校の英語教育を充実させ、中学校の英語教育との円滑な接続をするためには重要である。デジタル教材の分析では、2社4冊分のデジタル教材を対象に、あらかじめ作成した13コードを元に分析を行った。その結果、全体として学年が上がることで発音指導に関わる活動数の増加が見られ、約3～4割の単語やフレーズが発音指導に関係していると明らかになった。チャンツの音声の分析では、小学校で用いられている教科書に収録されているチャンツから、児童のノリがよく、自然なプロソディ学習に効果の見られるものと、そうではないチャンツを選定し、その中で同じ表現を抽出し、それらを音声分析ソフトのPraatを用いて分析した。このとき、特に声帯が開いたときに現れる pulse と、音の強さを表す intensity に注目をして波形の特徴を検証し、それぞれのチャンツに使われている表現の中で、強く発音されている箇所とどのような違いがあるのかを統計的に処理し比べた。その結果、intensity が平均を超えて強く読まれている箇所がまとまっており、強く読まれている箇所と弱く読まれている箇所の差がはっきりしているということが、プロソディ学習に重要であるという結果が得られた。

キーワード：小学校外国語，デジタル教材，音声指導，チャンツ，教科書

1. はじめに

2020年度から小学校高学年で外国語が教科化され、それに伴い中学年でも週に一度外国語活動の時間が設けられた（文部科学省，2017a）。外国語の教科化に伴い、現在は各出版社（東京書籍、

三省堂、光村図書、啓林館、教育出版、学校図書、開隆堂の7社）から小学校の外国語の時間で使用する検定済み教科書が出版されている。外国語が教科になる前の外国語活動の時間では、「聞くこと」「話すこと」に焦点が置かれ、文字の指導は行わ

れなかった。しかし、現行の学習指導要領では「書くこと」「読むこと」が評価の基準として設けられ、文字の指導も小学校段階で行われることとなった。

2017 年告示の小学校学習指導要領の外国語の書くことの目標では、「自分のことや身近で簡単な事柄について、例文を参考に、音声で十分に慣れ親しんだ簡単な語句や基本的な表現を用いて書くことができるようにする。」(文部科学省, 2017a, p.157) とある。このような目標を達成するためには、英語学習初期の段階から音韻認識を高めることは重要である。特に英語は日本語とは違い文字と音との関係性が薄い *deep orthography* (深い正書法) と呼ばれる言語である。ベネッセの高校 1 年生を対象とした調査(2015)では、「英語の発音が難しい」「単語を覚えるのが難しい」「英語のつづりを覚えるのが難しい」と回答している生徒は 7 割に及び、音と文字との関係性の薄さが英語そのものに対する難しさの要因となっている。加えて、学習の初期段階での苦手意識がその後の教育へ与える影響に関して川井(2021)は、中学 1 年生を対象にしたベネッセ総合研究所の調査(2009)と、中学 3 年生を対象にしたベネッセの調査(2014)を踏まえ、英語を「苦手」と感じるピークは中学 1 年生～2 年生の始め頃、つまり英語学習の初期段階で苦手意識が芽生えていると指摘している。また、学習初期に苦手意識や困難を抱えてしまうことで、その後学年が上がっても苦手意識を払拭することは困難であると考えられる。このことから、英語学習の初めの段階から学習者の苦手意識を減少させるために、小学校の外国語での丁寧な文字と音の指導が重要であると言える。

一方で、一つ一つの音素が読めるようになり、単語もわかるようになれば、すぐに英語の文章を英語らしい発音やイントネーションで読めるようになるわけではない。発音に関して日本語と英語におけるもっとも顕著な違いを中鉢(2000, pp.101-102)は、日本語が音節拍リズムなのに対して、英語が強勢拍リズム(*stress-timed rhythm*)であるため、日本語の場合、各音節がほぼ等しい間隔で発音されリズムを作るのに対し、英語の場合はほぼ等しい間隔によって現れる強勢(*stress*)によってリズムが作られる点にあると指摘している。Wells

(2006)によると、学習者がプロソディ要素を誤って発話すると、聞き手はその誤りに対して直感的・反射的に反応してしまい、コミュニケーション上深刻な問題を引き起こすことがあると指摘されている。そのため、本当の意味で相手に伝わる英語を話すためには、自然なプロソディの獲得も不可欠であり、それを学習者の中に育てていくことが重要である。しかしながら、現在の小学校教員のほとんどが、小学校教員養成段階で外国語教授法の授業は必修科目ではなく、音韻指導をはじめとした外国語の指導に関して専門的な技術を身につけることができていない。実際、河内山ら(2011)が小学校教員に向けて行った意識調査では、発音指導を「全く行わない」「ほとんど行わない」と回答している人数が全体の 59%であると報告されており、小学校段階での発音指導の重要性とは対照的に、発音指導があまり行われていないと言える。

そのような中で、多くの小学校の外国語科の時間に使われている教科書では、児童が英語の文をリズムに合わせて発音するチャンツが掲載されている。チャンツの多くは 1 分程度と短いため、毎回の授業の冒頭などで簡単に取り入れることができ、続けることも容易である。加えて、松畑他(2007)が行った小学校教員への外国語教育に対する意識調査では、歌やチャンツの指導は小学校教員にとって、他の教科でも求められる項目であるため、比較的容易であるという指摘がされている。この点からも、チャンツを授業の中に取り入れることは有用であると考えられる。

また、2019 年から「GIGA スクール構想」の一人一台端末の整備が本格的に始まった。文部科学省(2023)によると、令和 4 年度の内、99.9%の自治体の義務教育段階における 1 人 1 台端末の配置が完了する見込みであるとしている。GIGA 端末を活用することで、以前に比べ学習者が正しい英語の発音にアクセスすることが簡単になった。佐藤・染谷(2020)によると、児童はデジタル教科書など電子教材を使った授業に好感を持っていることが指摘されている。また、佐藤(2022)は、担任がチャンツや歌を歌う活動でデジタル教材を活用することができていると回答している割合が高いことを報告しており、デジタル教材の中でも特に

チャンツは児童と教員の両者がデジタル教材の恩恵を享受しているものであると言える。

そこで本稿では、以下のような Research Question (RQ) を設定する。

RQ1 現在小学校外国語で使われている教科書の中で、発音指導に効果を挙げられると考えられる単語やセンテンス数を検証する。

RQ2 デジタル教材に収録されているチャンツの中で、特にプロソディ形成に効果が見込まれるチャンツに登場する表現の音声面での分析を行い、その特徴を明らかにする。

2. 先行研究

(1) デジタル教材の先行研究

小学校外国語が高学年で教科化された現行の学習指導要領解説の中で、文部科学省(2018, p.131)は、視覚教材などを用いて実際のコミュニケーションの場を設定することによって、「児童の興味・関心や、英語の語順への意識の高まりが期待できる」とし、教室用デジタル教材の有効活用を掲げている。現在小学校外国語の時間に使われている教科書では、指導者用デジタル教材が作成され、教室内の多くの活動に利用されている。津村(2021)は、検定教科書 7 社 14 冊を分析し、ICT (Information and Communication Technology) 機器の活用や教科横断的な内容など、各教科書会社が様々な工夫を行っていると報告している。学習指導者用デジタル教材の整備率に関して文部科学省(2023)は、令和 5 年 3 月 1 日時点で 94.3% の小学校で指導者用デジタル教材を使用できる状態であると報告しており、多くの小学校でデジタル教材を使った授業を行うことが可能である。また、特に外国語は、デジタル教材の活用を行うことで効果的に授業を進めることができる教科であると言える。折井(2022)は、小学校教員を対象にした調査で、9 割の教員が、デジタル教材は外国語の時間に役立っていると回答し、その中でも「リズム・発音での学習」に有効活用されていると回答した教員の割合は 92%であったと報告している。日本の小学校教員の特徴として、英語の発音指導に自信がないと回答する割合が高いことが挙げられており(松畑他 2007; 大嶋 2020, 他) デジタル

教材を活用することで、教員が自信を持って外国語の授業を行うことにつながっている。

各教科書会社で内容や、使用している語彙の種類などは異なるが、指導者用デジタル教材の大きな特徴として、児童に与えることが可能であるインプット量の多さが挙げられる。佐藤他(2023)は、指導者用デジタル教材を使った小学校外国語の実践報告を二つ挙げ、ALT が不在であっても指導者用デジタル教材によって児童への効果的なインプットを与えることが可能であるとする一方で、質の高いアウトプット活動に繋げるために、児童の実態に合わせた使用方法を吟味する必要があることを報告している。ALT や英語専科の教員の配置など、地域差の影響が大きい外国語という教科で、デジタル教材を使うことができれば、一定量質の高いインプットを確保できるが、インプット過多に陥ることのないよう、担当教員が調整を行う必要があると言える。

(2) チャンツに関する先行研究

チャンツはもともと単調なリズムが繰り返されるメロディーを持つ聖歌や賛美歌などを意味していたが、現在特に児童英語教育の分野では、英語独特のリズムを学習するための、リズムカルな言葉の流れを持つ言語材料を指す(アレン玉井, 2010)。

チャンツや歌を授業に取り入れる効果に関して真崎(2013)は自身が行ったアンケート調査から、児童はチャンツを導入することで、楽しく学ぶようになり、特に情意面における効果が大きいと述べている。また、山本(2008)や真崎(2013)によると、チャンツによって記憶の保持への効果が認められるとする研究結果が報告されている。一方で、文部科学省が 2017 年に発行した『小学校外国語活動・外国語研修ガイドブック』の中に記載があるように、チャンツの中には英語らしいリズムから離れたものも存在している(p.105)。特にジャズのリズム感が強いジャズチャンツには、松永(2005)が指摘するように、英語母語話者の ALT (Assistant Language Teacher) でさえ乗りにくそうにしているものも存在している。そのため、チャンツを授業内で扱う際には、教材研究の段階で、次の授業で使用する予定のチャンツを聞いておき、

英語らしくないリズムの物は扱わないなど、担当教員の判断が重要であると言える。

3. 研究方法

(1) 指導者用デジタル教材の分析

今回の分析では、あらかじめ発音指導に関係する活動をコード化し、それに基づいて指導者用デジタル教材の分析を行った。分析の対象にしたのは、採択数が多い順に *NEW Horizon Elementary English Course 5.6* (東京書籍、以下 NHE と記載) と、*Here We Go! 5.6* (光村図書、以下 HWG と記載) の指導者用デジタル教材である。ユニット数は、NHE がそれぞれ 8 ユニット、HWG がそれぞれ 9 ユニットである。なお、NHE には *Picture Dictionary* という名称で、HWG には絵辞典という名称で小学生のうちに学習する単語や表現がまとまっている冊子やページがあるが、今回は児童が学習するユニットに関連するものだけ分析の対象にすることにす。教材の中には、児童が単語・フレーズをリピートする場合 (例えば、apple という単語の音を聞いて apple と発音するなど) と、センテンス単位で発音練習する場合 (例えば、I like an apple. と聞いて、それを発音するなど) の二種類がある。今回は単語およびフレーズの発音練習と、センテンスとして発音する練習の 2 つを分け、それぞれの分析を行った。センテンス数と単語数を数える際には、最初に 2 社の指導者用デジタル教材のスクリプトを全て文字に起こし、作成したコードに該当する活動の箇所を抜き出した。続いて、それぞれのコードにおける活動数と単語及びセンテンス数を抽出し、結果としてまとめた。

活動のコードは、Derwing et al. (2012) を参考に、13 個作成した。なお、複数のコードに当てはまるものは、複数の活動としてカウントしている。

(2) 教科書内のチャンツの分析

チャンツの分析は、児童が歌いやすくて盛り上がり、英語らしいプロソディの獲得が見込まれるチャンツと、そうではないチャンツを選定し、それぞれのチャンツに共通する表現を抜き出して、音声分析ソフトの Praat を用いて分析を行う。Praat は、オランダのアムステルダム大学の Paul Boersma 氏と David Weenink 氏が開発した音声分

析用フリーソフトウェアで、音声分析に留まらず、知覚実験の遂行、統計解析音声合成など、音声学・音韻論にまつわる多様なツールの集合体となっている (北原他, 2017, p.16)。このソフトで取り込んだ音声は波形で表示され、分析できる観点には、音声の spectrum に加えて、音の高さを表す pitch、波形 (音) の強さを表す intensity、ある瞬間の音を分析した際に、特に強く現れている周波数を表す format、声帯の振動を表している pulses の合計 5 つである。本稿では、全てを一度に表示してしまうと見にくくなってしまうため、適宜必要な箇所のみを提示する。なお、音声ファイルの形式は、多くのソフトで対応している WAVE ファイルを用いる。

チャンツの選定には、公立小学校で外国語の授業を担当している 3 名の先生にご協力頂いた。授業での実践、観察などを通して、児童が歌いやすく、盛り上がるチャンツとして選定されたものは、NHE 5 から Unit 1 の 2 つ目 (チャンツ名: What sport do you like?) と、Unit 3 の 2 つ目 (チャンツ名: What do you want to be?)、NHE 6 から、Unit 2 (チャンツ名: Where do you live?) と Unit 7 (チャンツ名: What is your best memory?) であった。逆に児童が歌いにくく、あまり盛り上がらないチャンツとして、NHE 5 から Unit 2 の 2 つ目 (チャンツ名: What do you want?) と Unit 6 (チャンツ名: How much is it?)、NHE 6 の Unit 1 (チャンツ名: Where are you from?)、Unit 3 (チャンツ名: Where do you want to go?) が挙げられた。本稿では、児童が歌いやすく、盛り上がりながら英語のプロソディを獲得できるチャンツを「チャンツ A」、反対に児童の乗りが悪く、英語の正しいリズムから逸脱したチャンツを「チャンツ B」と表記することとする。今回は、これらのチャンツ A とチャンツ B の中で同じフレーズが使われている箇所をそれぞれ抜粋し、それを Praat に読み込んで比較と分析を行う。今回分析にかけるフレーズは、NHE 5 の Unit 3 の 2 つ目と Unit 2 の 2 つ目からそれぞれ 'What do you want?' を抽出した。

4. 分析結果

(1) 発音指導に関する分析

指導者用デジタル教材の分析結果は、以下の表1及び表2のようになった。NHE 5の発音指導に関わる活動数は203個でありNHE 6では、298個であった。NHE 5に比べ、NHE 6で活動数が大きく上がっているものとして、音読の活動と単語のオンセットとライムの聞き分けの活動が挙げられる。NHE 6では、毎ページに1度、そのレッスンのキーフレーズの音声を聞き音読する活動や、発表の活動を行う前にその練習として教科書のキャラクターのセリフを音読する活動が設けられている。

表1 NHE と HWG 内に登場する発音学習の活動数

	NHE 5	NHE 6	HWG 5	HWG 6
単語・フレーズのリピート	42	48	28	19
単語のオンセット・ライムの聞き分け	6	43	0	0
アルファベットジングル（フォニックス）	2	8	26	34
アクセントの位置の識別	6	0	0	0
歌	8	8	6	9
チャンツ	19	8	19	16
内容が自由の会話活動	34	32	0	0
部分的に内容が決まっている会話活動	39	23	41	32
内容が決まっている会話活動	0	1	1	0
音読	0	41	2	4
発表	7	11	4	14
英語の文の音声をリピートする活動	39	74	46	47
文強勢の位置に意識を向ける活動	1	1	0	0
合計	203	298	173	175

表2 NHE と HWG の発音学習に関わる単語・フレーズ数とセンテンス数

	NHE 5	NHE 6	HWG 5	HWG 6
単語・フレーズ数	339	423	295	350
センテンス数	486	492	396	423

NHE 5の単語・フレーズ数は339で、センテンス数は486、NHE 6の単語・フレーズ数は423であり、センテンス数は492であった。発音指導に関係する活動数が増加したことに伴って、単語やセンテンスの数も増加している。これらの結果と、NHEの指導者用デジタル教材全体の言語データから、指導者用デジタル教材のうち、約4割のセンテンスや単語が発音指導に関係していることがわかった。

続いて HWG の結果に関して概観していく。HWG 5の発音指導に関わる活動数は173であり、HWG 6では175個であった。5年生と6年生のデジタル教材の間で特に変化のあった活動としては、単語やフレーズをリピートする活動である。この活動は5年生では28あったものが、6年生では19に減少している。一方で発表の活動に関しては5年生では4だったものが、6年生では14に増加している。また、全体の活動数にはあまり差が見られないが、発音指導に関する単語数とセンテンス数は増加しているため、児童が一つの活動で多くの単語やフレーズを学習するようになったと言える。これらの結果と、HWGの指導者用デジタル教材全体の言語データから、約3割の活動が発音指導に関係していることがわかった。

（2）チャンツの分析

① 波形の結果

図1及び図2は、小学校の先生方に選定して頂いたチャンツAと、チャンツBの両方の中で使われている同じフレーズである、‘What do you want?’（NHE 5のUnit 3の2つ目とUnit 2の2つ目から）をPraatで読み込み、それぞれ波形を出したものである。図1がチャンツAの中に収録されている波形であり、図2はチャンツBの中に収録されている波形である。2つの図の上段は、それぞれ

のフレーズの波形を表している。上段の四角で囲った箇所は **pulse** を表しており、下段には音の強さを表す **intensity (db)** の推移をグラフで表している。名倉 (2010) によると、**pulse** とは声帯振動数のパルスを表しており、声帯が開いたときに現れるものである。そのため、無音の時や無声音の際には **pulse** は表示されない。ここから、**pulse** と **intensity** の 2 つは、英語がどのように読まれているかを表す指標になっていると言える。**pulse** が多く出ているところと **intensity** が周りとは比べ高くなっているところが、そのフレーズの中で強く読まれ、聞き取りやすい箇所となっていると言える。

まず、2 つのチャンツの **pulse** の違いを見比べてみると、チャンツ A は **pulse** が集中している箇所と、そうではない箇所の差がはっきりとし、**pulse** の出方が規則的であることがわかる。つまり、強くはっきりと発音される箇所とそうではない箇所の差が明確である。一方で、チャンツ B は強く発音される箇所とそうではない箇所の差が不明確であり、**pulse** が出ている箇所も不規則である。

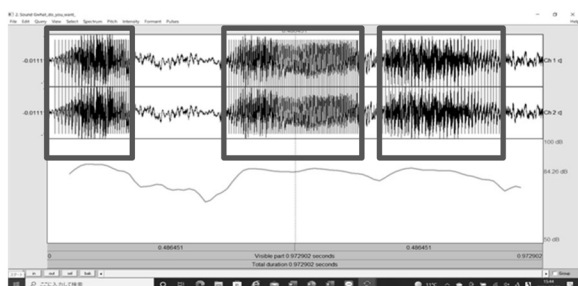


図1 チャンツ A の中で使われている 'What do you want?' の波形

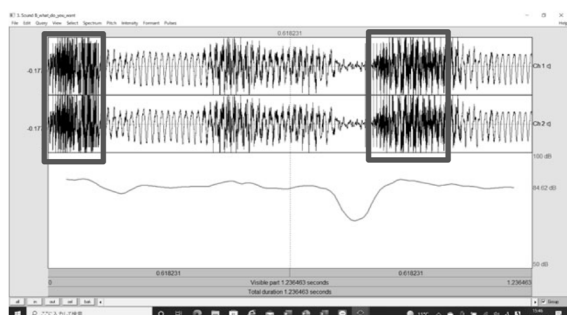


図2 チャンツ B の中で使われている 'What do you want?' の波形

次に **intensity** に関して見てみると、チャンツ A のの中では、直前の音より強く発音されている箇所が比較的規則的に現れ、その数も多いのに対し、チャンツ B は全体として平坦であり、直前の音よりも強く発音されている箇所もあまり多くない。

続いて、二つのチャンツの **intensity** の推移の仕方を数値で比較する。チャンツ A の **intensity** の平均値は 83.61db であり、チャンツ B の平均値は 85.63db であった。2 つを比べると、チャンツ A の方が平均値を超えている箇所、つまり他と比べて強く読まれている箇所がまとまって存在している一方で、チャンツ B はまばらに登場し、全体的に平均値付近に停滞していた。それぞれのチャンツの各群における **intensity** の平均値のプロットをグラフにしたのを見てみると、チャンツ A では、**intensity** の大きさが全体の平均値を超えている箇所とそうではない箇所の差が明確であるのに対して、チャンツ B では平均値付近で細かく推移している箇所が多く、強く発音される箇所と弱く発音される箇所の差がチャンツ A に比べあまり見られないことがわかる。

② 記述統計の結果

上記で得られた **intensity** の推移を、ワード法を用いて統計処理した結果を以下に示す。表 3 と表 4 は記述統計の結果 (少数第 1 位まで) である。今回は平均値を超えて強く読まれているまとまりを一つの群として表記している。分析の結果、チャンツ A もチャンツ B も奇数番目の群が **intensity** が平均値を超えて強く読まれている箇所であり、偶数番号の群は **intensity** が平均未満で、他の箇所より弱く読まれているところであった。表 3 及び表 4 の中ではわかりやすいように、平均値を超えている群に丸印を付けている。なお、**intensity** の単位は db である。

また、分散分析をしたものを表 5 及び表 6 に示す (小数点第 2 位まで)。なお、等分散の検定 (Levene 検定) から、チャンツ A は $F(9, 98) = 34.455, p = 0.000, \eta^2 = 0.78$ という結果が得られ、チャンツ B は、 $F(5, 77) = 7.706, p = 0.000, \eta^2 = 0.66$ という結果が得られた。

最後に、それぞれの群を多重比較した結果得られたデータを以下に記載する (少数第 2 位まで)。

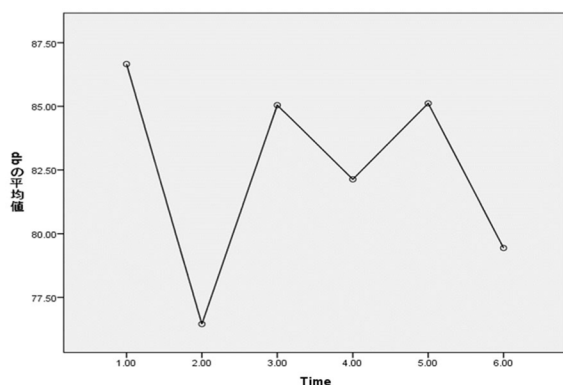


図3 チャンツ A の中で使われている‘What do you want?’ の平均値のプロット

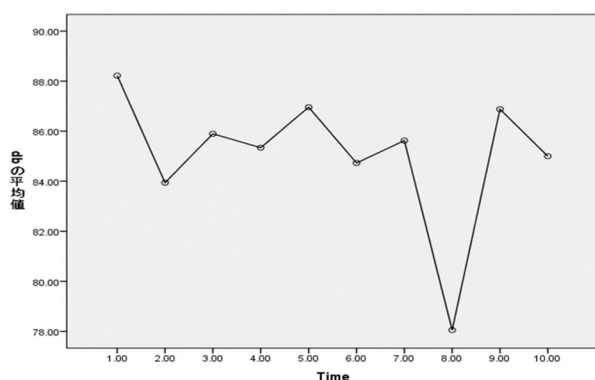


図4 チャンツ B の中で使われている‘What do you want?’ の平均値のプロット

今回は、Turkey の HSD 法 (5%水準) による多重比較を行った。この分析の結果から、チャンツ A で使われている ‘What do you want?’ の方では、強く読まれている箇所と弱く読まれている箇所統計的有意差が見られるところが多い一方で、チャンツ B に使われているものでは、強く発音される箇所と弱く発音される箇所に統計的有意差が見られる箇所が少ないことが特徴として挙げられる。例えば、表 7 チャンツ A の多重比較で、最初に強く読まれる箇所である第 1 群については、弱く読まれる箇所である他の偶数 3 群に比べて有意に高い得点を示していた。一方で、表 8 のチャンツ B の多重比較では、同じく強く読まれている箇所である第 1 群が、弱く読まれている偶数群の全てと統計的に有意差があるべきであるが、そのうち 2 群にしか有意に高い得点を示していなかった。

表 3 チャンツ A の中で使われている‘What do you want?’ の記述統計

db									
	頻度	平均	SD	標準誤差	平均値の 95% 信頼区間		最小値	最大値	
					下限	上限			
①	10	86.7	1.4	0.4	85.7	87.6	84.5	88	
2	21	76.5	3.3	0.7	74.9	78	69.8	83.3	
③	20	85.1	0.6	0.1	84.8	85.3	84.2	85.9	
4	8	82.1	1.4	0.5	81	83.3	80	83.6	
⑤	12	85.1	0.6	0.2	84.8	85.4	84.3	86	
6	12	79.4	2.8	0.8	77.7	81.2	75	83.4	

表 4 チャンツ B の中で使われている‘What do you want?’ の記述統計

db									
	頻度	平均	SD	標準誤差	平均値の 95% 信頼区間		最小値	最大値	
					下限	上限			
①	8	88.2	0.6	0.2	87.7	88.7	86.8	88.7	
2	10	83.9	1.1	0.4	83.1	84.7	82.4	85.6	
③	3	85.9	0.1	0	85.7	86.1	85.8	86	
4	15	85.3	0.3	0.1	85.2	85.5	84.9	86.1	
⑤	11	87	0.6	0.2	86.6	87.3	85.7	87.8	
6	9	84.7	0.3	0.1	84.5	85	84.4	85.4	
⑦	5	85.6	0.2	0.1	85.3	85.9	85.3	85.8	
8	16	78.1	5.6	1.4	75.1	81	70.5	85.5	
⑨	19	86.9	0.9	0.2	86.4	87.3	85.7	88.6	
10	12	85	0.4	0.1	84.8	85.2	84.5	85.6	

表5 チャンツ A の中で使われている‘What do you want?’ の分散分析 (db)

	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率	η^2
グループ間	1245.60	5.00	249.12	55.42	0.00	0.78
グループ内	346.11	77.00	4.50			
合計	1591.71	82.00				

表6 チャンツ B の中で使われている‘What do you want?’ の分散分析 (db)

	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率	η^2
グループ間	973.36	9.00	108.00	20.86	0.00	0.70
グループ内	508.21	98.00	5.19			
合計	1481.56	107.00				

表7 チャンツ A の中で使われている‘What do you want?’ の多重比較 (抜粋)

従属変数: db						
(I) Time	(J) Time	平均値 の差 (I-J)	標準 誤差	有意 確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
1	2	10.21*	0.81	0.00	7.83	12.59
	3	1.62	0.82	0.37	-0.78	4.02
	4	4.53*	1.01	0.00	1.59	7.47
	5	1.54	0.91	0.54	-1.11	4.20
	6	7.22*	0.91	0.00	4.57	9.88

Note. * $P < .05$.

表8 チャンツ B の中で使われている‘What do you want?’ の多重比較 (抜粋)

従属変数: db						
(I) Time	(J) Time	平均値 の差 (I-J)	標準 誤差	有意 確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
1	2	4.28*	1.08	0.01	0.78	7.78
	3	2.33	1.54	0.89	-2.67	7.32
	4	2.88	1.00	0.12	-0.35	6.11
	5	1.26	1.06	0.97	-2.16	4.69
	6	3.49	1.11	0.06	-0.09	7.08
	7	2.60	1.30	0.60	-1.61	6.80
	8	10.17*	0.99	0.00	6.97	13.36
	9	1.34	0.96	0.93	-1.77	4.45
	10	3.22	1.04	0.07	-0.14	6.59

Note. * $P < .05$.

以上の intensity に関する統計分析の結果から、チャンツ A は強く読まれる箇所と弱く読まれる箇所の差が大きく、発音される英語の表現が聞き取りやすい一方で、チャンツ B は全体を通して大きさが一定であるため英語が聞き取りにくく、児童がリズムに乗って声を出しにくいということが言える。

5. 考察

(1) RQ1 の考察

RQ1 は、小学校外国語の時間に使われているデジタル教材の中で発音指導に繋げることができる活動や単語、センテンスの数がどれほどあるのかを調査することを目的として、デジタル教材の発音指導に関する項目に関して分析を行った。その結果から全体的な傾向を概観すると、5 年生から 6 年生に上がる際に活動数が増加し、それに伴って単語とセンテンス数も増加していることがわかった。また、指導者用デジタル教材で音声の流れるものの内、全体の約 3~4 割の単語やセンテンスが発音指導に繋げることが可能であることも結

果として得られた。

この結果から、デジタル教材を活かして発音指導を行うために、1つ1つの活動が、発音指導にどのようにつなげるかを考えながら授業を設計することが重要であると考え。学習指導要領(2017)に示されているような現代の標準的な英語の発音やイントネーションを児童が身につけるためにも、デジタル教材の音声や映像をただ流すのではなく、それらを通して児童が伝わりやすい発音を身につけることが可能となるような声かけや、英語独特なリズムに注目させるなど、指導上の工夫が必要になるだろう。先行研究(佐藤・染谷, 2020)でも指摘されているようにデジタル教材の音声や映像を流す前に注目する箇所を示し、それらを流した後でどのような発問や指導を行うのかを考えることで、デジタル教材を最大限活かすことが可能になる。そのためには、指導書の内容を読むことはもちろんのこと、前もってデジタル教材の全体的な内容や機能に関して知ること也不可欠であると言える。デジタル教材には、授業で扱うユニットやレッスンに関係する音声や映像を流すこと以外にも様々な機能が備わっている。例えば、NHEのデジタル教材には、「リズムボックス」という名称で、様々な速さのリズムを流すことのできる機能がある。これを使うことで、児童が楽しみながら単語の発音を練習することや、日本語とは異なる英語の強勢拍のリズムを意識した発音練習を行うことが可能である。このように、デジタル教材には各ユニットやレッスン以外にも発音指導に補助的に活用することのできる機能が備わっており、それらを有効活用することが重要である。また、デジタル教材には、そのユニットやレッスンで学習する全ての単語や文が発音指導につながる活動に関連しているわけではなく、聞くだけや読むだけの活動にしか登場しない語彙もある。そのため、教材研究を通してどの単語やセンテンスが発音指導として活用できるのかを理解し、足りない内容に関してはALTなどの力を借りながら適宜補うことが重要であると言える。特に6年生で増加する傾向にある発表の活動を発音指導に効果的に繋げるために、児童が原稿などを作成しているタイミングはもちろんのこと、実際に発表

している姿をALTに見てもらい発音の明瞭性などに関してフィードバックを得ることで、より良い発音指導を行うことが可能になると考えられる。

(2) RQ2の考察

続いてチャンツの分析から得られた結果を概観する。まず波形から、児童がリズムに乗りやすく、英語らしいプロソディの獲得が見込まれるチャンツAは、pulseがはっきりと集中的に出ていたが、児童があまり盛り上がりせず、英語らしいプロソディの獲得が難しいチャンツBでは、pulseがはっきりと出ている箇所が少なく、無音もしくは無声音の期間が長いことがわかった。音の強弱を表すintensity(db)が平均を超えている箇所の違いに関しては、等分散の検定から、チャンツAは $F(9, 98) = 34.455, p = 0.000, \eta^2 = 0.78$ という結果が得られ、チャンツBは、 $F(5, 77) = 7.706, p = 0.000, \eta^2 = 0.66$ という結果が得られた。チャンツAでは、平均値を超えて発音されている箇所と平均値よりも小さく発音されている箇所の差が大きいが、チャンツBでは、全体を通してintensityが平均値付近に停滞しており、強く発音される箇所と弱く発音される箇所の間に、統計的に有意な有意差が見られる箇所が少ないという特徴がある。ここから、チャンツAの方がチャンツBよりも英語が短い間にリズムカルに発音されており、強勢の置かれている位置と強勢の置かれない箇所の違いが児童にとってわかりやすくなっていると言える。

以上のpulseとintensityの分析結果から、児童がリズムに乗りながら、英語らしいプロソディを獲得できるチャンツを選定する際の基準の一つとして、チャンツの中で発音される英語の強拍リズムの位置がわかりやすいか否かという点が挙げられる。中鉢(2000)で指摘があったように、英語は日本語と異なり強勢拍リズム(stress-timed rhythm)である。日本語には見られない強勢拍リズムが明確なチャンツを選ぶことで、日本語が母語の児童が、チャンツを通して正しいプロソディを身につける際の助けになると言える。加えて、無音や無声音の期間が短いことも、児童が盛り上がりながらチャンツを歌うことを通して英語らしいプロソディを獲得することのできる条件の一つであると言える。これは、無声音や無音の時間が長いことで、

英語本来のリズムが崩れてしまい、曲のリズムには合っている、児童にとって歌いにくくなってしまったためであると考えられる。小学校の外国語科は、限られた文法項目と単語で構成されているという特性上、同じ表現が別のチャンツのなかで繰り返し登場する。しかし、同じ表現でもチャンツの中で強く発音される箇所と弱く発音される箇所の差がはっきりしていない場合や、英語の元々のリズムから離れてしまっている場合は、文字があまり提示されず、英語の音だけの情報に頼って歌う児童らにとって歌いにくいものになるだろう。英語の表現や単語をチャンツに合わせて導入することで、児童の記憶に残りやすいという効果があるため（山本, 2008 他）、授業内でチャンツを導入する際は児童が誤ったプロソディを獲得しないよう注意をする必要がある。

もし児童がチャンツにうまく乗れず、歌いにくそうにしていたときには、文字を提示しながら強勢の位置で手をたたくなど、児童がチャンツに乗って英語らしいリズムで歌えるように手助けをすることが肝心であると考えられる。それでもまだ歌いにくそうにしている場合は、音楽を一度止め、強く読む箇所と弱く読む箇所の違いに気を付けながらチャンツの歌詞を発音する練習を何度か行った後、もう一度音楽に合わせて歌わせるといったような指導上の工夫が必要である。発音されている英語が聞き取りやすく、どこを強く発音すれば良いのかがわかりやすい形で練習をすることで、その後児童が実際のチャンツの音源に合わせて歌うことも容易にできるようになるだろう。

また、同じようなリズムが繰り返されるというチャンツの特性上、何度か歌うと児童も慣れてきてしまい毎回の授業のルーティンの一つとなってしまう。その結果、児童の中にはチャンツに飽きてしまい、逆に外国語の授業へのモチベーションが下がってしまうことも考えられる。そのため、授業中に適宜手をたたきながら歌うことや、列ごとで歌う機会を設けるなど、チャンツの歌い方に変化をつけることが必要であると言える。このように、チャンツをどのように児童に歌わせるかということを考えることも、チャンツの効果を最大限高めるために、重要であると考えられる。

6. まとめ

本稿では、小学校外国語の時間に使われている2社のデジタル教材のなかで発音指導に関係する単語・センテンスの数、並びに *NEW HORIZON Elementary English Course* 5・6 の中に掲載されているチャンツの中で、児童の反応が良く英語らしいプロソディを獲得できるチャンツと、そうではないチャンツの中で使われている同じフレーズに関して、分析を行った。デジタル教材の分析から得られた結果として、全体の約 3~4 割の単語とセンテンスが発音指導に関わっていることがわかった。また、チャンツの分析からわかったこととして、特に *intensity* が平均値を超えて強く読まれる箇所と、弱く読まれる箇所の差が大きく明確で、英語の強勢拍リズムが聞き取りやすいチャンツが、児童がプロソディを習得する上で有効であることを指摘した。今後の課題としては、今回分析の対象にした2社以外の教科書に関しても同様の分析を行い、小学校外国語のデジタル教材で扱われている発音指導に効果のある内容がどれだけの比率を占めているのかを明らかにすることが挙げられる。チャンツの分析の課題点としては、一部のフレーズだけではなく、チャンツ全体を分析にかけ、児童が盛り上がりながら英語らしいプロソディの獲得が見込まれるチャンツの要素を探ることが挙げられる。英語に限らず、言語ではイントネーションの違いなど、超文節的(*super segmental*)な要素も、その言語らしい発音をする上で重要なことであるため、今後はその点に着目をして分析を試みたい。

小学校での外国語は教科になってまだ始まって日が浅い。小学校の外国語の学習指導要領(2017, p. 158)によると、小学校では、600語から700語を学習するとされている。その多くの単語を児童が身につけるためには、授業を行う担当者がチャンツを初め、教科書に掲載されている全てのコンテンツの特徴を理解し、最大限生かすことが必要になるだろう。さらに、英語学習最初期である小学校で、音韻認識能力やプロソディへの意識を高めることは、児童がその後の中学校での英語学習で躓かないためにも重要になると言える。今回の研究が、外国語教育に関わる先生方が授業の中で

発音指導を効果的に行う方法と、児童らにとって良いチャンツとは何なのかの議論の一助となれば幸いである。

謝辞及び付記

本研究にご協力いただいた三名の先生方並びに丁寧にご指導して下さった指導教官の本田勝久先生に厚く御礼申し上げます。また、今回このような機会を与えて下さった公益財団法人教科書研究センターの皆様にも、御礼を申し上げます。尚、本研究の一部は、2022年8月6日にインドネシアのマランで開かれた The 20th AsiaTEFL International Hybrid Conference 2022 にて、‘Analysis of chants used in elementary school English textbooks: Vocabulary and phonetics’ という題目で発表した内容を加筆修正したものである。

引用文献

- アレン玉井光江 (2010). 『小学校英語の教育法 理論と実践』 東京：大修館書店
- アレン玉井光江・阿野幸一・濱中紀子(他) (2020). 『NEW HORIZON Elementary English Course 5, 6』 東京：東京書籍
- ベネッセ教育総合研 (2015). 「高校1年生の英語学習に関する調査〈2015-2019 継続調査〉」 <https://berd.benesse.jp/global/research/detail1.php?id=5467>
- Boersma, P. & Weenink, D. (2014). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.1.16. <http://www.praat.org>
- 河内山真理・山本誠子・中西のりこ・有本純・山本勝巳 (2011). 「小中学校教員の発音指導に対する意識調査-アンケート調査による考察-」『外国語教育メディア学会関西支部研究集録』第13巻, 57-78.
- 川井一枝 (2009). 「成人英語学習者に対するチャンツを用いた指導の効果」『東北英語教育学会』第29号, 33-45.
- 川井一枝 (2015). 「英語発音指導におけるチャンツの有効性」『いわき明星大学人文学部研究紀要』第28巻, 199-210.
- 川井一枝 (2021). 「英語リメディアル教育におけ

る音読指導再考—チャンツを用いた音読練習を通して—」『リメディアル教育研究』第15巻, 57-75.

<https://doi.org/10.18950/jade.2021.04.20.01>

- 北原真冬・田嶋圭一・田中邦佳 (2017). 『音声学を学ぶ人のための Praat 入門』 東京：ひつじ書房
- 中鉢恵一 (2000). 「日本人に必要な英語力とは」『東洋大学紀要 経営論集』第52巻, 99-107.
- 松畑熙一・中野宏・名合智子・橋内幸子・垣見益子・佐生武彦・佐藤大介 (2007). 「小学校英語教育に対する指導者の意識調査」『中国学園紀要』第6巻, 61-68.
- 松永健治 (2005). 「英語と日本語のリズムの違いに着目した音声指導—強勢拍リズムを身に付ける英語活動—」『STEP BULLETIN「英検」研究助成報告』第17号, 221-234.
- 真崎克彦 (2013). 「英語活動でチャンツを用いて指導した効果の研究」『小学校英語教育学会 (JES) 紀要』第13巻, 176-194. https://doi.org/10.20597/jesjournal.13.0_179
- 文部科学省 (2017a). 『小学校学習指導要領』 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/icsFiles/afieldfile/2018/09/05/1384661_4_3_2.pdf
- 文部科学省 (2017b). 『小学校外国語活動・外国語研修ハンドブック』 東京：旺文社
- 文部科学省 (2018). 『小学校学習指導要領解説』 https://www.mext.go.jp/content/20220614-mxt_kyoiku02-100002607_11.pdf
- 文部科学省 (2023). 「令和4年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果(概要)」 https://www.mext.go.jp/content/20230913-mxt_jogai02-000030617_0913.pdf
- 名倉秀人 (2010). 「『Praat』を用いたニュース英語の音声分析」『dialogos』第10号, 101-114.
- 大嶋秀樹 (2020). 「小学校現職英語担当教員の発音向上支援の試み—英語発音の実態調査から—」『小学校英語教育学会誌』第20号, 320-335.
- 折井麻美子 (2022). 「小学校外国語教科化に伴う課題と学級担任に必要な支援について—杉並区でのアンケート調査の結果から—」『小学校英語教育学会』第22号, 102-117.

- 佐藤裕子 (2022). 「小学校外国語デジタル教材活用の調査研究」 公益財団法人教科書研究センター『令和2年度公益財団法人教科書研究センター 大学院生の教科書研究論文助成金論文集』 17-26.
- 佐藤裕子・染谷藤重 (2020). 「小学校英語におけるデジタル教材を活用した授業実践—授業後の児童の情意面に着目して—」『上越教育大学教職大学院研究紀要』 第7巻, 第1号 233-241.
- Derwing, T. M. Diepenbroek, L. G., & Foote, J. A. (2012). How Well do General-Skills ESL Textbooks Address Pronunciation? *TESL Canada Journal*, 30(1), 22-44.
- 津村敏雄 (2021). 「小学校英語教科書の研究」『東洋学園大学紀要』 第29号, 177-193.
- Wells, J. (2006). *English intonation: An introduction*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 山本玲子 (2008). 「リズムと身体感覚を生かした模擬対話 指導：実際の会話力につながる体験蓄積のための試み」『日本児童英語教育学会研究紀要』 第27号, 81-96.

中学校段階の理科教科書における STEM/STEAM 教育の取扱いに関する研究

－日米の教科書の比較分析を通して－

瀬谷 匡史

山形大学大学院 教育実践研究科

A Study on STEM/STEAM Education in Science Textbooks at Middle School Level

－Comparative Analysis of Textbooks in Japan and the United States－

SEYA Masabumi

Professional School of Education, Yamagata University

現在、世界各国では科学技術の振興とイノベーション創出のための人材育成の取組みが行われている。アメリカはその先進的な国であり、科学技術政策の一環として STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 教育を推進している。日本においても諸外国の STEM 教育を参考に、リベラルアーツ (Arts) を含めた日本型 STEAM 教育として研究や実践が推進されている。本研究では、アメリカと日本の中学校理科教科書における STEM/STEAM 教育に関連する内容を明らかにし、アメリカの教科書の考え方を踏まえて、日本の中学校理科における STEAM 教育実践の課題や可能性を探ることとした。そこで、アメリカの大手教科書出版会社 Houghton Mifflin Harcourt 社『SCIENCE Fusion』の中等（前期）科学教科書の生徒用教科書及び教師用指導書、日本の中学校理科教科書 5 社を対象とし、STEM/STEAM 教育に関連する事項を分析した。その結果、SCIENCE Fusion では、次世代科学スタンダード NGSS (Next Generation Science Standards) をもとに、“S.T.E.M.”として STEM 教育の活動が行われていた。そこでは、Project-Based Learning を取り入れたエンジニアリングデザインプロセス、リスク・便益の分析、テクノロジーの分析の活動が行われていた。これらは、各単元及び活動で特に重視するスキルを定め、21 世紀型スキルの育成を目指していることが明らかとなった。日本の中学校理科教科書では、ものづくりや、科学と工学（工業）・技術（テクノロジー）等との関連が見られる事項を抽出した。そして、日本の各会社における中学校理科教科書のいずれにおいても、STEAM 教育に関連が見られる事項があることがわかった。しかし、その多くは教科書のトピックス及び付録等資料の中で科学と関連する知識や情報提供でとどまっているという課題も明らかとなった。以上のことから、日本の中学校理科教科書では、トピックス及び付録等資料を活用して工夫、発展させることで、理科授業における STEAM 教育の実践が可能であることを示した。

キーワード：STEM/STEAM 教育，米国中等科学教科書，中学校理科教科書，
理科授業，21 世紀型スキル

1. 研究の背景

現在、科学技術の国際競争力を高めるために、世界各国でイノベーション創出のための人材育成の取組みが行われている。アメリカ(以下、米国と略記)は、科学技術教育においてその中心的な国の一つであり、科学技術政策の一環として、科学、技術、工学、数学を統合的に学習する STEM(Science, Technology, Engineering and Mathematics)教育が推進されてきた。日本においても、Society5.0による科学技術の振興やイノベーションの創出、21世紀型スキルの育成が求められている。そこで、日本では米国を含む諸外国の STEM教育を参考として、新たに、芸術、文化のみならず、生活、経済、法律、政治、倫理等の広い範囲のリベラルアーツ(Arts)を含めた日本型 STEAM教育として導入を推進している(文部科学省、2021)。そして、STEAM教育の目的として科学・技術分野の経済成長や革新・創造に特化した人材育成を志向するものと、全ての児童生徒に対する市民としてのリテラシーの育成を志向するものの2つを挙げている。さらに、STEAM教育が各教科等での学習を実社会の問題発見・解決に生かしていく内容となることから、高等学校だけでなく小学校、中学校においても児童生徒の学習の状況によって教科横断的な学習の中で取り組むことが考えられている。

しかしながら、日本における STEM/STEAM教育に関する研究や教育実践はまだ始まったばかりであり、学校現場においても様々な STEAM教育の取組みが模索されている。そのため、学校現場で日本型 STEAM教育を導入するためには、教科書レベルでの STEAM教育に関する内容や取扱い等について調査することが必要であると考えた。

なお、本研究では米国の場合は STEM教育、日本の場合は STEAM教育として区別して記述する。

2. 研究の目的と方法

(1) 研究の目的

本研究の目的は、以下の3点である。

①米国の中等(前期)科学教科書における STEM教育に関連した内容を明らかにする。

②日本の現行中学校理科教科書における STEAM教育に関連した内容を明らかにする。

③米国の教科書の考え方を踏まえ、日本の中学校理科における教科書を活用した STEAM教育実践の可能性や課題を明らかにすることである。

(2) 研究の方法

本研究の方法は、以下の通りである。

①米国の中等(前期)科学教科書の分析

米国の科学教科書における STEM教育の具体的内容及び方法について調査を行った。調査の対象として、米国の大手教科書出版会社の1つである Houghton Mifflin Harcourt 社の科学教科書『SCIENCE Fusion』(2017)の中等前期段階(6-8学年)を用いた。なお、取り上げた教科書は表1の通りであった。生徒用教科書及び教師用指導書(3種類)から STEM教育の具体的活動事例“S.T.E.M.”を中心に分析を行った。

表1 対象とした教科書及び教師用指導書一覧

生徒用教科書	
•Ecology and the Environment	(Module D)
•Matter and Energy	(Module H)
•Motion, Forces, and Energy	(Module I)
•Sound and Light	(Module J)
•Introduction to Science and Technology	(Module K)
教師用指導書	
•Ecology and the Environment	(Module D)
•Matter and Energy	(Module H)
•Introduction to Science and Technology	(Module K)

②日本の中学校理科教科書の分析

日本の中学校理科教科書における STEAM教育に関する内容を調査した。調査の対象として、現在使用されている教科書5社(東京書籍、大日本図書、啓林館、学校図書、教育出版)を用いた。取り上げた教科書は表2の通りであった。なお、全て令和2年検定済みの教科書を用いた。

③日本の中学校理科教科書を用いた STEAM教育実践の検討

米国の中等(前期)科学教科書と日本の中学校

理科教科書における STEM/STEAM 教育の内容の取扱いや方法の違いを比較分析した。さらに、米国の中等（前期）科学教科書における STEM 教育の活動を参考に、日本の中学校理科授業で STEAM 教育を実践する場合に必要なと考えられるポイントを挙げて整理した。

表 2 対象とした日本の中学校理科教科書

教科書会社	教科書名
東京書籍	・新しい科学1 ・新しい科学2 ・新しい科学3
大日本図書	・理科の世界1 ・理科の世界2 ・理科の世界3
啓林館	・未来へひろがるサイエンス1 ・未来へひろがるサイエンス2 ・未来へひろがるサイエンス3
学校図書	・中学校科学1 ・中学校科学2 ・中学校科学3
教育出版	・自然の探究 中学理科1 ・自然の探究 中学理科2 ・自然の探究 中学理科3

3. SCIENCE Fusion における学習の特徴

（１）SCIENCE Fusion のカリキュラム

SCIENCE Fusion は、2013 年に全米研究評議会 (National Research Council: NRC) によって作成された次世代科学スタンダード (Next Generation Science Standards; 以後、NGSS と略記) をもとに作成されている。さらに、これらの教科書は、NGSS で示された 3 つの重要概念である領域コア概念 (Disciplinary Core Ideas)、科学的・工学的プラクティス (Science and Engineering Practices)、領域横断概念 (Crosscutting Concepts) をもとに作成されている。

SCIENCE Fusion は、科学の主要な 5 つの要素として、Nature of Science (科学の本質)、Life Science (生命科学)、Earth Science (地球科学)、Physical Science (物理科学)、STEM の領域で構成されており、K-8 学年（幼稚園から中学校段階）までのカリキュラムとなっている。なお、中学校段階であ

る 6-8 学年では、3 年間を通して以下の Module A から Module K までの全 11 冊を使用して学習することとなっている。それら教科書の一覧は表 3 の通りである。

表 3 米国の 6－8 学年で使用される SCIENCE Fusion の教科書一覧

領域	6-8 学年
Nature of Science (科学の本質)	Introduction to Science and Technology (Module K)
STEM	
Life Science (生命科学)	Cells and Heredity (Module A) The Diversity of Living Things (Module B) The Human Body (Module C) Ecology and the Environment (Module D)
Earth Science (地球科学)	The Dynamic Earth (Module E) Earth's Water and Atmosphere (Module F) Space Science (Module G)
Physical Science (物理科学)	Matter and Energy (Module H) Motion, Forces, and Energy (Module I) Sound and Light (Module J)

（２）SCIENCE Fusion での 21 世紀型スキル

SCIENCE Fusion では、グローバル化やデジタル革命などにより、生徒が教室内外において成功するために不可欠な一連のスキルとして「読み」、「書き」、「計算」の 3Rs を越えた、高度な思考力と技術的な能力が組み込まれた 21 世紀型スキルを資質・能力として再定義している (瀬谷ら, 2022b)。

そして、21 世紀型スキルはどの教科においても教えなければならないものであるとし、特に科学は、探究、協働、問題解決など多くのスキルを含むため、これらの重要なスキルを統合するための理想的な科目であるとしている。また、科学、技術、工学、数学 (STEM) の授業や活動で見出すことができるとしている。

そして、21 世紀型スキルが STEM 教育を通して育成されるべき資質・能力であるとし、表 4 の通り大きく 3 つのスキルに区分して全 10 項目をサ

ンプルリストとしてまとめている。

そして、生徒にエンジニアリングデザイン (Engineering Design; 以後、ED と略記) の課題を提供するハンズオンな授業は、学習とイノベーションのスキルを育成するのに理想的であるとしている。さらに、これらの授業を通して、生徒は提起された問題に対する斬新な解決策を巧みに実行する創造性とイノベーションのスキルを発展させる。加えて、より高次の思考スキルに取り組む際に、協働的活動を通してコミュニケーションスキルを向上させることができる。また、生徒は、個人の説明責任に気づくようになることが期待されている。

表4 SCIENCE Fusion で示されている 21 世紀型スキル

学習とイノベーションのスキル
・創造性とイノベーション ・批判的思考と問題解決 ・コミュニケーションとコラボレーション
情報、メディア、テクノロジーのスキル
・情報リテラシー ・メディアリテラシー ・ICT (Information, Communications, and Technology) リテラシー
生活とキャリアのスキル
・柔軟性と適応性 ・イニシアティブと自己決定 ・生産性と説明責任 ・リーダーシップと責任

STEM の授業や活動では、関連する学問分野の内容を Problem-Based Learning (プロブレムベースの学習) を繰り返しながら統合し、さらに Project-Based Learning (以後、PBL と略記) に基づいたプロジェクトベースの学習体験へと拡張していくことをねらいとしている。

そして、学習者は STEM の事例を横断的に適用することによって 21 世紀型スキルを様々な学習場面で具体的に働かせることができるようになることとされている (瀬谷ら, 2022b)。

(3) SCIENCE Fusion における学習の方法

SCIENCE Fusion では、様々な方法での学習が推進されている。主なものには、アクティブラーニングを促すための方法としての “Active Reading” や、PBL を導入した学習場面が設定されている。

Active Reading では、教科書のテキストからテーマに沿った学習内容に関する問いや指示が示されており、生徒は、教科書の文章を正確に読み取りながらテキストに下線を引く、文章を抜き出す、説明するなどの注釈付けを行うこととなっている。他にも、テキストの中の概念を比較したり、因果関係を同定したりすることとなっている。この学習活動を通して、生徒はテキストを問いや指示に従って思考しながら読み取ることで、批判的に考え、メタ認知活動しながら理解することが可能である。PBL では、授業における学習をプロジェクトとして組織し、テーマを解決するためにプロジェクトを立ち上げる。そこではプロジェクトの目標があって、それに向かって解決策などを考えて、試行錯誤しながら最終的にプロジェクトの目標の達成を目指すものである。この学習活動を通して、生徒は学習の目標や意義を実感することができる。

(4) SCIENCE Fusion における S.T.E.M.

SCIENCE Fusion における各単元の STEM 活動 “S.T.E.M.” は、エンジニアリングとテクノロジー (工学と技術)、批判的思考及び問題解決のスキルの発達、探究・STEM・21 世紀型スキルに重点を置いている。なお、S.T.E.M. は大きく、シナリオベースの STEM 活動と「You Try It! (試してみよう)」の 2 部構成となっている。そこでは、生徒はシナリオベースの PBL の学習に対して工学及び技術の解決策を適用するように求められている。

本研究で対象とした SCIENCE Fusion の各教科書に S.T.E.M. が入った単元及びタイトル・活動は表 5 の通りである。S.T.E.M. はその全てが単元の最後に設定されていた。S.T.E.M. では、それぞれの単元で学習した知識に関連のある内容が取り上げられており、生徒は学習した知識を活用しながら PBL の学習に取り組むこととなっていた。なお、STEM 領域の学習においても技術や工学について学習するなかで S.T.E.M. が見られた¹⁾。

表5 対象とした SCIENCE Fusion の各教科書と S.T.E.M.が設定されている単元及びタイトル・活動

教科書	単元	タイトル・活動
生態学と環境 (Ecology and the Environment)	Unit2 地球の生物群と生態系 (Earth's Biomes and Ecosystems)	生態系をデザインする (Design an Ecosystem)
	Unit3 地球の資源 (Earth's Resources)	紙コップのライフサイクルを分析する (Analyzing the Life Cycle of a Paper Cup)
物質とエネルギー (Matter and Energy)	Unit1 物質 (Matter)	保冷容器を組み立てる (Building an Insulated Cooler)
	Unit5 溶液、酸と塩基 (Solutions, Acids, and Bases)	淡水化のリスクと便益を同定する (Identifying Risks and Benefits of Desalination)
運動、力、エネルギー (Motion, Forces, and Energy)	Unit2 仕事、エネルギー、機械 (Work, Energy, and Machines)	簡単な装置をテストする (Testing a Simple Machine)
	Unit3 電気と磁気 (Electricity and Magnetism)	電気回路を組み立てる (Building an Electric Circuit)
音と光 (Sound and Light)	Unit3 光 (Light)	潜望鏡を組み立てる (Building a Periscope)
科学と技術の概論 (Introduction to Science and Technology)	Unit2 測定とデータ (Measurement and Data)	橋をデザインする (Designing a Bridge)
	Unit3 工学、技術、社会 (Engineering, Technology, and Society)	電気を使った輸送のリスクと便益 (Risks and Benefits of Electric Transportation)

4. S.T.E.M.における学習の特徴

(1) S.T.E.M.の重要な考え方

S.T.E.M.では、主に ED を行うためのプロセス、エンジニアリングデザインプロセス (Engineering Design Process; 以後、EDP と略記) あるいはリスク・便益の分析 (Analysis-Risk/Benefit)、テクノロジーの分析 (Analyzing Technology) の活動を行いながら、科学がどのように技術や工学として社会に生かされているのかを学習することになっている。なお、活動を通した内容に関する知識理解などの目標と、その他に S.T.E.M.の中で 21 世紀型スキルの育成が重視されている。21 世紀型スキルの育成では、表 4 の全てのスキルを育成するのではなく、テーマに沿って特に焦点化して育成を目指すスキルが S.T.E.M.ごとに設定されていた (瀬谷ら、2023a)。

さらに、21 世紀型スキルの育成を目指すために、具体的な活動例 (学習形態、時間、留意点など) が教師用指導書には記されている。例えば、教科書「物質とエネルギー」の「淡水化のリスクと便益を同定する」の活動では、表 6 のような 21 世紀型スキルとその育成のための具体的活動例が記されていた。

表6 「淡水化のリスクと便益を同定する」で特に育成を目指す 21 世紀型スキルとその指導例

創造性とイノベーション
淡水化について学んだことをもとに、それらを応用して溶けている塩や化学物質を取り除くために淡水化の方法を利用させる方法を考えさせる。その計画を図表化、もしくは説明させる。 【ペア・25 分】
メディアリテラシー
淡水化プラント建設の資金を国の指導者から出してもらうためのプレゼンテーションを行わせる (想定)。リスク・便益の分析に基づいて推奨する淡水化の方法を選択させ、淡水化の方法、選んだ理由、コストなどを非専門的な用語で説明させる。プレゼンテーションでは、様々なアプリ、メディアを用いたり、図表、画像等の視覚効果を用いさせたりする。 【小グループ・授業の中で】
イニシアティブと自己決定
淡水化の方法を 1 つテストする実験を計画させる。淡水化の方法における専門家になるため (よく知るため) に、自身の学びたいものを明確化し、それをもとに目標や時間、作業などを計画させる。そして、それらの結果をクラスで共有させる。 【個人・45 分】

(2) S.T.E.M.における「EDP」とそのスキル

SCIENCE Fusion の S.T.E.M. では、PBL のプロセスに沿った「EDP」の活動が行われている。

ここでは、EDP のスキルを辿って、最終的にニーズを満たすための工学（ものづくり）の実践を通して、科学と技術及び工学とのつながりを学習することとなっている（瀬谷ら、2023a）。

EDP のスキルは研究者によって様々なものが示されているが、SCIENCE Fusion においては S.T.E.M. で行う EDP の各スキルは表 7 のように記されている。これら EDP の一連のスキルは、生徒用教科書に活動内容及び目標とともに明記されていた。

表 7 S.T.E.M.で示されている「EDP」の各スキル

1. ニーズを同定する (Identify a need)
2. 調査を実施する (Conduct research)
3. 解決策をブレインストーミングする (Brainstorm solutions)
4. 解決策を選択する (Select a solution)
5. 試作品を設計する (Design a prototype)
6. 試作品を組み立てる (Build a prototype)
7. テストと評価をする (Test and evaluate)
8. 改良するために再設計する (Redesign to improve)
9. 結果を伝達する (Communicate results)

さらに、S.T.E.M. で EDP の活動が行われている箇所は表 8 の通りであった。S.T.E.M. で EDP の活動が行われていても、その活動を通して EDP の全てのスキルを行うのではなく、単元及び活動ごとに、特に重視する各スキルが示されていた。

(3) S.T.E.M.における「リスク・便益の分析」、「テクノロジーの分析」とそのスキル

S.T.E.M. では、EDP の他に「リスク・便益の分析」、またはそれと類似している「テクノロジーの分析」の活動が行われている。

ここでは、それぞれの分析のスキルを辿って、最終的に経済、社会、環境などの側面とのトレード・オフを考慮した技術開発や工学（ものづくり）の実践を通して、科学と技術及び工学とのつながりを学習することとなっている（瀬谷ら、2023a）。

SCIENCE Fusion では、リスク・便益の分析、テクノロジーの分析における各スキルは表 9 のようになっており、生徒用教科書にこの一連のスキルと、活動内容及び目標が明記されていた。なお、表 9 で示したスキルのうち、スキル 1 及び 2 はスキル 3 と同じであり、単元及び活動によってスキル 1 及び 2、あるいはスキル 3 のどちらかが設定されている。

表 8 S.T.E.M.における単元及び活動と「EDP」のスキル（瀬谷ら（2023a）を一部加筆修正）

単元	物質	仕事、エネルギー、機械	電気と磁気	光	地球の生物群と生態系	測定とデータ
活動 スキル	保冷容器を組み立てる	簡単な装置をテストする	電気回路を組み立てる	潜望鏡を組み立てる	生態系をデザインする	橋をデザインする
ニーズを同定する						○
調査を実施する					○	○
解決策をブレインストーミングする	○	○	○	○		○
解決策を選択する	○	○	○	○	○	○
試作品を設計する	○	○	○		/	
試作品を組み立てる	○	○	○	○		
テストと評価をする	○	○	○	○	○	
改良するために再設計する		○	○	○	○	
結果を伝達する	○	○	○	○	○	○

表 9 S.T.E.M.で示されている「リスク・便益の分析」、
「テクノロジーの分析」の各スキル

1. リスクを同定する (Identify risks)
2. 便益を同定する (Identify benefits)
3. リスク・便益を同定する (Identify benefits and risks)
4. 技術コストを評価する (Evaluate cost of technology)
5. 環境への影響を評価する (Evaluate environmental impact)
6. 改善策を提案する (Propose improvements)
7. リスク削減策を提案する (Propose risk reduction)
8. 技術的失敗を想定した計画を立てる (Plan for technology failures)
9. 技術を比較する (Compare technology)
10. 結果を伝達する (Communicate results)

また、表 9 に示したスキルのうち、スキル 8 は、本研究で対象とした教科書のうち、一部の単元及び活動で行われるようになっていた。

さらに、S.T.E.M.でリスク・便益の分析、テクノロジーの分析の活動が行われている箇所は表 10 の通りであった。S.T.E.M.でリスク・便益の分析、テクノロジーの分析の活動が行われていても、その活動を通してそれら全てのスキルを行うのではなく、単元及び活動ごとに、特に重視する各スキルが示されていた。

表 10 S.T.E.M.における単元及び活動と「リスク・便益の分析」「テクノロジーの分析」のスキル

単元	溶液、酸と塩基	地球の資源	工学、技術、社会
活動	淡水化のリスクと便益を同定する 【リスク・便益の分析】	紙コップのライフサイクルを分析する 【テクノロジーの分析】	電気を使った輸送のリスクと便益 【テクノロジーの分析】
スキル			
リスクを同定する	○		
便益を同定する	○	○	
リスク・便益を同定する			○
技術コストを評価する		○	○
環境への影響を評価する	○	○	○
改善策を提案する	○	○	
リスク削減策を提案する	○		
技術的失敗を想定した計画を立てる		○	
技術を比較する	○		
結果を伝達する	○	○	○

5. 日本の中学校理科教科書における学習の特徴

(1) 各教科書の比較分析

日本の現行中学校理科教科書（東京書籍、大日本図書、啓林館、学校図書、教育出版）において、STEAM 教育に関連すると考えられる事項を抽出した（瀬谷，2023b）。なお、SCIENCE Fusion における S.T.E.M.では、科学と技術（テクノロジー）及び工学（工業）とのつながりや、科学と環境、生活とのつながり、科学の歴史や現代社会の中での役割について取り扱っていた。

よって、本研究では日本の中学校理科教科書におけるものづくりや、科学と工学（工業）・技術（テクノロジー）・環境・職業・安全（防災を含む）、科学の歴史・発展による未来の創造、さらに他教科とのつながりに関連が見られる事項を STEAM

教育に関連すると考え、抽出して分析を行った。

各会社の教科書において、顕著に STEAM 教育に関連が見られる項目（教科書の内容と、関連が見られたトピックス及び付録等の資料）は表 11 の通りであった。

平成 29 年告示中学校学習指導要領解説（理科編）における第 3 学年の内容「自然環境の保全と科学技術の利用」では、科学と工学（工業）・技術（テクノロジー）・環境、科学の発展による未来の創造に関連する内容を取り扱うことになっている。そのため、各会社の教科書ともに、これに該当する単元では、本文をはじめ STEAM 教育に関連した内容や課題等を多く含んでいた。そこで、その中でも、特にトピックス及び付録等資料のみを分析の対象とした。

表 11 STEAM 教育に関連すると考えられる教科書の主なトピックス及び付録等資料の項目一覧

東京書籍	大日本図書	啓林館	学校図書	教育出版
【トピックス等】 ・(教科名)で学ぶこと ・どこでも科学 ・つながる科学 科学の歴史 働く人と科学 自然のふしぎ くらしと科学 環境と科学 防災と科学	【トピックス等】 ・つながる ・Science Press ・くらしの中の理科 ・Professional ・科学のあしあと ・安全 ・環境 ・日本を知る	【トピックス等】 ・(教科名)と関連 ・科学コラム お料理ラボ 深めるラボ 部活ラボ お仕事ラボ 防災減災ラボ ・なるほど ・環境 ・科学史	【トピックス等】 ・つながり ・サイエンスカフェ	【トピックス等】 ・ブリッジ算数・数学 ・ハローサイエンス ・科学者列伝
【付録等資料】 ・私たちとつながる科学 ・特設ページ ・世界につながる科学 ・学びを広げよう 自由研究 ・学んだことはいつわかったか？ ・未来への科学	【付録等資料】 ・自由研究にチャレンジしよう！ ・科学の歩み ・ノーベル賞	【付録等資料】 ・みんなで探Qクラブ ・ひろがる世界 ・自由研究テーマ例 ・近代科学・技術の発展～科学者たちの探究の歩み～ ・歴代のノーベル賞受賞者年表(日本)	【付録等資料】 ・「深めて」目指せ！ 学び続ける理科マスター！ ・発表！この自由研究がスゴイ！ ・なぜ理科を学ぶの？ ・資料	【付録等資料】 ・自由研究 ・自然の探究(なぜ理科を学ぶのか、本質を解き明かす、さらなる解明へ) ・探究の歴史 ・ノーベル賞を受賞した日本人科学者

本研究は、トピックス及び付録等資料を対象として STEAM 教育の立場から項目ごとに記載内容を、表 12 の通り整理・分類し、分析を行った。その際には、関連項目を設定し、表 11 に挙げたトピックス及び付録等資料の中から、項目ごとに分析を行った。なお、1 つのトピックス及び付録等資料が複数の項目に関連すると判断したものについては、両項目に該当するものとした。また、表 11 にあるトピックス及び付録等資料でも、表 12 で設定した項目に含まれない場合は、表中には示していない。さらに、教科書によっては参考資料や情報が一部 QR コードを読み取って閲覧するものもあったが、本研究では、紙面にあるもののみを対象とした。加えて、関連する事項が設定した項目に明らかに該当すると考えられるものを取り上げた。なお、同じ内容であっても教科書によっては項目が異なるものも存在した。

本研究で設定した項目は以下の 9 つである。

a) 「ものづくり活動」

科学の原理を理解するためのものづくりや、原理を用いた身近なものを理解するためのものづく

り等の工作を含めた製作活動を対象とした。ただし、検証のための観察・実験や、探究のスキルとしてのモデル形成は対象外とした。

b) 「科学と工学（工業）」

科学の知識が生かされた工学・工業製品や、それらの歴史、成り立ちについて関連が見られる事項を対象とした。

c) 「科学と技術（テクノロジー）」

科学の知識が生かされた技術・テクノロジーや、それらの歴史、仕組みについて関連が見られる事項を対象とした。

d) 「科学の歴史」

科学者による科学の原理の発見、現代社会で活躍している科学者とその研究成果について関連が見られる事項を対象とした。

e) 「科学と職業」

科学・技術・工学と関わりのある職業について関連が見られる事項を対象とした。

f) 「科学と環境」

科学の発展によって起こった環境問題や、環境問題解決のための科学の適用について関連が見られる事項を対象とした。

表 12 中学校理科教科書における STEAM 教育に関連が見られる主な事項の分析結果（表記：ヶ所）

項目一覧	東京書籍			大日本図書			啓林館			学校図書			教育出版		
	1年	2年	3年	1年	2年	3年	1年	2年	3年	1年	2年	3年	1年	2年	3年
a. ものづくり活動	3	1	2	1	0	3	2	1	3	0	0	1	0	1	1
b. 科学と工学(工業)	6	16	12	3	10	8	7	10	23	4	12	11	8	9	17
c. 科学と技術 (テクノロジー)	10	21	18	8	15	14	11	14	21	6	14	24	12	13	19
d. 科学の歴史	6	25	22	12	19	19	5	17	10	3	7	5	10	17	20
e. 科学と職業	5	8	4	5	3	7	7	8	7	2	1	0	0	0	0
f. 科学と環境	0	4	9	3	5	7	3	3	17	0	4	7	0	3	18
g. 科学と安全(防災)	5	2	4	6	7	3	6	6	6	3	2	2	2	5	3
h. 科学の発展による 未来の創造	0	3	5	2	1	3	1	0	7	0	0	2	0	0	4
i. 他教科とのつながり	7	15	19	10	13	10	7	8	7	5	1	5	3	3	4

g) 「科学と安全（防災）」

日常生活での身近な危険，自然災害を防ぐための科学の適用について関連が見られる事項を対象とした。

h) 「科学の発展による未来の創造」

今ある科学技術で，現在または未来の様々な社会問題の解決や暮らしを豊かにするための取り組みや展望について関連が見られる事項を対象とした。

i) 「他教科とのつながり」

理科の学習内容と他教科との関連が見られる事項を対象とした。

表 12 の結果から，全体的な傾向としては，どの会社の教科書においても「科学と工学（工業）」、「科学と技術（テクノロジー）」、「科学の歴史」に関連が見られる事項が多かった。「科学と安全（防災）」に関連が見られる事項は，数は少ないものの，全学年の教科書において見られた。

一方で「ものづくり活動」については，調査対象とした科学の原理を理解するためのものづくりや，原理を用いた身近なものを理解するためのものづくり等の工作を含めた製作活動はほとんどなかった。ただし，検証のための観察・実験や，探究のスキルとしてのモデル形成としてのものづくり活動は各教科書で見られた。

「科学の発展による未来の創造」については，設定した項目に明らかに該当すると考えられるものの数は少なかった。しかし，第 3 学年で最後に「自然環境の保全と科学技術の利用」を学習することとなっている。

「他教科とのつながり」については，どの教科

書においても，その多くが関連する教科及びその内容がわずかに記されている程度であった。

各会社の教科書の特徴を見ると，「科学と職業」，「他教科とのつながり」に関連が見られる事項は，東京書籍，大日本図書，啓林館の教科書で記述されている数が多かった。

（２）各教科書における内容の取扱いの分析

中学校第 2 学年単元「化学変化と原子・分子」の「化学変化と熱」のうち，発熱反応の事例としてよく取り上げられる鉄の酸化について各会社の教科書の内容を分析した。鉄の酸化による発熱反応は，「化学かいろ（カイロ，インスタントかいろ，使い捨てカイロとも呼ばれる）」として様々な用途に応じて私たちの日常生活の中でよく利用されており，教科書の中で鉄の酸化，また発熱反応の例として取り上げられることが多い。そこで，各会社の教科書における発熱反応の事例として「化学かいろ」の取り扱いについて比較した。その結果は表 13 の示す通りであった。

表 13 では，「化学かいろ」について，どの教科書も発熱反応の学習において，市販の「化学かいろ」の成分と似たような材料を用いた鉄の酸化の実験が設定されていた。

しかしながら，東京書籍，大日本図書の教科書においては，実験とは別に，読み物として「化学かいろ」の紹介や仕組みなどの説明が記述されていた。また，啓林館の教科書においては，「化学かいろ」についての説明の記述はないものの，使いかけの「化学かいろ」の化学変化を止める方法について，既習事項を活用して考えさせるようになっていた。

表 13 中学校理科教科書における「化学かいろ」の取扱いの比較（瀬谷ら（2022b）を一部加筆修正）

	東京書籍	大日本図書	啓林館	学校図書	教育出版
分量	①p.75: 約 1 ページ (実験) ②p.77: 約 2 分の 1 ページ(読み物)	①pp.55-56: 約 1 ページ (実験) ②p.56: 約 4 分の 1 ページ(読み物)	①p.189: 約 1 ページ (実験) ②p.190: 1 ページのわず かな部分(活動)	①p.67: 約 1 ページ (実験)	①p.57: 約 3 分の 1 ページ(実験)
内容	①「実験 8：化学変化による温度変化」 化学変化に伴う熱の出入りの実験の一部として「カイロ」と同じ鉄粉や活性炭、食塩水等を用いた実験が設けられている。 ②「化学かいろは日本で開発された！」 （「つながる科学」の「くらしと科学」の中で） 化学かいろが日本で最初に製品化されたことが記述されている。また、化学かいろは二重の袋になっており、外側と内側の袋についての説明が記述されている。さらに、様々な成分が含まれていて、袋を破ることで化学変化が起こるということが記述されている。	①「実験 6：熱を発生する化学変化」 市販のインスタントかいろの仕組みを調べる活動が設けられている。 ②「かいろのしくみ」 （「くらしの中の理科」の中で） インスタントかいろとして紹介され、その成分（鉄粉、食塩、水、吸水性の固体、活性炭等）が記述されている。また、かいろが熱を放出する仕組み（空気の通らない包装を破ると、酸素と鉄粉が反応する）が記述されている。そして、鉄が酸化しやすいようにかいろの仕組みの説明が記述されている。	①「実験 5：温度が変化する化学変化」 化学変化に伴う熱の出入りの実験の一部として「カイロ」と同じ鉄粉や活性炭、5%塩化ナトリウム水溶液等を用いた実験が設けられている。 ②「みんなで解決」 （学んだことを活用して、身のまわりの疑問をみんなで解決する場面） 使いかけのカイロの反応を一時停止させる方法について話し合う活動が設けられている。	①「実験：化学変化にともなう熱の出入り」 化学変化に伴う熱の出入りの実験の一部として「カイロ」と同じ鉄粉や活性炭、バーミキュライト、飽和食塩水等を用いた実験が設けられている。	①「やってみよう：使い捨てのかいろのしくみを調べてみよう」 化学変化に伴う熱の出入りの実験の一部として「使い捨てのかいろ」と同じ鉄粉や活性炭、食塩水等を用いた実験が設けられている。

6. 考察とまとめ

（1）米国中等（前期）科学教科書について

Science Fusion では NGSS で示された領域コア概念、科学的・工学的プラクティス、領域横断概念をもとに構成されており、それらを目指して S.T.E.M.の主な活動として EDP やリスク・便益の分析、テクノロジーの分析の活動が設けられていた。そこでは、ものづくりにおけるニーズを満た

すための工学（ものづくり）の実践や、経済、社会、環境など様々な側面とのトレード・オフを考慮して技術開発や工学（ものづくり）を実践していた。このことから、米国では STEM 教育で主に科学と工学（工業）・技術（テクノロジー）とのつながりを意識していることや科学の知識を用いながら工学者（エンジニア）の研究開発の実践を重視していると考えられる。

そして、SCIENCE Fusion では PBL を取り入れたプロジェクトベースの学習場面を設定していた。また、S.T.E.M.では、活動内容及び目標とともに EDP やリスク・便益の分析、テクノロジーの分析の一連のスキルが生徒用教科書に記されていた。これらのことから、生徒は学習を一つのプロジェクトとして試行錯誤しながら課題の解決を目指し、より現実的に EDP やリスク・便益の分析、テクノロジーの分析の各スキルを確認しながら活動できると考えられる。

さらに、S.T.E.M.では、EDP やリスク・便益の分析、テクノロジーの分析の各スキルを辿りながら、内容に関する知識の理解などの他に 21 世紀型スキルの育成が目指されていた。このことから、STEM 教育では資質・能力として 21 世紀型スキルの育成が基盤にあることがわかった。

また、教師用指導書には S.T.E.M.と 21 世紀型スキルとの関連や、21 世紀型スキルの育成を目指した活動例が詳細に記されていたことから、教師が 21 世紀型スキルの育成を意識しながら STEM 教育の実践を行うことが可能であると考えられる。

(2) 日本の中学校理科教科書について

各会社の教科書によって STEAM 教育に関連が見られる事項に違いはあるものの、科学と工学(工業)・技術(テクノロジー)や歴史に関連が見られる事項が多かった。また、その他の科学と環境や安全(防災)などの関連についても取り扱われていることが分かった。

各教科書における発熱反応の学習での「化学かいろ」の事例の取扱いについて比較分析した結果から、一般に、科学の原理や知識が日常生活で利用されていることを説明する記述はあるものの、読み物などの資料として簡潔に取り扱っている場合が多いと考えられる。

これらのことから、STEAM 教育に関連する内容や、きっかけとなるものは教科書の中に多く含まれていることがわかる。しかし、そのほとんどは参考資料としての扱いであり、SCIENCE Fusion の S.T.E.M.のように EDP やリスク・便益の分析、テクノロジーの分析といった具体的な活動を通しての学習は示されていないかった。

(3) 日本の中学校理科教科書を活用した

STEAM 教育実践の可能性と課題

本研究を通して、日本の各会社における中学校理科教科書のいずれにおいても STEAM 教育に関連が見られる事項が数多くあることを明らかにすることができた。しかし、それらの多くは教科書のトピックス及び付録等資料の中で科学との関連があるものとして知識や情報提供でとどまっているという課題も明らかになった。このことから、教科書のトピックス及び付録等資料をもとに工夫、発展させることで、理科授業で STEAM 教育を実践することは可能であるといえる。ただし、ものづくり活動など一部の STEAM 教育の実践については、理科で具体的に活動するまでの考え方を学習したり、アイデアを発想したりすることが現実的であると考ええる。その上で、他教科との連携を図り、EDP 等の具体的活動を行うことが望ましいと考える。そうすることで、中学校における日本型 STEAM 教育が実現できると考えられる。

以上のことから、本研究では、理科授業の中で STEAM 教育の実践が可能であることを示すことができた。この研究の成果をもとに、日本の中学校理科授業において STEAM 教育の具体的な実践を行うことが今後の課題である。

註

1) SCIENCE Fusion の STEM 領域では、身のまわりで役立つ技術について学んだり、エンジニアがそれらを駆使してものづくりをしていることを学んだりする。また、STEM の考え方や主に技術や工学に関する基本的なスキルを学習したりする。さらに、6-8 学年の STEM 領域の中には、21 世紀型スキル「Technology and Coding」が設定されている。ここでは、様々なテクノロジーとコーディングとの関係やコンピューターサイエンスの歴史などを読み物として学習したり、実際にプログラミングを行い、コーディングのスキルを学習したりする。

附記

本研究は、瀬谷ら(2022a, 2022b, 2023a)及び瀬谷(2023b)の内容を発展させ、成果をまとめたものである。

謝辞

本研究は令和4年度公益財団法人教科書研究センターの大学院生教科書研究論文助成金を受けて実施しました。また、本研究は指導教員である今村哲史教授にご助言をいただいたことを心から感謝申し上げます。

引用・参考文献

文部科学省(2017)「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編」学校図書株式会社

文部科学省(2021)「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～(答申)」https://www.mext.go.jp/content/2021_0126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf(最終閲覧日2023年10月27日)。

瀬谷匡史・今村哲史(2022a)「理科におけるSTEM/STEAM教育導入のための基礎的研究-米国中等科学教科書“SCIENCE Fusion”をもとに-」『日本理科教育学会東北支部大会発表論文集』第61号, 20.

瀬谷匡史・今村哲史(2022b)「STEM/STEAM教育の導入を目指した理科授業の考え方-米国科学教科書の例をもとに-」『日本科学教育学会研究報告書』Vol.37, No.2, 7-10.

瀬谷匡史・今村哲史(2023a)「米国中等科学教科書におけるSTEM教育の具体的取組み 中学校段階での事例をもとに」『第73回日本理科教育学会全国大会発表論文集』第21号, 290.

瀬谷匡史(2023b)「理科を基軸としたSTEAM教育に関する研究-中学校における現状と課題-」『日本理科教育学会東北支部大会発表論文集』第62号, 6.

竹本石樹・熊野善介(2022)「第1章14節STEM/STEAM教育」, 日本理科教育学会編著『理論と実践をつなぐ理科教育学研究の展開』, 東洋館出版社, 86-92.

調査対象教科書

【米国】

Michael A.D., et al. (2017): *SCIENCE Fusion: Ecology and the Environment*, Houghton Mifflin Harcourt

Publishing Company.

Michael A.D., et al. (2017): *SCIENCE Fusion: Ecology and the Environment*, Teacher Edition, Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.

Michael A.D., et al. (2017): *SCIENCE Fusion: Matter and Energy*, Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.

Michael A.D., et al. (2017): *SCIENCE Fusion: Matter and Energy*, Teacher Edition, Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.

Michael A.D., et al. (2017): *SCIENCE Fusion: Motion, Forces, and Energy*, Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.

Michael A.D., et al. (2017): *SCIENCE Fusion: Sound and Light*, Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.

Michael A.D., et al. (2017): *SCIENCE Fusion: Introduction to Science and Technology*, Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.

Michael A.D., et al. (2017): *SCIENCE Fusion: Introduction to Science and Technology*, Teacher Edition, Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.

【日本】

有馬朗人ほか(2021)『理科の世界』(第1～3学年), 大日本株式会社

梶田隆章, 真行寺千佳子, 永原裕子, 西原寛ほか(2021)『新しい科学』(第1～3学年), 東京書籍株式会社.

室伏きみ子, 養老孟司ほか(2021)『自然の探究中学理科』(第1～3学年), 教育出版株式会社

大矢禎一, 鎌田正裕ほか(2021)『未来へひろがるサイエンス』(第1～3学年), 株式会社新興出版社啓林館

霜田光一, 森本信也ほか(2021)『中学校科学』(第1～3学年), 学校図書株式会社

ミニマル・ミュージックとミニマル・アート及びその周辺の美術

－音楽科と美術科の教科書分析－

生田 美子

東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科 芸術系教育講座

A Study of Minimal Music, Minimal Art, and the Surrounding Art

- An Analysis of Music Textbooks and Art Textbooks -

IKUTA Yoshiko

Division of Art Education, Doctoral Course The United Graduate School of Education Tokyo
Gakugei University

芸術分野において、教科横断的な教科書比較研究は少ない状況にある。しかし芸術科目である音楽と美術には共通要素が多く見られることから、音楽科の指導において美術科との教科書の比較分析を行うことは、教科横断型の学習指導やカリキュラム・マネジメントの発展においても意義があると考ええる。また、現代作品を扱うことは、多様な価値観、創造的なものの見方に対する視野を広げるために重要であると言えよう。

2023 年 1 月から 7 月までの間に、筆者は小学校・中学校・高等学校の教員と連携して、現代音楽の様式であるミニマル・ミュージックの手法を用い、共通した構成を持つミニマル・アート及びその周辺の美術作品を用いた創作実践を行った。児童・生徒への事後アンケートの結果、音楽科教育における美術的要素を導入した創作指導は、作品の構造理解の助けになることが確認できた。そこで本研究では、音楽科と美術科（図画工作科）教科書の比較研究を行うことで、美術的要素、現代作品を導入した学習指導開発に向けての音楽科教科書改善への提案を目的とする。

研究対象は、音楽科と美術科の旧学習指導要領版（平成 30 年、平成 31 年発行）教科書 64 冊、新学習指導要領版（令和 5 年発行）教科書 52 冊、計 116 冊で、相互の芸術作品、現代作品が扱われている題材数、作品数を集計した。その結果、美術科の教科書に比べて音楽科教科書は、美術作品の扱いは多かったが、現代作品の扱われ方は少ないことが確認できたので、今後の検討を期待する。

音楽科の新学習指導要領版教科書は、旧学習指導要領版教科書と比べて美術作品の扱いが減っており、その扱いは極めて限定的であることが分かった。作曲家の肖像画、題材曲の風景画の掲載は多くみられるものの、美術作品のイメージや構造からの理解を促したり、表現活動を行ったりする例はほとんど見られなかった。ミニマル・ミュージックとミニマル・アートのように、構造の点で共通している様式については、美術作品を掲載することで、視覚面からの楽曲構造の理解も可能になるのではないかと考えられる。また、音楽史の年表でも、美術作品や美術的事柄の表記が増えることを期待したい。

現代作曲家やその作品の扱いも限定的であり、特に前衛的な手法による作曲家は数名にとどまっていた。音楽史的な説明や年表での扱いだけでなく、表現領域での扱いもさらに増やすことを求めたい。

キーワード：ミニマル・ミュージック、ミニマル・アート、音楽教科書、美術教科書、比較研究

1. はじめに

音楽と美術は共に、芸術分野に属する教科である。島崎(1993)は、「音楽と美術領域の交流は、より音楽的な活動の高まりや音楽的な感性の高まりを促すものである限り、積極的に受け止めていきたいものである」としている¹。しかし井上、初田(2014)は、「平成元年の学習指導要領改定以降、美術領域と音楽領域が総合的、かつ横断的に用いられた教材は増加傾向で、教育の場でも実践されてきているものの、まだ十分とはいえない状況である」²と述べており、その状況は、現在もいまだ脱しきれていないといえるだろう。そこで、音楽科と美術科の教科書の比較研究を行い、音楽科における美術作品の扱いを調査し、教科横断的な学習の充実に向けて考察を行う。さらに、現代音楽についての扱いについても同様に調査する。

2. 研究目的

音楽科と美術科・図画工作科の教科横断的な学習指導、現代音楽指導の観点から今後の教科書改善に示唆を与えることを目的とする。

3. 研究対象と方法

本年度実施した、美術的要素とミニマル・ミュージックの手法を用いた創作実践を行い、美術的要素を用いた音楽の構造理解の有効性について検討した後、音楽科と美術科の教科横断型教育に向けての教科書分析を行う。研究対象は、2023年9月20日時点で入手可能な、音楽科と美術科の旧学習指導要領版（平成30年、平成31年発行）教科書64冊、新学習指導要領版（令和5年発行）教科書52冊、計116冊とする。

調査項目は、相互の芸術作品、ミニマル・ミュージックとミニマル・アート、その周辺の美術、現代作品とする。相互の芸術の扱い、現代作品に

ついては、題材数、作品数を集計し比較検討した上で、教科書改訂に向けての提案を行う。なお、音楽科の新旧教科書の比較は、入手した新教科書と、それに対応する旧教科書のみを調査対象とする。

4. ミニマル・ミュージックと美術を関連させた創作指導実践

ミニマル・ミュージックは、1960年代前半からアメリカで顕著になった、作曲素材の範囲の縮小を急進的に目指した音楽に対して、70年台に与えられた呼称である。短い旋律と、リズムの執拗な反復による、ずれを特徴としている³。小さな素材から成るため、創作しやすいという利点がある。

ミニマル・ミュージックの作曲家であるステイヴ・ライヒが、美術家のソル・ルウィットと出会ったことにより、ミニマル・ミュージックは誕生した。小さな素材からなるミニマル・アートの構成が、ミニマル・ミュージックの成立に関与しており、モアレ現象やオブ・アートといった錯視を使用した美術は、ミニマル・ミュージックの反復しながずれる現象を視覚的に捉えるために有効であると考えられる。

そこでまず、ミニマル・アート、モアレの図、オブ・アートなどを用いた創作実践を行ったので、事後アンケート結果を以下に示す。

【小学校】

事後アンケート実施日：2023年2月17日

Q.「図形を見ることで、ミニマル・ミュージックの仕組みをより理解することができましたか」

A.とてもよく理解できた	98名
少し理解できた	79名
あまりできなかった	16名
全く理解できなかった	2名

未回答・欠席 3名
n=198

【中学校】

事後アンケート実施日：2023年7月3日

Q.「音楽と美術の関係は理解できましたか」

A.とてもよく理解できた 82名
少し理解できた 49名
あまり理解できなかった 9名
全く理解できなかった 0名
未回答・欠席 4名

n=144

【高等学校】

事後アンケート実施日：2023年7月3日

Q1「今回提示した絵画は、ミニマル・ミュージックの理解に役立ちましたか」

A.とても役立った 18名
少し役立った 6名
あまり役立たなかった 1名
全く役立たなかった 0名
未回答・欠席 0名

n=25

Q2「絵画と関連づけたミニマル・ミュージック創作は楽しかったですか」

A.とても楽しかった 20名
少し楽しかった 4名
あまり楽しくなかった 1名
全く楽しくなかった 0名
未回答・欠席 0名

n=25

以上のように、全ての校種の実践において、ほとんどの児童・生徒が、美術的要素を用いた説明や創作が構造理解の助けになったことや、絵画と関連づけた創作活動を楽しめたことが確認できた。

5. 学習指導要領における教科横断的指導と現代作品の扱い

美術を用いた創作指導の成果を受けて、美術科と音楽科の教科横断型指導に向けた、両科目の教科書分析を行う。そこでまず、現行の学習指導要領における教科横断型指導と現代作品に関する事項について調査する。

（１）教科横断的指導について

『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説音楽編』の第1章1の(2)では、改訂の基本方針5つのうちの1つとして教科横断的な学習について「4 各学校におけるカリキュラム・マネジメントの推進 各学校においては、教科等の目標や内容を見通し、特に学習の基盤となる資質・能力（言語能力、情報活用能力、問題発見・解決能力等）や現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力の育成のためには、教科等横断的な学習を充実すること」と記載されている⁴。

さらに、第2章1では、音楽科の目標として「今回の改訂では、生活や社会の中の音や音楽と豊かに関わる資質・能力を育成することを目指し⁵」とあることから、音楽を生活や社会との関わりの中で捉えることが以前よりも重視されている。このことから、音楽外の要素との関連を図った教育が推進されているといえよう。

これらの内容は中学校、高等学校の学習指導要領にも記載されていることから、全ての校種において、教科等間の関連を図った指導の工夫が求められている。

一方、美術科においても、『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説美術編』の第2章第1節のなかで、今回の改訂において、生活や社会との関連を挙げており、「情操を培うためには、造形的な視点を豊かにもち、表現の活動においては、（略）生活や社会の中の美術の働きを考えたりするなど、思いを巡らせながら創造的に学習を進めることが重要である。」としている⁶。

このように、音楽科も美術科も教科横断的な教育の重要性が求められている点で一致している。また、両科とも芸術領域であることから、音楽科、美術科の教科書を比較しながら、相互の芸術がどの程度どのような内容で扱われているのかについて考察することは意義があると言えよう。

（２）現代作品による指導について

『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説音楽編』第4章のなかで、拍のないリズムの扱いについて現代音楽の例も出されており、児童が様々な音楽と出会い、音楽の楽しみ方を広げていくことについて記載されている⁷。中学校でも、教

材選択において、様々な音楽を扱うことが述べられている。

また前項の通り、音楽科も美術科も、生活や社会と結びついた指導が促進されていることから、現代作品を扱うことは意義があるといえよう。

6. 音楽と美術の共通用語

音楽も美術も構成要素の組み合わせから成立する芸術である。そこでまず、美術科との関連を図る手がかりとして、音楽と美術に共通する用語や技法について、教科書の記載を中心に調査を行なったところ、以下の18語が確認できた(表1)。

表1 音楽と美術の共通用語

リズム、モチーフ、反復(リピティション)、ループ、音色(カラー)、ドミナント、アクセント、コントラスト、シンメトリー、トーン、バランス、調和、響き合い、スペクトル、コラージュ、メタモルフォーゼ(変形、グラデーション)、コンポジション

このように、音楽と美術は共通した要素を共有しているため、音楽科教科書と美術科教科書の比較研究により、音楽科教科書における改善点を見出していくことは有益であると考えられる。

そこで、次項では、音楽科と美術科の新旧学習指導要領の教科書比較を行う。

7. 教科書比較分析の結果と考察

本項では、科目別、出版社毎の、相互の芸術の扱い、現代作品の扱いについての作品数と題材数、および記載事項について調査を行った。その際、ミニマル・ミュージック、ミニマル・アートとその周辺の美術に関する掲載についても調査した。なお、イラストは、美術作品としてカウントしない。

以下の表において、上段(旧)は旧学習指導要領版教科書、下段(新)は新学習指導要領版教科書を表す。枠内の上段は作品数、下段は扱われている題材数/全体の題材数を示している。未出版の教科書は、斜線で示す。表紙、活動ではない口絵、資料、年表といった資料は題材数に含まない。新

学習指導要領版教科書は新版、旧学習指導要領版教科書は旧版と略記する。

(1) 相互の芸術の扱い

① 音楽科教科書における美術作品の扱い

【小学校教科書】

表2 教育出版

	1	2	3	4	5	6	計
旧	1 0/7	0 0/9	1 1/8	0 0/8	0 0/7	3 1/7	5
新	0 0/7	0 0/8	1 1/8	0 0/8	0 0/7	0 0/7	1

表3 教育芸術社

	1	2	3	4	5	6	計
旧	1 1/8	0 0/8	2 0/7	2 0/7	2 1/7	0 0/7	7
新	2 2/10	0 0/10	1 1/9	0 0/9	1 1/8	0 0/8	4

いずれの出版社も、美術作品の扱いが減った。

新版・旧版共に、美術の扱いは、作曲家の肖像画や教材曲に関連した絵画であった。美術的な事柄と関連させた活動はほとんど見られず、絵の中から曲を見つける活動と、絵描き歌にとどまっていた。楽曲のイメージから絵を描く活動や絵のイメージから表現する活動はなかった。

【中学校教科書】

表4 教育出版

	1	2・3 上	2・3 下	器楽	計
旧	4 2/19	8 4/18	22 0/16	0 0/10	34
新	0 0/11	0 0/11	3 0/8	0 0/10	3

表5 教育芸術社

	1	2・3 上	2・3 下	器楽	計
旧	5 5/26	4 4/26	22 4/25	0 0/25	31
新	2 2/18	0 0/18	16 1/16	0 0/12	18

中学校の教科書でも、美術作品の扱いは新版でかなり減ったことが確認できた。小学校の教科書と同様に、作曲家の肖像画や教材曲に関連した絵画の掲載が多かった。

教育出版1の旧版では、演奏家が、弾いている

曲のイメージを絵に描く話を紹介しており、リゲティの作品のイメージによる絵が掲載されていた。『2・3 上』では、ムソルグスキー「展覧会の絵」の鑑賞において、彼が触発されて作曲したガルトマンの絵画作品が掲載されている。

また、教育出版『2・3 下』の旧版では、「日本と西洋の音楽の歩み」の年表や、「肖像で見る音楽年表 1, 2」のなかで、絵画作品も掲載している。

教育芸術社『1』の新版では、風景から場面を設定し、音素材を選んで創作する活動のなかで、場面のイメージとして絵が掲載されている。

【高等学校教科書】

表 6-1 音楽之友社: ON

	ON 1	ON 2	計
旧	27 0/20	11 0/18	38
新	7 0/21	7 1/12	14

表 6-2 音楽之友社: 改訂版高校生の音楽

	高 1	高 2	高 3	計
旧	5 2/12	5 1/12	0 0/10	10
新				

表 7-1 教育出版: Tutti (新版は Tutti +)

	Tutti 音楽I	Tutti 音楽II	計
旧	20 2/4	17 1/4	37
新	27 3/8	2 2/6	29

表 7-2 教育出版: Music View, 音楽III

	Music View 高校音楽I 改訂版	Music View 高校音楽II 改訂版	音楽III 改訂版	計
旧	53 7/24	29 5/13	20 0/4	102
新				

表 8-1 教育芸術社: MOUSA1,2 高校生の音楽 1,2

	MOUSA1	MOUSA2	音楽 1	音楽 2	計
旧	24 1/64	13 1/57	14 3/17	30 3/25	81
新	22 0/77	10 3/59	11 2/15	5 3/15	43

表 8-2 教育芸術社: Joy of Music

	JOY	計
旧	15 2/20	15
新		

高校の教科書でも、全ての出版社で美術作品の扱いが減っていた。

音楽之友社の教科書では、日本音楽史や西洋音楽史の年表の中で絵画が紹介されており、ミニマル・アートや同時代のポップ・アートなどの美術様式が紹介されていた。また、音楽に合わせて即興で制作する絵画や書道についても記されていた。

教育出版の旧版では、巻末の「音楽史と史実」の年表に絵画作品の紹介があったが、新教科書ではなくなっている。

『Tutti1』では、「イメージを音楽で伝えよう」というタイトルで、風景や絵画、物語など、音楽にしてみたいイメージを探して表現方法を考えて楽曲にする創作が掲載されていた。

『Music ViewI』では、巻頭の「Art meets Music」のなかで、音楽と関連する絵画が 6 点紹介されており、うち 4 点は、リキテンスタインやアンディ・ウォーホル、アンリ・ピカソ、アンリ・マティスといった現代画家だった。また、「ロマン派の芸術家が愛した風景」「印象主義と音楽」「表現主義から抽象へ」という項目で、ルネサンスとバロックの音楽が芸術文化の中で語られ、当時の美術作品も紹介されていた。このように音楽と美術の関連が芸術文化として説明されているのは、この教科書だけであった。

また、『Music ViewII』では、巻頭に「音をデザインする」として、サウンドインスタレーションが説明されており、フランソワ&ベルナール・バシェ作の「桂フォーン」という音響彫刻のための、武満徹の「四季」の作品が紹介されていた。

教育芸術社『MOUSA』では、日本音楽史、西洋音楽史で、作曲家にまつわる絵画が紹介されていた。

『MOUSA2』の旧版では、カンディンスキーの絵画を引き合いに、音楽鑑賞の際に要素や組み合わせに注目することで新たな気づきがあり、作品

全体のイメージがより具体的になると述べ、音楽を形作る要素に着目するよう伝えていたが、新教科書ではそのような記述はみられない。

② 美術科教科書における音楽作品の扱い

【小学校教科書】

表 9 開隆堂

	1・2 上	1・2 下	3・4 上	3・4 下	5・6 上	5・6 下	計
旧	2 2/25	2 2/24	3 3/24	8 8/22	1 1/20	3 3/20	19
新	0 0/27	2 2/24	2 2/19	4 2/19	6 6/18	2 2/18	16

表 10 日本文教出版

	1・2 上	1・2 下	3・4 上	3・4 下	5・6 上	5・6 下	計
旧	0 0/22	3 3/22	2 2/21	3 3/20	1 1/18	2 2/18	11
新	0 0/24	13 0/27	0 0/27	1 0/27	1 1/21	2 2/20	17

いずれの教科書も、美術作品のタイトルで音楽に関する単語が出てくる例が多かった。

開隆堂『3・4 上、下』の旧版では、楽器を作って楽しむ活動があった。また、美術作品の形や色から、音やリズムを感じて伝え合う活動や、「リズムにのって」と題して、リズムに合わせて粘土を摘んだりひねり出したり、つくる過程で音に耳をすます活動があった。

日本文教出版『1・2 下』『3・4 下』の旧版でも、音になる仕組みを考えて音が鳴るものを作ったり、作った楽器を演奏する活動があった。『5・6 下』の旧版では、「想像のつばさを広げて」と題して、音楽が奏でられている様子をイメージした絵が紹介されたり、「感じて考えて」では、砂で書いた時の指の感じと共に、色が混じっているメロディーを表した絵が紹介されるなど、触覚、聴覚、視覚を統合させた、美術と音楽との密接な関係を伝えていた。

『1・2 下』の新版では、「おはなみ スケッチ」のなかで春を探して絵を描く活動があり、音で春を見つけることも挙げられている。また、音が鳴る形を見つけ出し、形や色を考えて、音を試しながら音が鳴るものを作る活動がある。

『5・6 下』の新版では、「音のする絵」のテーマで、音をさがしに行きって聞こえてくる音や感じる音を絵にする活動、さらにその絵から音を聞く活動がある。

開隆堂の『3・4 上』では、「みんなでオン・ステージ」として、弦楽器を作る活動、『3・4 下』では、「絵から聞こえる音」として、絵からどんな音楽を感じたかという活動がある。また、「技術の発達と表現の広がり」のタイトルで、チームラボが手がけた、色ごとに設定された音色を響かせる、音色による光と音の世界を紹介している。このように表現の可能性を広げるコンピューターの使用においても音楽との関連で説明されている。

【中学校教科書】

表 11 開隆堂

	1	2・3	計
旧	1 1/19	2 2/29	3
新	0 0/17	1 1/39	1

表 12 日本文教出版

	1	2・3	計
旧	1 1/32	上 9 7/28 下 2 2/30	12
新	2 1/19	上 0 0/18 下 0 0/17	2

表 13 光村図書

	1	2・3	計
旧	1 1/14	1 1/33	2
新	8 4/18	1 1/22	9

開隆堂、日本文教出版は、新版では音楽作品の扱いが減っていた。

開隆堂『1』の旧版では、「生活を豊かに」と題し、形や色彩を工夫することで生活を豊かにするデザインを考える活動の中で、音符を取り込んで美しく使えるようにしたタンブラーの作品例が挙

げられていた。

日本文教出版『2・3 上』の旧版では、「瞬間の美しさを形に」のなかで、美しいと感じる動きの瞬間を表す活動があった。芸術領域である美術と音楽が結びついた、「届け！音楽の力！」という生徒作品が紹介されていた。

光村『1』の旧版の「紋様飾りの小宇宙」のなかで、音符が書かれた生徒作品の手ぬぐいが紹介されており、リズム感を出すために絵柄を2色で交互に配置した例が挙げられている。音楽と美術の共通用語である「リズム」に着目した内容となっていた。

また、『2・3』の「形と色の挑戦」では、リズムに合わせて手を動かしたり、メロディーから受ける印象を考えて、音楽を美術作品に表すといった、音楽から発想を広げる表現活動があった。

光村図書の『1』の新版では、「見えないものをあらわす」というタイトルで、音楽を聴いた時の気持ちから発想を広げて、形や色を工夫して描く活動が挙げられている。そこでは具体的にどのような音をどのような色で表したのかという例を挙げて、音楽と関連するパウル・クレーやカンディンスキーの作品が紹介されている。

【高等学校教科書】

表 14-1 日本文教出版: 高校生の美術, 高校美術 1 (新版は高校美術)

	高校生の美術1	高校生の美術2	高校生の美術3	高校美術 1	計
旧	7 2/38	6 2/25	1 1/18	0 0/30	14
新	1 1/36	8 3/25		7 3/29	16

表 14-2 日本文教出版: 高校美術 2, 3, Art and You

	高校美術 2	高校美術 3	Art and You	計
旧	15 2/27	0 0/18	1 1/45	16
新				

表 15 光村図書

	1	2	3	計
旧	5 4/28	2 2/23	2 2/16	9
新	2 2/25	4 2/17		6

日本文教出版の『高校生の美術 1』と光村図書は、新版では音楽作品の扱いが減った。

『高校生の美術 1』の旧版では、「環境を彩る造形」のなかで、ストラヴィンスキーの音楽をイメージして作られた彫刻噴水が紹介されている。

『高校生の美術 2』は新版・旧版ともに、「感覚の冒険」と題した鑑賞活動で、音楽などから感じ取った感覚など目に見えないイメージを形と色で創造的に表わした、モンドリアンやカンディンスキーの現代美術が取り上げられている。

『高校美術』の新版では、「身近な風景を描く」と題して、木の葉が立てる音などが、どんな形や色で描くことができるだろうかと問いかけている。また、「言葉にできない感覚にどんな形や色を与えるか？」として、音のように本来は物質的な形をもたないものから、物質の本質や自分の感覚を表現しようと投げかけている。また、「西洋の美術史」の頁では、音楽の抽象性に着想を得たカンディンスキーが説明されている。

光村図書の『美術 1』の旧版では、「メッセージを伝える映像」として、音楽をつけた映像をつける活動があり、ミュージックビデオが紹介されている。また『美術 2』でも「プロモーション映像をつくる」として音楽のリズムに合わせて映像を編集する例があった。

『美術 2』の旧版では、「見えるものの向こうに」として、身の回りのものを深く見つめ感じ取ったことや考えたことを描く活動があった。音も伝わるような美術作品の説明とともに、自分と描く対象との関係などを考えて描く例として、生徒の「譜面台」という作品が掲載されていた。

『美術 2』の新版では、「心の中の風景」と題して心に浮かんだ風景を形や色、構図を工夫して描く活動がある。そこでは、音楽を愛したパウル・クレーの作品が紹介されている。

③考察

音楽科と美術科の全教科書における相互の作品の扱いを比較したところ、音楽科教科書は、美術科教科書よりも作品数が3倍以上多かった。また、両科では題材設定の方法は異なるが、題材数の割合（小数点以下は四捨五入）も、音楽科の方が約5%多かった（表16）。

表 16 音楽科と美術科の全教科書における相互の作品の扱い

	題材数	作品数
音楽科教科書	71/975 (7%)	477
美術科教科書	85/3737 (2%)	142

音楽科の新教科書は、旧教科書に比べて美術作品の扱いは約半数に減り、題材数の割合も約2%減ったことが確認できた（表17）。

表 17 音楽科新教科書と旧教科書における美術作品の扱い

	題材数	作品数
旧教科書	34/536 (6%)	223
新教科書	17/416 (4%)	117

（2）現代作品の扱い

① 音楽科教科書における現代作品の扱い

20世紀以降に創作された、クラシック音楽の手法を発展させた現代作品を対象とする。従ってJ-Popはカウントしない。

【小学校教科書】

表 18 教育出版

	1	2	3	4	5	6	計
旧	1 1/7	3 3/9	1 0/8	0 0/8	2 1/7	1 0/7	8
新	2 1/7	5 2/8	1 1/8	0 0/8	2 2/7	1 0/7	11

表 19 教育芸術社

	1	2	3	4	5	6	計
旧	1 1/8	0 0/8	1 1/7	1 1/7	0 0/7	1 1/7	4
新	2 1/7	5 2/8	1 1/8	0 0/8	2 2/7	1 0/7	11

教育出版社は、新版では現代作品の扱いが増えた。5年生の教科書では、新版・旧版ともに、ティーン・ライヒ「クラッピング・ミュージック」が鑑賞曲として取り上げられている。旧版では、「インターロッキングの音楽をつくろう」として、リズムや旋律が反復しながらかみ合わさるインターロッキングのリズムを作って演奏する、音楽づくりの活動だったのに対し、新版では、単にかみ合わさったリズムを反復させるだけでなく、ミニマル・ミュージックの手法であるずれていく音楽を作るようになったことで、より音楽の本質に基づいた活動になった。全体の音楽の構成のなかでどのようにリズムをずらしていくかを工夫することが求められている。

このように現代音楽の手法による音楽づくりが取り上げられているのは教育出版社5年生の教科書のみであり、ミニマル・ミュージック以外の現代音楽の手法による音楽づくりはみられなかった。

教育芸術社は、新版、旧版ともに、現代音楽の扱いは同数で、現代作曲家は、アンダーソン、ハチャトリアン、ホルストの鑑賞教材のみであった。

【中学校教科書】

表 20 教育出版

	1	2・3 上	2・3 下	器楽	計
旧	0 0/19	0 9/18	19 0/16	4 2/10	23
新	0 0/11	3 1/11	10 0/8	3 3/10	16

表 21 教育芸術社

	1	2・3 上	2・3 下	器楽	計
旧	0 0/26	0 0/26	17 2/25	3 1/11	20
新	0 0/18	0 0/18	24 1/16	4 1/12	28

教育出版は、新版では、現代作品の扱いが減ったが、教育芸術社は増えた。両社とも、音楽史の年表では、美術史の記載が見られなかった。

教育出版『2・3 下』では、旧版・新版ともに、年表のなかで現代作品が紹介されている。その中で、ミニマル・ミュージックに関する記載はステイーヴ・ライヒの顔写真とともに「木片のための

音楽」が紹介されており、年表にはライヒ（1936～、アメリカ）と載せられているが、ミニマル・ミュージックという言葉や関係する美術についての紹介はみられなかった。

教育芸術社『器楽』の新版・旧版の教科書では、現代音楽の作品がいずれもアンサンブル作品である。その中には、ライヒの「クラッピング・ミュージック」を想起させる、長谷部匡俊作曲「クラッピングラプソディ第1番」の楽譜が掲載されており、即興的な演奏をしても良いとの指示がある。掲載されている他の現代作品でも、即興的表現や非拍節記譜が扱われている。

教育芸術社『2・3下』の新版では、「社会を映し出す音楽」として、音楽が時代に伴って変化、発展していると述べており、現代音楽も紹介されている。20世紀の音楽の作り方が多様になったこと、同じ時代を生きる人たちの「声」に耳を傾けるように伝えている。

【高等学校教科書】

表 22-1 音楽之友社: ON

	ON1	ON2	計
旧	9 0/20	7 0/18	16
新	48 0/21	23 0/12	71

表 22-2 音楽之友社: 改訂版高校生の音楽

	高1	高2	高3	計
旧	5 2/12	10 1/12	10 2/10	25
新				

表 23-1 教育出版: Tutti (新版は Tutti +)

	Tutti 音楽I	Tutti 音楽II	計
旧	9 1/4	9 1/4	18
新	15 3/8	9 2/6	24

表 23-2 教育出版: Music View, 音楽III

	Music View 高校音楽I 改訂版	Music View 高校音楽II 改訂版	音楽III 改訂版	計
旧	7 4/24	5 3/13	10 1/4	22
新				

表 24-1 教育芸術社: MOUSA1,2 高校生の音楽 1,2

	MOUSA1	MOUSA2	音楽1	音楽2	計
旧	46 1/64	42 /57	49 3/17	34 1/25	171
新	73 0/77	3 0/59	38 0/15	31 1/15	145

表 24-2 教育芸術社: Joy of Music

	JOY	計
旧	46 1/20	46
新		

音楽之友社『ON』と『改訂版高校生の音楽 1-3』では、新版・旧版ともに、音楽史や西洋音楽史での鑑賞曲として現代音楽が取り上げられている他、作曲家年表、音楽史年表のなかで現代作曲家の名前や顔写真、そしてミニマル・ミュージックなどの現代音楽の様式が掲載されていた。

教育出版でも、現代作品の扱いは鑑賞と音楽史に多いが、『Music ViewI』旧版では、「2001 年宇宙の旅」を紹介し、リゲティ「レクイエム」「アトモスフェール」などの現代作品を取り上げていた。また、『Pictures & Music』の「表現主義から抽象へ」ではシェーンベルク「月に憑かれたピエロ」が同時期の絵画作品とともに紹介されていた。

『Music ViewII』旧版では、「音楽の魅力を言葉で伝えよう」という項目で、ショスタコーヴィッチ「交響曲第5番」が取り上げられていた。

『Tutti+音楽I』の新版「テーブル・ミュージックを楽しもう」では、音色やリズムの表記を工夫して演奏しやすい楽譜を考えたり、音の鳴らし方を工夫しようという現代奏法的な試みがされている。

『Tutti+音楽II』の新版では、スティーヴ・ライ

ヒ「木片のための音楽」とジョン・ケージ「コンストラクション第1〈金属で〉」を参考曲として、周囲の音を組み合わせた創作活動が紹介されている。

教育芸術社『高校生の音楽 1, 2』の旧版では、巻末の音楽史年表で詳しく現代音楽の作品が紹介されている。ミニマル・ミュージックについては、スティーヴ・ライヒ、テリー・ライリー、フィリップ・グラスの3作が紹介されている。『MOUSA』の旧版は、鑑賞教材と「西洋音楽の流れ」という時代ごとの音楽様式の解説、年表でしか現代作品を扱っていなかったが、『Mousa2』の新版では、リゲティの曲が鑑賞で扱われるようになり、新しい音響空間として、ミニマル・ミュージックとスティーヴ・ライヒが紹介されている。

② 美術科教科書における現代作品の扱い(ミニマル・アート、及びその周辺の美術を含む)

20世紀以降に創作された、先進的な手法による現代作品を対象とする。

【小学校教科書】

表 25 開隆堂

	1・2 上	1・2 下	3・4 上	3・4 下	5・6 上	5・6 下	計
旧	3 1/25	7 2/24	11 2/24	13 2/22	4 0/20	8 3/20	46
新	4 2/27	5 2/24	4 1/19	2 1/219	5 3/18	2 2/18	22

表 26 日本文教出版

	1・2 上	1・2 下	3・4 上	3・4 下	5・6 上	5・6 下	計
旧	4 0/22	2 0/22	0 0/21	4 2/20	8 0/18	5 1/18	23
新	0 0/24	6 3/27	1 1/27	2 1/27	5 3/21	14 5/20	28

開隆堂の新版では、現代美術の扱いが減った。旧版の「小さな美術館」では、現代の美術家の言葉とともに現代美術が扱われることが多い。高学年では材料の特徴を考えたり、形や色の組み合わせを考える活動のなかで現代作品が扱われていた。学年が上がるにつれて、絵からきこえる音や書かれているものや、書き方、形、色に着目して作品を比較したり、技術の発達によって表現の可能性

を広げることを知ること、表現の多様性に気づく活動となっていた。『5・6 下』新版では、作品にこめられた思いを感じたり願いを込めて表現するという表現と鑑賞との関係の中で扱われている。

日本文教出版旧版では、「教科書美術館」で現代作品を紹介していることが多く、現代作品に親しめる導入となっている。『5・6 下』旧版では、生活に役立つものを編み合わせて作る活動があり、その中で編んだ形を組み合わせて描かれた現代作品が紹介されていた。このように生活と結びついた形で現代作品が紹介されている。また、『1・2 上』の新版では、現代作品の扱いはないが、上の学年では、ものを並べて形や色を見たり、身近なものを見つめたり、美術館の紹介をするなど、日常生活と現代美術をリンクさせている。また、形や色、筆遣いなどに着目する活動でも現代美術が扱われている。

【中学校教科書】

表 27 開隆堂

	1	2・3	計
旧	11 7/19	68 19/29	79
新	32 7/17	88 18/39	120

表 28 日本文教出版

	1	2・3	計
旧	40 17/32	上 48 14/28 下 54 18/30	142
新	33 13/19	上 62 8/18 下 33 7/17	128

表 29 光村図書

	1	2・3	計
旧	43 13/14	122 24/33	165
新	34 15/18	83 14/22	117

開隆堂の新版では、現代作品の扱いが増えたが、他の二社では減っていた。

開隆堂では、新旧版ともに、多くの題材で現代

作品を扱っていることが確認できた。ことに新版では、鉛筆の書き方や絵の具の表現技法でも現代作品が扱われている。また、新版『2・3』では、

「形と色彩が織りなすイメージ」として、ミニマル・アートの美術家である、フランク・ステラの作品が紹介されている。抽象的な形を組み合わせでレリーフ状に表現している。

日本文教出版の旧版は、全ての校種で全題材数の半数以上、現代作品を扱っていることが確認できた。

光村図書の『2・3』の旧版にある美術史年表では、ミニマル・アートの用語も登場しているが、音楽に関する記述はみられなかった。『2・3』の新版では、ミニマル・アートの用語は削除されている。

【高等学校教科書】

表 30-1 日本文教出版: 高校生の美術, 高校美術 1 (新版は高校美術)

	高 校 生 の美術1	高校生の 美術2	高校生の 美術3	高校 美術1	計
旧	257 32/38	122 21/25	65 15/18	80 14/30	524
新	84 10/36	65 13/25		76 15/29	225

表 30-2 日本文教出版: 高校美術 2,3, Art and You

	高校 美術2	高校 美術3	Art and You	計
旧	46 12/27	34 6/18	70 25/45	150
新				

表 31 光村図書

	1	2	3	計
旧	176 23/28	92 20/23	76 15/16	344
新	91 15/25	101 17/17		192

高等学校の旧版教科書では、10冊中7冊が題材数の半分以上で現代作品を扱っていた。新版のなかには現代美術の扱いが減ったものも多いが、それでも5冊中4冊は、題材数の過半数で現代美術

を扱っている。絵画や彫刻、デザインのみならず、映像メディア技術による現代作品についても多く扱われていた。

ミニマル・アートについては、いずれの出版社も美術史年表での扱いだけでなく、ドナルド・ジャッド、フランク・ステラの作品を掲載しながら解説していた。

③考察

音楽科と美術科の全教科書における現代作品の扱いを比較したところ、美術科教科書は、音楽科教科書よりも3倍以上作品数が多かった。また、両科では題材設定の方法は異なるが、題材数の割合(小数点以下は四捨五入)は、音楽科の方が約10%多かった(表32)。

表 32 音楽科と美術科の全教科書における現代作品の扱い

	題材数	作品数
音楽科教科書	55/975(18%)	652
美術科教科書	474/3737(8%)	2305

音楽科の教科書では、新版の方が旧版に比べ、現代作品の扱いは39作増えたが、扱われる題材数は約2%しか増加していないことが確認できた(表33)。

表 33 音楽科新教科書と旧教科書における現代作品の扱い

	題材数	作品数
旧教科書	13/536(2%)	260
新教科書	17/416(4%)	299

8. 今後の音楽科教科書改訂に向けての提案

以上の結果を受けて、美術作品と現代作品の扱いの2点から、今後の音楽科教科書改訂に向けた提案を行う。

美術作品の扱いについては、音楽科の教科書は、少なくないものの、その多くは作曲家の肖像画や教材曲に関する風景画であった。また、旧版と比べて新版では減少したので、改善を望みたい。美術科教科書は小学校から、音を絵にする活動、美術作品から音を聞いたり、形や色から、音やリズム

ムを感じて伝え合う活動があるように、音楽科も、楽曲のイメージから絵を描く活動や、絵のイメージ、あるいは形や色の組み合わせから音楽で表現する活動を小学校から扱えるだろう。パウル・クレーやカンディンスキーの作品は、美術の教科書でも音楽の抽象性に着想を得た例としてよく挙げられているが、音楽の教科書でも彼らの絵から音楽を想像する創作活動が期待される。

また、絵柄の配置からリズムに着目させる記載をしたり、構成要素や組み合わせに着目した絵画作品と関連する音楽を共に掲載することを提案したい。例えば、ミニマル・アートを掲載し、その構造を説明することで、ミニマル・ミュージックの理解が深まる。視覚面からも楽曲構造は理解しやすくなるため、鑑賞や創作の際にも作品全体のイメージがしやすくなると思われる。このように美術と現代音楽を組み合わせた記載を望みたい。

さらに、芸術文化として音楽と美術の関連が説明されたり、音楽史年表で、美術史上の事柄を時系列的に並記することで、相互の芸術の関係をより理解する助けになるのではないだろうか。

また、現代作品の扱いについては、美術科では、小学校の教科書でも現代作品を多く扱っているのに対し、音楽科ではかなり少なかったので改善を求めたい。美術科では、表現技法と関連させて現代作品を取り扱うこともあったが、音楽科では鑑賞領域や、音楽史上の紹介が多かったので、表現領域での扱いが増えることも期待したい。そして、小学校教科書でも、前衛的な作曲家が取り上げられることを期待したい。

美術科教科書では、鉛筆の書き方や絵の具の表現技法の説明にも、現代作品が扱われている。音楽科でも、作曲のプロセスや技法の説明のなかで、現代作品の紹介があってもよいのではないだろうか。また、即興的な表現や非拍節記譜、特殊奏法を取り入れた前衛的な現代作品の扱いが非常に少ない。音色やリズムの表記方法や音の鳴らし方を工夫した楽譜作成や創作活動が増えることを望む。

また、スティーヴ・ライヒ「木片のための音楽」とジョン・ケージ「コンストラクション第1（金属）」を参考曲として、周囲の音を組み合わせた創作活動が紹介されているように、現代生活にお

ける音と結びついた現代音楽の記載がより増えることを期待したい。

9. おわりに

ミニマル・ミュージックの手法を用いた実践から、美術的要素を用いた創作指導は構造理解の助けとなることが分かった。そこで、創作指導法開発の促進に向けて美術的な要素を扱うことは、構造理解の助けとなり、創作活動をしやすくするだけでなく、教科横断的な学習指導にも不可欠であると考え、音楽科と美術科の教科書比較を実施した。また、現代音楽の扱いを増やすことは、多様な価値観を身につけるためにも重要である。従って、相互の芸術および、ミニマル・ミュージック、ミニマル・アートとその周辺の美術を中心とした現代作品に関連づけた学習指導の可能性は、意義があることだと確認できた。音楽科の教科書においても、美術作品の掲載を増やし、美術的要素との関わりから音楽の構造理解ができるような記載を求めたい。また、美術と関連の深いミニマル・ミュージックを含め、現代音楽の扱いがさらに増えることを期待する。

本論文の提案が、今後の音楽科・美術科における実践、将来的な改訂に示唆を与えられれば幸いである。

(注)

- 1 島崎篤子(1993)『音楽づくりで楽しもう』, 日本書籍, p.82
- 2 井上朋子, 初田隆 (2014)「小学校教員養成課程における美術と音楽の総合的・領域横断的な芸術教育の現状と課題」美術教育学(35), p.108
- 3 『ニュー・グローブ世界音楽大辞典 18』(1995) 講談社, 石田一志による「ミニマル・ミュージック」の項目, p.14
- 4 『小学校 学習指導要領解説総則編』(平成 29 年告示), p.5 文部科学省
- 5 同上, p.9, 文部科学省
- 6 『中学校学習指導要領解説美術編』(平成 29 年告示), p.20, 文部科学省
- 7『小学校 学習指導要領解説総則編』(平成 29 年告示), p.134, 文部科学省

【引用文献】

『小学校 学習指導要領解説総則編』（平成 29 年告示），文部科学省

『中学校学習指導要領解説美術編』（平成 29 年告示），p.20，文部科学省

『ニュー・グローブ世界音楽大辞典 18』（1995）講談社

島崎篤子(1993)『音楽づくりで楽しもう』，日本書籍

【分析対象とした教科書】

・小学校音楽科教科書

教育芸術社

小学生の音楽 1

小学生の音楽 2

小学生の音楽 3

小学生の音楽 4

小学生の音楽 5

小学生の音楽 6

（平成 30 年 2 月 10 日発行，令和 5 年 2 月 10 日発行）

教育出版

音楽のおくりもの 1

音楽のおくりもの 2

音楽のおくりもの 3

音楽のおくりもの 4

音楽のおくりもの 5

音楽のおくりもの 6

（平成 30 年 1 月 20 日発行，令和 5 年 1 月 20 日発行）

・中学校音楽科教科書

教育出版

音楽のおくりもの 1

音楽のおくりもの 2・3 上

音楽のおくりもの 2・3 下

音楽のおくりもの中学器楽

（平成 31 年 1 月 20 日発行，令和 5 年 1 月 20 日発行）

教育芸術社

中学生の音楽 1

中学生の音楽 2・3 上

中学生の音楽 2・3 下

中学生の器楽

（平成 31 年 2 月 10 日発行，令和 5 年 2 月 10 日発行）

・高等学校音楽科教科書

音楽之友社

改訂版 ON!1

改訂版 ON!2

（平成 31 年 1 月 20 日発行，令和 5 年 1 月 20 日発行）

改訂版高校生の音楽 1

改訂版高校生の音楽 2

改訂版高校生の音楽 3

（平成 31 年 1 月 20 日発行）

教育出版

Tutti 音楽I改訂版

Tutti 音楽II改訂版

（平成 31 年 1 月 20 日発行）

Tutti 音楽I+

Tutti 音楽II+

（令和 5 年 1 月 20 日発行）

高校音楽I改訂版 Music View

高校音楽II改訂版 Music View

（平成 31 年 1 月 20 日発行）

音楽III改訂版

（平成 31 年 1 月 20 日発行）

教育芸術社

MOUSA1

MOUSA2

（平成 31 年 2 月 10 日発行，令和 5 年 2 月 20 日発行）

高校生の音楽 1

高校生の音楽 2

（平成 31 年 2 月 10 日発行，令和 5 年 1 月 20 日発行）

Joy of Music

（平成 31 年 2 月 10 日発行）

・小学校図画工作教科書

開隆堂

ずがこうさく 1・2 上

ずがこうさく 1・2 下

図画工作 3・4 上

図画工作 3・4 下

図画工作 5・6 上

図画工作 5・6 下

（平成 31 年 2 月 5 日発行，令和 5 年 1 月 31 日）

日本文教出版

ずがこうさく 1・2 上 （平成 31 年 1 月 15 日発行，

令和5年1月15日発行)
ずがこうさく1・2下 (平成30年1月15日発行,
令和5年1月15日発行)
図画工作3・4上 (平成31年1月15日発行, 令
和5年1月15日発行)
図画工作3・4下 (平成30年1月15日発行, 令
和5年1月15日発行)
図画工作5・6上 (平成31年1月15日発行, 令
和5年1月15日発行)
図画工作5・6下 (平成30年1月15日発行, 令
和5年1月15日発行)

・中学校美術科教科書

開隆堂

美術1

美術2・3 美術

(平成31年2月5日発行, 令和5年2月6日発行)

日本文教出版

美術1

美術2・3 上

美術2・3 下

(平成31年1月15日発行, 令和5年1月15日発行)

光村図書

美術1

美術2・3

(平成31年2月5日発行, 令和5年2月5日発行)

・高等学校美術科教科書

日本文教出版

高校美術1

高校美術2

高校美術3

(平成31年1月15日発行)

高校生の美術1(平成31年1月15日発行, 令和5
年1月15日発行)

高校生の美術2(平成31年1月15日発行, 令和5
年1月15日発行)

高校生の美術3(平成31年1月15日発行)

Art and You(平成31年1月15日発行)

光村図書

美術1(平成31年2月5日発行, 令和5年2月5
日発行)

美術2(平成31年2月5日発行, 令和5年2月5
日発行)

美術3(平成31年2月5日発行)

論理的思考力・表現力の系統的育成のための算数教科書研究

－小学校段階の「理由の説明」に焦点をあてて－

赤川 峰大

神戸大学 人間発達環境学研究科 博士課程

Arithmetic Textbook Research for the Systematic Development of Logical Thinking and Expression Skills

-Focusing on "Explanation of Reasons" at the Elementary School Level

AKAGAWA Minehiro

Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

演繹的推論とは、ある一般的な規則にしたがって、いくつかの仮定や大前提から個々の結論を導く推論であり、数学で扱う論理の基盤である。とりわけ演繹的推論が顕著に求められるものに「証明」がある。証明は、演繹的推論を用いて前提から結論を導くことが必要とされ、中学校第2学年から学習が開始される。しかし中学校段階での困難性が高いことが多く報告されている。

課題改善のための研究アプローチとして、証明を説明の一部と捉え系統的に育成しようとする研究があるが、小学校算数科では、「説明」そのものを指導内容とするカリキュラム上の位置付けがほとんどないことから分かるように、小学校段階の「説明」と中等教育段階の「証明」の系統性、そして小学校算数科で求めるべき「説明」は十分明らかになっているとは言えない。

そこで本研究では、証明に関する先行研究より小学校段階の「説明」と中等教育段階の「証明」の系統性として「仮言的三段論法」と「普遍例化」に着目した。仮言的三段論法とは、命題「P1 ならば P2」「P2 ならば P3」から「P1 ならば P3」という結論を導く演繹的推論である。また普遍例化とは、前提となる $\forall xP(x)$ から $P(a)$ という結論を導く演繹的推論である。本研究の目的を、van Hiele の思考水準を用いて、小学校算数教科書を分析するとともに、分析された題材を用いて児童の実態分析を行うこととした。

3章において、調査した理論的背景を視点として、現行の算数の教科書を分析した上で、4章では、3章で分析された教材を用いて児童の実態分析を行い、5章において、本稿の成果とともに、今後どのように児童の論理力を高めるべきか考察した。

本稿では、2点の成果があった。1点目は、van Hiele の幾何学習における学習水準理論を視点として、教科書を分析することにより、図形領域において小学校段階の論理力育成で重要視される第2水準の題材を明らかにすることができたことである。2点目は、1点目で抽出した第2水準の題材を用いた質問紙を作成し、児童の説明に対する意識について調査したことである。その中で、証明を学習していない小学校段階の児童は、他者意識の有無によって、児童が考える説明に必要な文が変わる可能性が指摘されたことである。

1. はじめに

(1) 研究の意図，目的

論理的思考力・表現力（以下論理力）の育成が求められる中，小学校算数科では主に数や図形の学習を通して論理力を育成することがめざされている。しかし諸外国と異なり，日本では論理力の育成を目的にした学習内容が小学校算数科のカリキュラム上には十分明確に示されていない。そのため，算数・数学の特性上，既存の学習内容に「論理」は内在しているものの，育成が図られていない状況にある。それが要因となり，中学校数学科にて論理力が顕著に要求される「証明」に困難性を示す児童が多いことが課題となっている。改善のために「証明」を「説明」の一部と捉え，小学校算数科の『理由の説明』から論理力の育成を考える研究アプローチがある。しかし“何を”“どのように”「説明」させることが論理力の向上につながるのか，整理されていない。そのため現場では，「説明」の評価は各教師に委ねられている状況であり，児童の論理力を高めることに十分寄与していない。

そこで本研究の目的を，小学校算数教科書を「論理」を視点に分析することで，論理力向上に寄与する可能性がある小学校算数教材を明らかにするとともに，分析された題材を用いて児童の実態分析を行うこととする。

具体的にはまず，文献を用いて証明ならびに論理の思考水準に関する理論的背景の調査を行う（2章）。次に，調査した理論的背景を視点として，現行の算数の教科書を分析する（3章）。次に，3章で分析された教材を用いて児童の実態分析を行う（4章）。最後に，得られた知見に基づき，今後どのように児童の論理力を高めるべきか構想を立てる（5章）。

2. 証明ならびに論理の思考水準の基礎的考察

(1) 研究の対象

本研究の対象は，命題に対して行う演繹的推論を用いた説明と証明である。尚，本研究において

「命題」「説明」「証明」という言葉を以下のように規定する。

① 命題

本研究における「命題」を，真か偽か一方的に原理的に決めることができる文と規定する。

野矢(1994)によると，命題とは「真偽を問題にできる文」である。命題はそれ以上細分に分解できない原始命題と，原始命題を組み合わせて作られる合成命題とに分類される。合成命題のひとつに，含意記号(→「ならば」)と命題AとBから作られる含意命題がある。本研究で対象とする仮言的三段論法は，前提の中に「もし～ならば」が入っている形の三段論法(齋藤,2010)であるため，含意命題に分類される。

② 説明と証明

本研究で対象とする「説明」を，「小学校算数科の学習材で扱われる命題を対象とし，前提と結論を演繹的推論によって結び付けた記述」と規定する。

宮崎(1995)によると，学校数学における「証明」と「説明」はともに学校数学で扱われる命題を対象とすることを共通点であるが，「証明」は，演繹的推論によって前提と結論を結び付けることが必要である一方，「説明」には，その推論に演繹的推論，帰納的推論，類比的推論が含まれ，「証明」は「説明」の特殊なものと整理することができる(宮崎,2013)。本研究は小学校段階の「説明」と中学校段階の「証明」の系統性を視点にした分析を行うことが目的であるため，小学校段階の「説明」で用いる推論を演繹的推論に限定する。また同様の理由から口頭による説明ではなく記述による説明を対象とする。よって本研究における「説明」を，「小学校算数科の学習材で扱われる命題を対象とし，前提と結論を演繹的推論によって結び付けた記述」とする。尚，本研究における「証明」は「中学校数学科の学習材で扱われる命題を対象とし，前提と結論を演繹的推論によって結び付けた記述」とする。

（２）演繹的推論と証明

演繹的推論とは、前提となる命題をもとに、一般的法則からある命題を結論として得る推論である。演繹的推論は、数学で扱う論理の基盤として重要視されてきた。中学校段階の証明は、前提から結論までの演繹的推論が求められるため、国内外で証明を通した演繹的推論の育成の在り方が検討されており、特に van Hiele は、幾何学習における 5 つの思考水準と水準間の移行を促す 5 段階の学習過程を提案した。中原(1995)は、van Hiele の学習水準理論を以下のように紹介している。まず、第 0 水準は、身の回りのいろいろな具体物を対象として、形に着目して、それらを観察、分類する水準。第 1 水準は、第 0 水準で思考の方法であった「形」を試行の対象として、それらをその性質に着目して考察する水準。第 2 水準は、形の「性質」を思考の対象として、性質間の関係すなわち命題をつくりだす水準。第 3 水準は、「命題」を思考の対象として、命題間の関係すなわち論理的体系を構築する水準。第 4 水準は、「論理的体系」を対象として、よりすぐれた体系を構築したり、論理的体系間の比較をしたりする水準である(表 1)。

表 1 van Hiele の学習水準理論（中原による）

	第 0 水準	第 1 水準	第 2 水準	第 3 水準	第 4 水準
対象	具体物	形	性質	命題	論理
方法	形	性質	命題	論理	

（３）証明に関する課題と系統的育成の必要性和本研究の目的

現行の学校教育のカリキュラムにおいて、中学校第 2 学年から学習が開始される証明は、van Hiele の学習水準の第 2 から第 3 水準に位置付く。しかし岡崎・岩崎(2003)の調査によると、多くの中学生が、第 2 水準以下に留まっている状況にある。そのため、証明の学習以前に論理的思考力を育成することの重要性が指摘されている(例えば、守屋 2001 等)。そのひとつのアプローチとして、小学校段階の「理由を説明する」活動の充実に注目が集まっているが、小学校算数科に

において、論理力の向上のために、説明させるべき内容と学習方法については十分明らかになっていないと言えないという指摘もなされている(例えば、近藤 2018)。そのため現場では、「説明」の評価は各教師に委ねられており、児童の論理力を高めることに十分寄与しているとはいえない状況にある。

そこで本研究の目的を、van Hiele の思考水準を用いて、小学校算数教科書を分析するとともに、分析された題材を用いて児童の実態分析を行うこととする。

3. 教科書分析

（１）分析方法と対象

分析は、van Hiele の幾何学習における学習水準理論を視点として行う。先述の通り特に第 2 水準が中学校段階の証明との接続の上で重要視されることから、第 2 水準について詳細に分析する。尚、van Hiele の第 2 水準は、形の「性質」を思考の対象として、性質間の関係すなわち命題をつくりだす水準とされる。Miyazaki(2017)は、証明において、仮言的三段論法と普遍例化によって命題同士が連結されるとした。仮言的三段論法とは、前提となる命題「P1 ならば P2」、中間命題「P2 ならば P3」をもとに、「一般法則」から「P1 ならば P3」という結論を導く演繹的推論であり、推論

規則としては、 $\frac{P1 \rightarrow P2 \quad P2 \rightarrow P3}{P1 \rightarrow P3}$ と表す。本研究に

おいては、以下この規則を $[P1 \rightarrow P2] \wedge [P2 \rightarrow P3] \Rightarrow [P1 \rightarrow P3]$ と表すこととする。普遍例化は前提となる $\forall xP(x)$ から $P(a)$ という結論を導く演繹的推論である。 $\forall xP(x)$ を全称命題、主語が任意特定の対象 a について言明する命題 $P(a)$ を単称命題と

いい、推論規則として $\frac{\forall xP(x)}{P(a)}$ と表す。本研究にお

いては、以下この規則を $\forall xP(x) \Rightarrow A(a)$ と表すこととする。

本研究では、仮言的三段論法と普遍例化によって構成される「説明」を抽出する。尚、先述の通り、van Hiele の幾何学習における学習水準理論を視点とした分析を行うため、対象とする教科書題材は、図形領域に限定する。

(2) 特定された題材

van Hiele の幾何学習における学習水準理論を視点とした分析によって、複数の第 0 水準から第 2 水準の題材が抽出された(巻末資料参照)。4 章の実態分析のため、その内、第 2 水準に位置付く題材について、詳細を説明する。

① 第 3 学年「三角形と角」

第 3 学年 (1) 二等辺三角形、正三角形などの図形、「三角形と角」の単元に、円周上の 2 点と中心を結んだときにできる三角形が二等辺三角形であることを同定するとともに、その理由についての説明が要求される題材がある(図 1)。

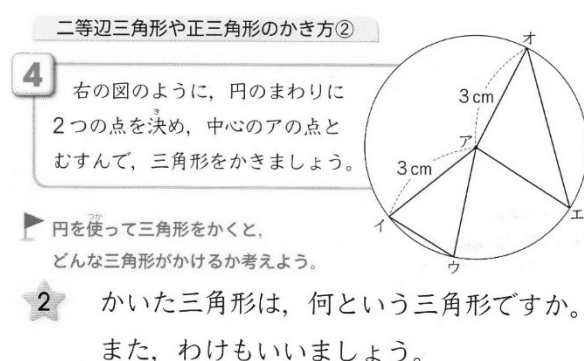


図 1 東京書籍『新しい算数』2015, 3 年下, p.87(一部抜粋)

この題材の説明では、最終的に「三角形アイウは、2 つの辺(辺アイと辺アウ)が円の半径であるならば、三角形アイウは、二等辺三角形である」を結論付けるために、仮言的三段論法 $[p(a) \rightarrow q(a)] \wedge [q(a) \rightarrow r(a)] \Rightarrow [p(a) \rightarrow r(a)]$ が用いられている(表 3.1)。また仮言的三段論法を成立させるために、全称命題 $\forall x[p(x) \rightarrow q(x)]$ 「円の半径ならば長さが等しい」を前提として、単称命題 $p(a) \rightarrow q(a)$ 「三角形アイウは、2 つの辺(辺アイと辺アウ)が円の半径であるならば、2 つの辺(辺アイと辺アウ)の長さは等しい」を導き、全称命題 $\forall x[q(x) \rightarrow r(x)]$ 「2 つの辺の長さが等しい三角形ならば二等辺三角形である」を前提として、単称命題 $q(a) \rightarrow r(a)$ 「三角形アイウは、2 つの辺(辺アイと辺アウ)の長さが等しいならば、三角形アイウは、二等辺三角形である」を導く普遍例化が用いられていると分析できる。

表 2 第 3 学年「三角形と角」の説明

	単称命題	全称命題
$p(a)$	三角形アイウは、2 つの辺(辺アイと辺アウ)が円の半径である。	$\forall x[p(x) \rightarrow q(x)]$ 円の半径ならば長さが等しい。
$q(a)$	三角形アイウは、2 つの辺(辺アイと辺アウ)の長さが等しい。	$\forall x[q(x) \rightarrow r(x)]$ 2 つの辺の長さが等しい三角形ならば二等辺三角形である。
$r(a)$	三角形アイウは、二等辺三角形である。	
$p(a) \rightarrow r(a)$	三角形アイウは、2 つの辺(辺アイと辺アウ)が円の半径であるならば、三角形アイウは、二等辺三角形である。	

② 第 5 学年「図形の角」

第 5 学年【C 図形領域】(1) 平面図形の性質「図形の角」の単元に、三角形の内角の和が 180° であることを基に、四角形の内角の和が 360° であることを説明する題材がある(図 2)。

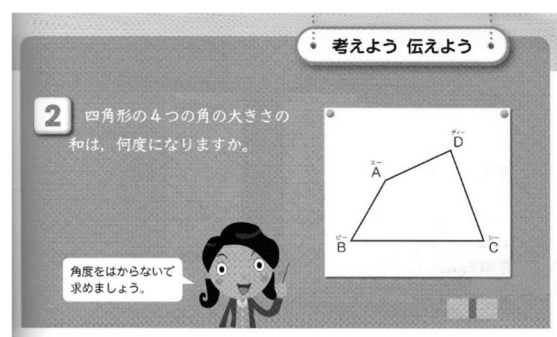


図 2 東京書籍『新しい算数』2015, 5 年下, p.23

この題材の説明では、最終的に「四角形 ADBC は、4 つの辺(辺 AC と辺 AD と辺 BC と辺 BD)が円の半径であるならば、四角形 ADBC は、ひし形である」を結論付けるために、仮言的三段論法 $[p(a) \rightarrow q(a)] \wedge [q(a) \rightarrow r(a)] \Rightarrow [p(a) \rightarrow r(a)]$ が用いられていると分析できる(表 3)。また仮言的三段論法を成立させるために、全称命題 $\forall x[q(x) \rightarrow r(x)]$ 「三角形ならば、角の大きさの和は 180° である」を前提として、単称命題 $q(a) \rightarrow r(a)$ 「図形 ABCD は、三角形 ABC と三角形 BCD の 2 つで構成されるならば、図形 ABCD は、角の大きさの和が 360° (180° ; 三角形 ABC の角の大きさの和と 180° ; 三角形 BCD の角の大きさの和 180° の合計)である」を導く普遍例化が用いられていると分析できる。

表3 第5学年「図形の角」

	単称命題	全称命題
p(a)	図形ABCDは、四角形である。	
q(a)	図形ABCDは、三角形ABCと三角形BCDの2つで構成される。	
r(a)	図形ABCDは、角の大きさの和が 360° (180° ; 三角形ABCの角の大きさの和と 180° ; 三角形BCDの角の大きさの和 180° の合計) である。	三角形ならば、角の大きさの和は 180° である。
p(a) $\rightarrow$ r(a)	図形ABCDは四角形であるならば、図形ABCDは、角の大きさの和が 360°	

(3) 教科書の実際

小学校学習指導要領(文科省, 2017)では, 演繹的に説明することを求める題材として, (2)②で取り上げた第5学年「図形の角」が挙げられている。学習指導要領を受けて, 全ての教科書会社で, 四角形の内角の和が 360° になる理由の説明を求める学習が採用されているものの, 教科書に記載されている「説明」には, 相違点があることが分かった。具体的には以下の通りである。

説明の手掛かりとなる式や考え方を提示することに留め, 四角形の内角の和を求める具体的な説明は記載しない教科書(例えば, A社)がある一方, 具体的な説明を記載している教科書もある(例えば B社等)。しかし, 具体的な説明を記載している教科書においてもその記載内容に違いがあり, 全称命題「三角形ならば, 全ての角の大きさの和は 180° である」を前提とした普遍例化に該当する説明を記載している教科書(例えば, B社)と, 記載していない教科書(例えば, C社)がある。このように, 現時点では小学校段階で求めるべき説明が明らかになっていないため, 教科書における表記にも差がある状況である。当然のことながら, 中学校段階では, どの児童も一律に証明を学習するため, 小学校段階で求める理由について明確にし, 児童たちに等しく学習経験を与えることは重要だと考えられる。

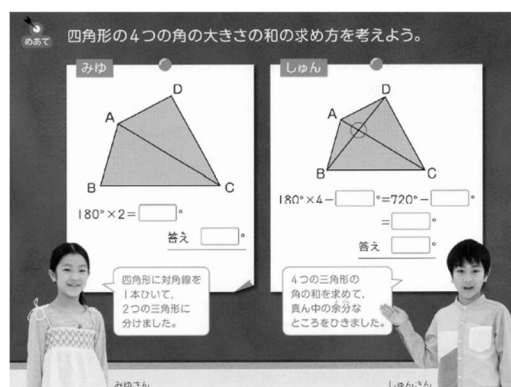


図3 A社の教科書

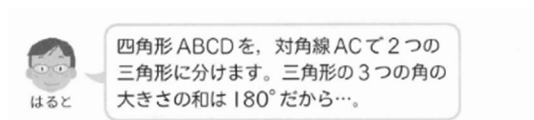


図4 B社の教科書

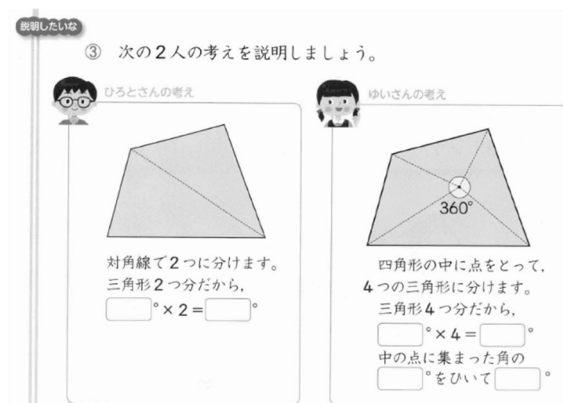


図5 C社の教科書

4. 児童の実態分析

(1) 調査問題

3章に記載した題材を用いた実態分析を行った。調査は, 調査問題(図6)を用いた質問紙法で実施した。問題文は表2に基づき, 表4の通り作成した。

問題は, $\forall x[p(x) \rightarrow q(x)]$ に該当する①, 並びに $q(a)$ に該当する②の必要性を児童に問うものである。3章で分析した通り, ①は普遍例化のため, ②は仮言的三段論法のために必要だと分析できるが, 児童が, その要不要をどのように考えるのかを調査することを目的に作成した。回答は, どちらも必要ない, ①の文だけ必要, ②の文だけ必要, ①②の文が両方必要, その他の5つから選択させる設問1とともに, 選択した理由を, 設問2

で自由記述させた。尚、対象は、兵庫県公立小学校の児童(3-6年)で実施した。

【問題】
右の図のように、円のまわりに2つの点イ、点ウを決め、中心の点アとむすんで三角形をかきました。
三角形アイウが、二等辺三角形になる理由を説明しましょう。

上の問題について、たかし君は次の説明を書きました。

【たかし君の説明】
アイとアウは点アが中心の円の半径です。
2つの辺の長さが等しい三角形は、二等辺三角形だから
三角形アイウは、二等辺三角形です。

あなたもたかし君の説明に、次の①②の文を付け加える必要があるかを考えています。

アイとアウは点アが中心の円の半径です。
①円の半径の長さは等しいから
②アイの長さとおウの長さは等しいです。
2つの辺の長さが等しい三角形は、二等辺三角形だから
三角形アイウは、二等辺三角形です。

①②の文は必要かな？

あなたは、あなたさんの意見についてどう思いますか？もっとも近いものを選び理由をかきましょう。

(1) 1つだけ選びましょう
() どちらも必要ない
たかし君の説明で十分
() ①の文だけ必要
() ②の文だけ必要
() ①②の文が両方必要
() その他

(2) 理由を書きましょう

図6 調査問題

表4 問題文の分析

	説明
p(a)	アイとアウは点アが中心の円の半径です。
$\forall x[p(x) \rightarrow q(x)]$	①円の半径の長さは等しいから
q(a)	②アイの長さとおウの長さは等しいです。
$\forall x[q(x) \rightarrow r(x)]$	2つの辺の長さが等しい三角形は、二等辺三角形だから
r(a)	三角形アイウは、二等辺三角形です。

(2) 設問1の結果・考察

調査の結果(表5)、「どちらも必要ない。たかし君の説明で十分」【不要】と回答した児童は、3年生から学年順に、13.6%, 15.2%, 14.7%, 16.2%となった。この結果から、学齢と関係なくおおよそ同じ程度の割合で存在することが分かった。

「①②の文が両方必要」【①②要】と回答した児童の割合は、3年生から学年順に、37.0%, 24.2%, 29.4%, 41.2%となった。3-4年生にかけて減少するものの、4, 5, 6年生の間では学齢があがるごとに増加していくと言える。証明を明示的に学習していない小学校段階においても、学年が進むにつれて、論理的に必要なとされる文章の必要性が判断できるようになってくると考えられる。一方、3年生は6年生に続く高い割合となっている。この要因については、設問1だけでは明らかにならないため、設問2の分析を通して考察する。

表5 調査結果

	3年	4年	5年	6年
不要	13.6%	15.2%	14.7%	16.2%
①要	23.5%	37.9%	29.4%	23.5%
②要	19.8%	21.2%	25.0%	14.7%
①②要	37.0%	24.2%	29.4%	41.2%
その他	2.5%	0.0%	1.5%	2.9%

(3) 設問2の結果・考察

次に、①②の文の必要性を児童がどのように判断したのかを調べるために、設問2の理由を分析した。

「不要」を選択した児童の理由

- (a)①②の説明がなくても、アイとアウは半径でその2つの辺が等しい三角形は、二等辺三角形という説明だけでも分かるから。
- (b)円の半径の長さが等しいこともアイの長さとアウの長さが等しいことはアイとアウは点アが中心の円の半径です。という説明に同じ意味がかかれてあるから。

不要を選択した児童の理由には、「自分にとって分かるから不要」としているという特徴がみられた(例えばa,b)。具体的には、①②はあえて説明しなくても、「円の半径」という言葉から理解できるため不要だと判断している。

「①②両方必要」を選択した児童の理由

- (c)初めて見た人でもわかりやすいからです。
- (d)円の半径のきまりを知らない人は、急に2つの辺が等しいとか言われてもなんのこっちゃわからないからていねいに言った方がいい。
- (e)よりくわしくせつめいするのなら必要だと思った。
- (f)まず①は、いると思います。①がないと半径の長さは、等しいという文がたかしさんの文には、なくて半径の長さが等しいと分からないからです。そして②もいると思います。さっきの説明をふまえたうえでアイとアウが等しいと説明すると理解しやすくなると思ったからです。
- (g)ふたつともせいかくでいいとおもう。
- (h)2 つともだいじな文で、たしかに長さは等しいからです。

「①②両方必要」を選択した児童の理由には、2つの特徴がある。1つ目は、他者意識から必要であると考えていることである(例えば c,d,e,f)。中には、「初めて見た人でも分かりやすい」「円の半径のきまりを知らない人は...」「よんだ人が円の半径のどの特ちょうを思いうかべるかによっては、それ以降の説明がりがいしくにくい」という表記から自分以外の他者へ説明することを想定して要、不要を判断していることが分かる。また f は、その回答において、「①がないと半径の長さは、等しいという文がたかしさんの文には、なくて半径の長さが等しいと分からないからです。そして②もいると思います。さっきの説明をふまえたうえでアイとアウが等しいと説明すると理解しやすくなる」と記述している。これは、 $\forall x[p(x) \rightarrow q(x)]$ であることで、 $p(a) \rightarrow q(a)$ が成り立つことを、小学生ながらに説明している様相だと考えられる。このように、他者意識によって必要だと考える児童の中には、3章での論理的な分析に基づいた説明をしようとしている児童もいると考えられる。

一方、2つ目の特徴は、それぞれの文が算数的に正しいかどうかだけで判断していることである(例えば g,h)。これらは、他者意識や、文と文の関係を捉えて必要だと判断しているのではなく、文そのものの正しさで要不要を判断していると考えられる。3年生はこの割合が多いのではないかと考えられる。

5. 本稿の成果と今後の展望

本稿では、2点の成果があった。

1点目は、van Hiele の幾何学習における学習水準理論を視点として、教科書を分析することにより、図形領域において小学校段階の論理力育成で重要視される第2水準の題材を抽出できたことである。またその知見を生かして、第5学年「図形の角」の単元における理由の説明の記載の違いを指摘した。

2点目は、1点目で抽出した第2水準の題材を用いた質問紙を作成し、児童の説明に対する意識について調査したことである。その中で、証明を学習していない小学校段階の児童は、他者意識の有無によって、説明に必要な文が変わる可能性が指摘された。

今後の展望は3点ある。

1点目は、小学校算数科の教科書における「説明」の記載について検討することである。第5学年「図形の角」は、学習指導要領において、演繹的に説明することを求める題材として紹介されているものの、学習指導要領においても、小学校段階で求めるべき説明が明確になっていないため、3章で述べたように、教科書会社によって記載が異なる現状が、本稿によって明らかになった。したがって、小学校における理由の説明において求めるべき説明を明確にすることで、教科書の記載の在り方を検討する必要があると考えている。

2点目は、児童の実態を理解して、説明させる方法を考えることである。4章の調査結果にあるように、小学校段階において、論理上必要と言える①②の文を、他者意識から必要だと考える児童が存在することが分かった。一方、現在の教科書で理由の説明を求める際、「説明しましょう」という指示だけが記載されており、基本的に、相

手は想定されていない(例えば図5)。しかし、4章で明らかになったように、児童は自分への説明か、他者への説明かによって、必要な文が異なる。中学校段階の証明の系統的育成として、小学校段階の理由の説明を捉えらるゝとするならば、教師の発問などで、他者への説明であるという条件付けを行い、できるだけ論理的飛躍のない説明を考えせらるゝという方法を検討する必要があると考へてゐる。

3点目は、2点目とも関連するが、理由の説明に関する学習プログラムを開発することである。先述の通り、現在、証明の系統的育成の観点から、小学校段階での第2水準の学習材を用いた理由の説明に関心が集まらるゝてゐる。しかし、まだ小学校段階での学習プログラムの開発は十分行わらるゝてゐない。したがって、今後は学習プログラムの開発・実施を行ゐ、論理的思考力・表現力の系統的育成への効果を検証してゐきたいと考へてゐる。

引用・参考文献

- 赤川峰大・岡部恭幸(2020). 小学校算数科学習材の分析; 仮言的三段論法を視点として. 第64回近畿数学教育学会論文, 16-24.
- 岡崎正和・岩崎秀樹. 算数から数学への移行教材としての作図-経験的認識から論理的認識への転化を促す理論と実践. 日本数学教育学会誌, 2003, 80: 3-27.
- 藤井齊亮他, 新編新しい算数3下, 東京書籍, p.44, 2015.
- 藤井齊亮他, 新編新しい算数5下, 東京書籍, p.23, 33, 2015.
- 藤井齊亮他, 新編新しい算数5下, 東京書籍, pp. 87-89, 2020.
- 一松信他, 小学校算数 5 年上, 学校図書, pp. 116-117, 2020.
- 近藤裕, 「事柄が正しい理由の説明」の評価の枠組み: 小学6年から中学3年の児童の説明の事例分析, 第51回秋期研究大会発表収録, pp.493-496, 2018.
- 小山正孝他, 小学算数5年上, 日本文教出版, pp. 30-32, 2020. 國宗進, 図形の論証に関する理解度の変化, 日本数学教育学会誌, 第82巻第3号. pp.1-15, 2000.
- 前原昭二, 記号論理入門, 日本評論社, p.37, 1967.
- 宮崎樹夫, 学校数学における証明に関する研究: 証明に至る段階に説明の水準を設定することを通して, 未公刊学位論文(筑波大学), 1995.
- 宮崎樹夫, 課題研究として証明することのカリキュラム開発—我が国の中学校数学科における必要性と, これまでの成果—, 日本数学教育学会, 春期研究大会論文集 1, pp.1-8, 2013.
- Miyazaki&Taro Fujita&Keith Jones:Students' understanding of the structure of deductive proof, Educ Stud Math,94:pp.223-239, 2017.
- 溝口達也, 「論証指導」の基盤としての「説明の指導」, 鳥取大学数学教育研究, vol15, no3, 2012.
- 守屋誠司・吉田知矢. 素朴的論理から数学的論理への移行を目指した中学校の論理教育. 数学教育学会誌, 2001, 42.1-2: 59-69.
- 文部科学省, 小学校学習指導要領解説算数編, 2017.
- 中原忠男. 算数 数学教育における構成的アプローチの研究. 広島大学学位論文, 1992.
- 野矢茂樹, 論理学, 東京大学出版会, pp.24-78, 1994.
- 齋藤正彦, 日本語から記号論理へ, 日本評論社, 2010.
- 清水静海他, わくわく算数5, 新興出版社啓林館, pp. 86-87, 2020.
- 相馬一彦他, たのしい算数5年, 大日本図書, pp. 19-22, 2020. 多鹿秀継, 情報処理の心理学, サイエンス社, 1992.
- 田村三郎, 第1部命題論理7節推論と推論規則, 記号論理学入門 論理と思考, 大阪教育図書, p.53, 2006.
- 坪田耕三他, 小学算数5, 教育出版, pp. 71-72, 2020.
- 辻山洋介, 学校数学における証明の構想の過程—argumentationを視点として—, 筑波大学教育学系論集, 2011.

添付資料：van Hiele の幾何学習における学習水準理論を視点とした分析

水準		第 0	第 1	第 2
対象		具体物	形	性質
方法		形	性質	命題
小学校算数科の内容	三角形	2) “あ”から“く”の形を 2 つのなかまに分けます。どのように分けたいでしょうか	2) 3 本の直線でかこまれた形を三角形といいます 2) 三角形、四角形には辺や、頂点がそれぞれいくつありますか 2) 三角形や四角形を見つけましょう 5) 三角形の 3 つの角の大きさにはどんなきまりがあるか調べてみましょう 5) 三角形の 3 つの角の大きさの和は 180° になります	5) 三角形の面積の求め方を考えましょう
	直角	2) 教科書やノートのかどの形を調べましょう	2) みのまわりから、角の形が直角のものを見つけましょう	
	直角三角形		2) 長方形、正方形の紙を下のように切ります、どのような形ができますか、直角の角はありますか 2) 直角のかどがある三角形を直角三角形といいます 2) 三角定規の形は直角三角形といえるでしょうか	
	正三角形		3) かいた三角形を、辺の長さに目をつけて 3 つの仲間に分けました、どのような仲間に分けたのでしょうか 3) 2 つの辺の長さが等しい三角形を、二等辺三角形といいます 3) 下の図で正三角形を選びましょう 3) 二等辺三角形や正三角形の角の大きさをくらべましょう 3) 正三角形では、3 つの角の大きさがすべて等しくなっています	3) 三角定規を 2 枚並べると、何という三角形ができますか
	二等辺三角形		3) かいた三角形を、辺の長さに目をつけて 3 つの仲間に分けました、どのような仲間に分けたのでしょうか 3) 3 つの辺の長さがどれも等しい三角形を正三角形といいます 3) 二等辺三角形や正三角形の角の大きさをくらべましょう 3) 二等辺三角形では、2 つの角の大きさが等しくなっています	3) 円の周りに 2 つの点を決め、中心の A と結んで三角形をかきました、かいた三角形は何という三角形ですか、わけもいいますよ ※3 章に詳細記載 3) 三角定規を 2 枚並べると、何という三角形ができますか
	一般四角形	2) “あ”から“く”の形を 2 つのなかまに分けます、どのように分けたいでしょうか	2) 4 本の直線でかこまれた形を四角形といいます 2) 三角形、四角形には辺や、頂点がそれぞれいくつありますか 2) 三角形や四角形を見つけましょう 2) 下のように紙をおります。できた四角形の角の形を調べましょう	5) 四角形の 4 つの角の大きさの和は何度になりますか ※3 章に詳細記載
	長方形		2) 4 つのかどがみんな直角になっている四角形を長方形といいます 2) 長方形のむかひ合っている辺の長さをしらべましょう 2) 長方形のむかひ合っている辺の長さは同じ 4) 四角形の対角線の特徴を調べましょう	4) 幅の違う 2 枚の長方形の紙を重ねると、重なったところに四角形ができます。どんな四角形ができますか。
	正方形		2) 右のように長方形の紙をおって切ります。A をひらいてできた四角形の形をしらべましょう 2) 4 つの角がみんな直角で、4 つの辺の長さがみんな同じになっている四角形を正方形といいます 2) 正方形はどれですか ※啓林：理由 4) 四角形の対角線の特徴を調べましょう	
	台形		4) 平行な直線の組の数に目をつけて四角形を 3 つのなかまに分けてみましょう 4) 向かい合った 1 組の辺が平行な四角形を台形といいます 4) 四角形の対角線の特徴を調べましょう	5) 台形の面積の求め方を考えましょう
	平行四辺形		4) 平行な直線の組の数に目をつけて四角形を 3 つのなかまに分けてみましょう 4) 向かい合った 2 組の辺が平行な四角形を平行四辺形といいます 4) 四角形の対角線の特徴を調べましょう 4) 平行四辺形にはどんな特徴がありますか 4) 平行四辺形の、向かい合った辺の長さは等しくなっています、向かい合った角の大きさも等しくなっています	4) 半径が等しい円を 2 つかき、交わった点と円の中心を直線で結ぶとひし形ができます、そのわけを説明しましょう 4) 幅の違う 2 枚の長方形の紙を重ねると、重なったところに四角形ができます。どんな四角形ができますか。 5) 平行四辺形の面積の求め方を考えましょう

	ひし形		4) 四角形の4つの辺の長さを調べましょう 4) 辺の長さがすべて等しい四角形をひし形といいます 4) 四角形の対角線の特徴を調べましょう 4) ひし形の辺のならび方や角の大きさにはどんな特徴がありますか 4) ひし形の向かい合った辺は平行になっています, また向かい合った角の大きさは等しくなっています	4) 右図のようにして1辺の長さが4 cmのひし形をかきましょう, 角Bの大きさを90°にしてかくとどんな四角形ができますか 5) ひし形の面積の求め方を考えましょう
	円	3) かごからの長さが同じになるようにならんだ様子はどんな形に近づいていきますか 3) いろいろな大きさのまるい形をかきましょう	3) 1つの点から長さが同じになるようにかいたまるい形を円といいます 3) 1つの円では, 半径はみんな同じ長さです 3) 直径の長さは, 半径の2倍です 3) 直径どうしは, 中心で交わります	6) 円の面積の求め方を考えましょう
	複合			5) 右の2つの二等辺三角形は合同です, 同じ長さの辺どうしを合わせ, いろいろな四角形をつくれます, 何という四角形ができますか
	合同	5) 身のまわりにある形も大きさも同じものを集めてみました	5) 見本の図形と形も大きさも同じ図形はどれですか 5) ぴったり重ね合わせることでできる2つの図形は, 合同である 5) 合同な図形の対応する辺どうし, 対応する角どうしの関係を調べよう 5) 合同な図形では, 対応する辺の長さは等しくなっています, また対応する角の大きさも等しくなっています	5) 下の三角形と合同な三角形をかきます, 3つの角の大きさがわかればかけますかまたそのわけも説明しましょう

外国語科及び国語科教科書における体系的な言語意識 に関する調査研究

一言語能力の向上に資する教科書構成を目指して－

濱田 活仁

岡山大学大学院 教育学研究科

Examining the Possibilities of Language Awareness in Foreign Language and Japanese Language Textbooks

－Toward the Textbook Structure for the Improvement of Language Abilities－

HAMADA Katsuhito

Graduate School of Education, Okayama University

平成 29 年度（2017 年）告示の小学校学習指導要領では、学習の基盤となる資質・能力として「言語能力」の育成を教科横断的に進めていくことが示されており、特に「言語」を直接の学習対象とする「国語科」と「外国語科」における連携の重要性が強調されている。こうした連携の実現に向けて、言語間に見られる相違点や類似点への気づきから言語やその文化への理解を深め、よりよい言語使用へとつなげようとする「言語意識（ことばへの気づき）」に関する先行研究が蓄積されてきたが、これまで単発的な授業実践や教材開発は進んできたものの、一単位といった中期的な視点、並びに年間指導計画のような長期的な視点から編成された指導事例はほとんど報告されていない。こうした要因の一つとして、教科書における言語意識の体系的な内容項目の配列に関する研究が進んでいないことが考えられる。

そこで本研究では、外国語科における「見方・考え方」の一部として言語意識を位置づけ、小学校第 5 学年の外国語科授業における一単位を通して、外国語科教科書の内容に準じた言語意識を働かせる相補的な活動を行い、活動実践の分析から児童の学習段階に適した内容項目の一部を小学校国語科教科書から抽出し、その配列状況の把握を試みた。活動実践の分析から、「多義語」への気づきを扱った活動において、大多数の児童が言語意識を働かせていることが確認され、児童の学習段階に適していることが考えられた。また、分析結果に基づき、多義語を含む「語彙意味論」に関する内容項目を小学校国語科検定教科書 4 社において調査したところ、「上位語・下位語」と「同音異義語」は 4 社全てにおいて扱われている一方で、「類義語・反意語」は 3 社、「多義語」は 1 社において扱われており、教科書によってばらつきが見られた。本研究の成果から、言語能力の向上に向けて、言語意識に関わる内容項目を全ての教科書において体系的に構成する必要性が示唆された。

キーワード：言語能力，言語意識，見方・考え方，外国語科と国語科の連携

1. はじめに

平成 29 年度(2017)告示の小学校学習指導要領では、各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働かせた資質・能力の育成が重視されており、外国語科では「外国語科によるコミュニケーションにおける見方・考え方」を働かせることで、学習者の深い学びを促進させることができると考えられている(文部科学省, 2017)。外国語によるコミュニケーションにおける見方・考え方とは、「外国語で表現し合う外国語やその背景にある文化を、社会や世界、他者との関わりに着目して捉え、コミュニケーションを行う目的や場面、状況等に応じて、情報を整理しながら考えなどを形成し、再構築すること」(p.9)を指している。こうした教育行政用語としての「見方・考え方」を、コミュニケーション能力や異文化理解といった学術的知見から分析した大竹(2021)は、「言語的意味がどのように構築され解釈されるのかにとつての、文化の中心性を伝える言語観」(p.6)との理解を示している。こうした言語や文化に関する知識に基づいて言語使用を制御していく視点を通じ、外国語科における資質・能力を育成していくことは、複言語・複文化主義が広がる現代社会において豊かな言語コミュニケーションを実現していくために不可欠である。また、これから AI による自動翻訳技術と共生していく児童生徒にとっては、日本語と英語の比較から普遍性や個別性に着目し、多様な意味を持つ言葉の存在を捉え、文脈の前後から言葉の意味を把握するように注意する力を育成していくことが重要であることが考えられる。例えば、成田(2019)は、AI 翻訳技術を人間の手によって適切に扱っていくためには「人間の常識や社会的文化的な知識に照らした知的な判断力」が必要であり、この知識には「コミュニケーションにも不可欠な、異国の多様な言語文化や社会宗教的な背景に関するもの」も含まれると言及している(p.272)。こうした言語や文化に対する意識的な能力は、先行研究における言語意識の概念と重なる部分が多く、「外国語科によるコミュニケーションにおける見方・考え方」の一部として捉えることができると考えられる。

また、現行の学習指導要領では、学習の基盤となる資質・能力として「言語能力」の育成を教科横断的に進めていくことが示されており、特に「言語」を直接の学習対象とする「国語科」と「外国語科」における連携の重要性が強調されている(文部科学省, 2017)。こうした連携の実現に向けて、言語間に見られる相違点や類似点への気づきから言語やその文化への理解を深め、よりよい言語使用へとつなげようとする「言語意識(ことばへの気づき)」に関する先行研究が蓄積されてきている(大津, 1982, 1989, 2010, 2017; 岡田, 1998)。しかしながら、これまで単発的な授業実践や教材開発は進んできたものの、一単元といった中期的な視点、並びに年間指導計画のような長期的な視点から編成された指導事例はほとんど報告されていない。こうした要因の一つとして、教科書における言語意識の体系的な内容項目の配列に関する研究が進んでいないことが考えられる

そこで本研究では、「外国語によるコミュニケーションにおける見方・考え方」の一部として言語意識を位置づけ、小学校外国語科教科書の内容に準じた言語意識を働かせる相補的な活動実践を行い、授業実践の分析から児童の学習段階に適した内容項目の一部を小学校国語科教科書から抽出し、その配列の実態を明らかにすることを目的とする。

2. 先行研究

(1) 言語意識

言語意識(Language Awareness)とは、1970 年代にイギリスで始まった言語教育運動を源泉に世界に広まった考え方であり、現在では言語意識学会(ALA)によって「言語についての明示的知識と、言語学習、言語教授、言語使用における意識的な理解と感受性」と定義されている(福田, 2007)。また、言語意識は教育的アプローチそのものを指す言葉としても用いられる。その主たる特徴は、教室において指導者が学習者に対して言語の構造や働きに注意を向けるように促し、学習者自身が言語データから帰納的に言語的特徴を抽出する学習が展開されることにある。こうした教室における学習を積み重ねることで、言語の視点を

徐々に育くみ、教室外における学習者の主体的な言語学習に向かわせることが目指されている (Bolitho et al, 2003)。

(2) 言語意識の5つの領域

言語意識という統合的な言語教育アプローチがもたらす教育的効果は、James and Garrett (1992)によって定義された情緒、社会、権力、認知、運用という言語意識の5つの領域から説明されている (村岡, 2012; 赤木, 2020)。情緒的領域とは、言語に対する自分自身の意志や感情のことを意味している。言語がもつ特徴や働きに対する個人的な関心や疑問への気づきを通して、言語の本質的な探究に向けた自己課題や自己目標を認識し、授業外における主体的な言語学習に取り組む態度を形成することが考えられる。社会的領域とは、言語の背景にある文化の多様性に関わる社会的な側面を意味している。文化的背景の異なる複数の言語との出会いから生じる多様性への気づきを通して、他言語に対する異文化理解をもたらし、異なる言語や文化を受け入れる寛容性が育まれることが考えられる。権力的領域とは、言語がもたらす社会的な影響力を指している。言語が政治的な道具として機能したり社会的な地位をもたらしたりする役割をもっていることを批判的に捉えることを通して、言語に隠れた権力的影響を意識的に警戒することができるようになることが目指されている。認知的領域とは、メタ言語意識とも呼ばれ、言語の特徴や働きを分析的に考察する能力である。複数の言語データの比較や関係づけといった思考を経て言語に見られる類似点や相違点に注意を向けることを通して、言語の規則性や多様性を類推することができるようになることが期待される。運用的能力とは、メタ言語能力とも呼ばれ、言語使用の自発的で意識的な改善と向上を意味している。意識的にメタ認知を働かせて自身の言語使用を多角的に省察することで、よりよい言語運用を自律的に追求することができるようになることが考えられる。これら言語意識における5つの領域は決して独立したものではなく、それぞれが重なり合い密接に関わりあっているものであり、相互作用的に育まれることから、言語意識は統合的な教育的アプローチとされている (Oliveira & Ançã, 2018)。

(3) メタ言語意識・メタ言語能力の4つの対象

言語意識における認知的領域や運用的能力として位置づけられるメタ言語意識やメタ言語能力は、一連の思考過程の中で、言語の個別性や普遍性に注意を向けて、効果的な運用へとつなげる能力として捉えることもできる (岡田, 1998)。そして、これらメタ言語意識・メタ言語能力は、対象とする言語的特徴に応じて、単語への気づき、音韻への気づき、文法への気づき、運用への気づき4つの内容区分に分類することができるとされている (Tumner & Bowey, 1984; 王, 2020)。単語への気づきでは、主として形態論や意味論に関わる言語学的特徴を扱い、単語の構造やその働きに関する気づきを扱う。音韻への気づきでは、主として音韻論や音声学に関わる言語学的特徴を扱い、音声の構造やその働きに関する気づきを扱う。文法への気づきでは、主として統語論に関わる言語学的特徴を扱い、音声の構造やその働きに関する気づきを扱う。運用への気づきでは、主として語用論に関わる言語学的特徴を扱い、コミュニケーションの構造やその働きに関する気づきを扱う。これら4つの内容区分に関する能力は、Tumner and Bowey (1984)の仮説によると、単語への気づき、音韻への気づき、文法への気づき、運用への気づきの順に発達していくことが主張されているものの、それぞれの内容と段階にもまた重なりがあり、密接に関わり合っているとされている。

(4) ことばへの気づき

日本の文脈においては、母語である日本語と英語をはじめとした外国語との比較に焦点を当てた教育的アプローチとして、言語意識を具体化した概念である「ことばへの気づき」という用語が頻繁に用いられる。ことばへの気づきを通じて、言語間の普遍性や個別性に注意を向け、得られた知識を効果的な運用へとつなげる力の育成に向けた理論的研究は、これまで長年にわたり蓄積されてきた (大津, 1982, 1989, 2010, 2017; 岡田, 1998)。こうした理論的枠組みに基づいた実証的研究や実践報告もまた、近年数多く報告されてきているが、その多くが中学校での取り組み (菅井他 2017; 秋田他, 2019) であり、小学校段階における事例は中学校段階に比べると未だ少ない。また、

言語意識で扱われる気づきの対象としては、文法や語順に焦点を当てた研究は理論から実践へと着実に歩みを進めている（秋田他，2019；西垣他，2019；西垣他，2021）。しかしながら、小学校における教科書内容と親和性が高いと考えられる語彙や単語、音声を扱った研究は、理論の枠組みを超えているとは言い難く、実践を通した可能性の探求が求められている（篠村・大谷，2022）。

3. 授業実践を通した検討

（1）相補的な言語意識活動

本研究では、公立小学校第5学年3クラス89名の児童を対象とし、小学校外国語科第5学年「My hero」という単元（全6時）において、言語意

識を働かせる活動（計5回）を実践した。現場での実現可能性の観点から、現行の学習指導要領に示された目標の達成に向けた主活動（約30分間）と、外国語科教科書内容に準じた相補的な言語意識活動（約15分間）をそれぞれ設定した。表1が示すように、【第1回】では「単語への気づき」における「多様な意味を持つ単語」を、【第2回】では「単語への気づき」における「指示語」を、【第3回】では「単語への気づき」における「性中立的な単語」を、【第4回】では「音韻への気づき」における「単語のアクセント」を、【第5回】では「音韻への気づき」における「疑問文のイントネーション」を言語意識活動の内容区分としてそれぞれ扱った。

表1 実践計画

時数	主活動	相補的な言語意識活動（「ことばへの気づき」活動）
1	My Hero 紹介を聞こう。	【第1回】単語への気づき① 「多様な意味を持つ単語」を比べてみよう。
2	発表する My Hero を考えよう。	【第2回】単語への気づき② 「指示語」を比べてみよう。
3	発表の原稿を書こう。	【第3回】単語への気づき③ 「性中立的な単語」を比べてみよう。
4	聞き手を意識した発表練習をしよう。	【第4回】音韻への気づき① 「単語のアクセント」を比べてみよう。
5	クラス発表を成功させよう。	主活動のみ実施
6	単元のふり返りをしよう。	【第5回】音韻への気づき② 「疑問文のイントネーション」を比べてみよう。

また、本活動では次のような3段階に分けて言語意識活動のタスクを設定した。本稿では、【第1回】において実践した「多義語」に焦点を当てた言語意識活動を例示しながら各段階を具体的に示す。

まず第1段階では、日本語における事例を参照し、日本語にみられる言語的特徴へと注意を向けるタスクを設定した。例えば、「今日は休みだよ。」という文が提示された際に、「休日」の場面を想像する人がいる一方で、「欠席」の場面を想像する人もいる状況が生じる。これにより「休み」という

単語には複数の意味があることに気づき、「今日は休みだよ。」という文だけでは、どちらを意味した文か判別ができないことに気がついてもらうことをねらいとした。その上で、「学校なら、今日は休みだよ。」という文と「ハマダ先生なら、今日は休みだよ。」という文を提示し、前者の文は「休日」を意味し、後者の文は「欠席」を意味していることが、文脈から判断できることに注意が向くように促した（図1参照）。

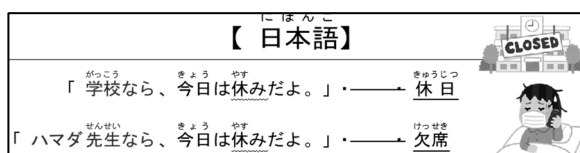


図1 第1段階におけるワークシートの該当箇所

第2段階では、英語における事例を参照し、英語にみられる言語的特徴へと注意を向けるタスクを設定した。例えば，“orange”という単語を示した際に、「みかん」という意味だけでなく「オレンジ色」という意味でも使われていたことを振り返る。その上で，“What color do you like?”と尋ねられて “I like orange.”と返答するやりとりと、

“What fruit do you like?”と尋ねられて “I like oranges.”と返答するやりとりを聞き比べ、どのような違いがあったか意見を出し合った。この活動を通して、“color”と“fruit”といった違い、“s”がついているか否かの違いに気づき、日本語と同様に文脈から意味が判別できることに気がつくように促した（図2参照）。なお、酒井（2017）は“orange”を「ペットの名前」といった固有名詞とも捉えることができると言及している。



図2 第2段階におけるワークシートの該当箇所

第3段階では、「どんなところが似ている・違っているかな？また、英語を使うときには、どんなことに気をつけたいかな？」という問いを設け、日本語と英語の事例を比較し、普遍性や個別性の分析と自己の言語使用の制御に関して記述するタスクを設定した。本研究では、単元前後に実施した質問紙に加えて、第3段階のタスクによって得られた記述を分析対象とした。

（2）結果

① 質問紙データの分析

まず、本実施の単元前後では、児童が表2の問いに対して5段階尺度で回答する質問紙調査を実施した。

表2 質問紙調査における質問項目

項目	質問
1	あなたは英語の授業が好きですか。
2	あなたは、英語の授業の内容を理解していると思いますか。
3	あなたは、日本語と英語の似ているところ・違っているところを、知ることが面白いと思いますか。
4	あなたは、日本語と英語の似ているところ・違っているところを、自分で探してみようと思いますか。
5	あなたは、日本語や英語を使うときには、似ているところ・違っているところに気をつけようと思いますか。
6	あなたは、英語の授業で行なった「ことばへの気づき」活動を、面白いと思いましたか。
7	あなたは、「ことばへの気づき」活動を、これからも英語の授業で行いたいと思いますか。

質問項目の構成は、相補的活動が主活動に及ぼす影響に関する項目を2つ（項目1、項目2）、James and Garrett (1991)によって定義された言語意識の5つの領域（情緒、社会、権力、認知、運用）から情意的領域に関する項目を3つ（項目3、項目4、項目5）、本実践における言語意識活動への児童による評価に関する項目を2つ（項目6、項目7）設定した。なお、項目1から項目5は単元前後で同じ文言を用いて質問し、項目6と項目7は単元後でのみ質問した。なお分析にあたっては、全5回の活動のうちいずれかを欠席をしていた4名を分析から除外し、全ての活動に参加していた85名（ $n=85$ ）を分析対象とした。

表3 質問紙調査における基本統計

	単元前		単元後		<i>t</i> (84)	<i>p</i>	Cohen's <i>d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>			
1	4.706	.553	4.647	.702	-0.583	.562	-0.063
2	4.235	.781	4.271	.918	0.251	.802	0.027
3	4.365	.784	4.212	.874	-1.261	.211	-0.137
4	3.918	.966	3.906	1.019	-0.074	.941	-0.008
5	4.506	.840	4.447	.852	-0.435	.665	-0.047
6			4.506	.781			
7			4.282	.972			

これら質問項目に対する分析結果を示したのが表3である。項目1から項目5のいずれにおいても、単元前後で有意差は示されなかった。有意差が示されなかった要因としては、質問紙で十分な自己省察ができるほど児童のメタ認知が発達していなかったことや、単元前後における条件制御の不十分さなど複数の要因が考えられる。特に大きな要因としては、一単元において15分間の相補的活動を5回実施するだけでは、主活動への影響や言語意識における情緒的領域への変化は量的に見込めなかったことが推察される。

また、項目6と項目7を通して児童に尋ねた本実践における相補的な言語意識活動に対する評価

だが、活動が「面白い」との評価は高かったものの($M = 4.506$)、「これからも英語の授業で行いたい」との評価の間にポイント差が見られた($M = 4.282$)。この結果から、児童が新鮮味として言語意識活動の面白さを感じた一方で、本質的な言語の面白さを感じるまでには至らなかったことが推察される。

② 記述データの分析

次に、ルーブリックを用いたパフォーマンス評価による分析結果について述べる。表4は「見方・考え方」の一部として位置付けた言語意識が機能していたか否かを判断するために作成したルーブリックである。

表4 本実践における言語意識活動のルーブリック

基準	認知的領域 (分析する力)	運用的領域 (制御する力)
A	言語間の普遍性や個別性を分析できおり、類推した知識も適当である。	適当な知識に基づいて、自身の言語使用を制御できている。
B	言語間の普遍性や個別性を分析できているが、類推した知識は適当でない。	適当な知識に基づいてはいないものの、自身の言語使用を制御できている。
C	言語間の普遍性や個別性を分析できていない。	自身の言語使用を制御できていない。

本実践における評価の観点としては、前述した外国語科における「見方・考え方」の解釈と、James and Garrett (1991)によって定義された言語意識の5つの領域(情緒、社会、権力、認知、運用)から「認知」と「運用」の2つの領域、そして

Bialystock (2001)がメタ言語的な思考の過程として区分した「分析」と「制御」という2つの段階といった概念の重なりを踏まえて、言語意識における認知的領域(分析する力)と運用的領域(制御する力)の2つの側面を取り上げることとした。

また、言語意識が機能していたと判断できる記述を規準となる B 評価とし、その規準に満たないものを C 評価としている。言語意識の機能に加えて、類推された言語に関する知識が適当であると判断できる記述については A 評価としている。なお、本実践におけるパフォーマンス評価では、言語意

識における課題を直接的に把握することを目的としており、パフォーマンス評価における行動主義や精神測定的な伝統に従うのではなく、松下(2007)が示すような構成主義や解釈主義的な伝統に従って記述を分析することから、実践者の主観的な要素を含むことを前提とする。

表 5 各活動における各評価基準の割合

	n	認知的領域 (分析する力)			運用的領域 (制御する力)		
		A	B	C	A	B	C
【第 1 回】 多義語	86	.895 (n = 77)	.081 (n = 7)	.023 (n = 2)	.860 (n = 74)	.000 (n = 0)	.140 (n = 12)
【第 2 回】 指示語	89	.843 (n = 75)	.090 (n = 8)	.067 (n = 6)	.483 (n = 43)	.045 (n = 4)	.472 (n = 42)
【第 3 回】 性中立語	86	.605 (n = 52)	.267 (n = 23)	.128 (n = 11)	.233 (n = 20)	.116 (n = 10)	.651 (n = 56)
【第 4 回】 アクセント	87	.369 (n = 32)	.563 (n = 49)	.070 (n = 6)	.230 (n = 20)	.310 (n = 27)	.460 (n = 40)
【第 5 回】 イントネーション	85	.118 (n = 10)	.800 (n = 68)	.082 (n = 7)	.082 (n = 7)	.482 (n = 41)	.435 (n = 37)

表 4 のルーブリックをもとに各活動における児童の記述を各評価基準に分類し割合を集計したものが表 5 である。言語意識の認知的領域においては、どの活動も B 規準以上の評価が 8 割を超えており、どの活動においても分析する力が機能していたことが伺える。一方で、言語意識の運用的領域においては、制御する力が機能していたと判断できる B 規準以上の評価が 8 割を超えているのは「多義語」を扱った第 1 回のみであり、その他の活動では 5 割前後に留まる結果となった。このことから、小学校 5 年生段階においても言語意識の認知的領域は十分に機能するが、運用的領域を機能させるには 15 分間の活動 1 回だけでは不十分であることが考えられる。

また、適当な知識を類推できていると判断できる記述は、「単語への気づき」に該当する前半 3 回の活動では 5 割を超えているのに対し、「音韻への気づき」に該当する後半 2 回の活動では 5 割に満たない結果となった。Tunmer and Bowey(1984)の仮説では、児童のメタ言語意識（言語意識にお

ける狭義の明示的知識）は、単語への気づき、音韻への気づき、文法への気づき、運用への気づきの順に発達を始めることが主張されている。その仮説と本実践の結果において示された通り、小学校 5 年生段階においては「単語への気づき」における知識に比べると「音韻への気づき」における知識を類推するほうが難しいことが考えられる。

最後に、樋口(2004)が開発した KHcoder を用いて、5 つの活動のうち最も児童の実態に適していた「多義語」を扱った活動に焦点を当て、児童の自由記述の計量テキスト分析による抽出語リスト上位 150 語（表 6 はうち上位 15 語）と共起ネットワーク（図 3）を作成した。表 6 と図 3 を併せてみることにより、中心性の最も高い語「意味」を中心に、出現頻度の高い上位 12 語までが共起関係で結ばれていることが分かる。このことから、「言葉の意味が 1 つに決まるのではなく、意味が違ったり変わったりするところが、日本語と英語は似ている」といったような多義語への気づきを得た児童が多数に及んでいることが考えられる。

一方で、「文の前後から言葉の意味を考えるように気をつける」といったような制御は、「オレンジ」を区別するための“s”という具体的な表現を除いて、ほとんど表出していない。つまり、ループブリック評価と同様に計量テキスト分析においても、言語意識の認知的領域としての分析する力は十分機能していたが、運用的領域としての制御する力は十分に機能していたとは言えない結果となった。このことから、小学校5年生段階の児童の実態に適した内容領域と考えられる「多義語」であっても、15分1回だけの言語意識活動では不十分であり、分析から制御に向けた段階的な指導計画の必要性が考えられる。

表6 抽出語リスト上位15語

抽出語	出現回数
言葉	63
英語	61
意味	55
日本語	39
s	38
気	35
似る	34
違う	31
分かる	26
オレンジ	22
変わる	19
最後	16
思う	16
使う	13
文	13

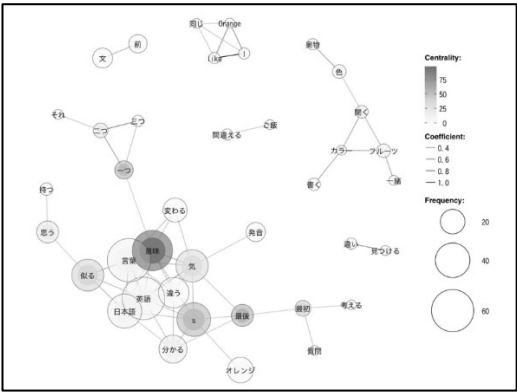


図3 共起ネットワーク

4. 小学校国語教科書における内容項目

本実践では、一単元における外国語教科書の内容に準じた相補的活動という立ち位置で言語意識活動を構成したことにより、「単語への気づき」から「音韻への気づき」へという大きな内容区分としての間接的な系統性は踏まえていたものの、各活動で扱う内容区分同士の直接的な系統性は踏まえてはいなかった。また、本実践の課題として浮かび上がった言語意識の運用的領域の機能、つまり分析から制御に向けた段階的な指導計画を編成するためには、系統的な内容構成に基づいた言語意識活動の展開が不可欠であると考えられる。そこで、今回の実践で最も児童の実態に適した言語意識の内容項目であった「多義語」から派生する系統性として、語彙意味論を軸とした系統的な内容構成を検討する。表7は、語彙意味論に該当する4つの内容項目を、本実践を行なった学校で採択されている小学校国語教科書A社において掲載されている順番に配列した言語意識活動の活動計画である。

表7 語彙意味論を軸とした系統的な内容構成に基づいた活動計画

	第1回・第2回	第3回・第4回	第5回・第6回	第7回・第8回
語彙意味論	上位語・下位語	類義語・反意語	多義語	同音異義語
国語教科書（A社） における該当箇所	2年上 なかまのことばと漢字	2年下 にたいみのことば、はん たいのいみのことば	4年上 いろいろな意味をもつ 言葉	5年 同じ読み方の漢字
外国語科における 相補的な言語意識活動	日本語と英語の 「仲間の言葉」 を比べてみよう。	日本語と英語の 「似た意味の言葉」 を比べてみよう。	日本語と英語の 「多様な意味を持つ言 葉」を比べてみよう。	日本語と英語の 「同じ読み方の言葉」 を比べてみよう。

本実践で扱った多義語は、国語科においては 4 年生で既に扱っており、比較的近い時期に学習をしていることから、英語における多義語への気づきに効果的に転移した可能性が考えられる。同様の理由から、既に国語科で扱っている他の語彙意味論の内容項目においても、国語科で学習した知識を想起させる指導を 5 年生段階から取り入れることで、効果的に外国語科での言語意識を働かせることができるのではないかと考える。また、語彙意味論に基づいた言語意識を機能させることで、小学校段階での語彙を体系的に習得する術を獲得することも期待できる。

一方で、扱われている小学校国語科教科書によ

っては、語彙意味論の内容項目が既習でない可能性に留意する必要がある。表 8 は、令和 2 年度小学校国語科検定教科書 4 社における語彙意味論に関する内容項目の配列学年等一覧である。表 8 が示すように、語彙意味論の内容項目である「上位語・下位語」と「同音異義語」は 4 社全てにおいて扱われている一方で、「類義語・反意語」は 3 社、「多義語」は 1 社とばらつきが見られる。このことから、小学校国語科教科書の内容構成に準じた系統的な言語意識活動を編成する際には、児童の国語科での学習状況を把握した上で、適切に日本語における気づきを促す時間を調整することが求められる。

表 8 小学校国語科検定教科書 4 社における語彙意味論に関する内容項目の配列学年等一覧

語彙意味論	A 社	B 社	C 社	D 社
	2 年上	2 年下	2 年上	2 年下
上位語・下位語	なかまのことばと漢字	なかまになることば	「言葉のなかまさがしゲーム」をしよう	なかまのことば
	2 年下	2 年上	2 年上	
類義語・反意語	にたいみのことば、はんたいのいみのことば	はんたいのいみのことば、にたいみのことば	はんたいのいみの言葉、にたいみの言葉	該当なし
	4 年上			
多義語	いろいろな意味をもつ言葉	該当なし	該当なし	該当なし
	5 年	4 年下	2 年下	2 年上
同音異義語	同じ読み方の漢字	同じ読み方の漢字	同じ読み方の漢字	声に出してたしかめよう

5. おわりに

本研究では、言語意識を外国語によるコミュニケーションにおける見方・考え方の一部として位置付け、小学校外国語科の授業において言語意識活動を実践し、授業実践の多角的な分析から児童の学習段階に適した内容項目の一部を小学校国語科教科書から抽出し、その配列の実態を調査することを試みた。まず、小学校 5 年生段階においても「見方・考え方」としての言語意識の認知的領域は機能する一方で、運用的領域を機能させるためには系統的かつ段階的な指導計画を編成する重

要性が本研究により示唆された。また、小学校 5 年生段階における気づきの対象としては「音声」に比べて「単語」のほうが実態に適していることから、5 年生段階では「単語への気づき」を軸としつつ、6 年生段階において「音声への気づき」へと軸を移していくことが示唆された。また、小学校国語科教科書の分析による検討から、語彙意味論を軸とした系統的な言語意識の内容構成を提案した。今後の研究の方向性としては、相補的な活動が直接的に主活動に及ぼす影響を検証していくとともに、学期や年単位での指導計画を編成し、

その効果を量的に検証していくことが求められる。

謝辞

本研究は、令和4年度公益財団法人教科書研究センター大学院生の教科書研究論文助成金を受けたものです。本研究の実施にあたり、示唆に富んだご助言をいただきました指導教員の Scott GARDNER 先生、高塚成信先生、Shawna CARROLL 先生、そしてご理解とご協力をいただきました児童の皆様、教職員の皆様には、この場を借りて深く感謝申し上げます。

付記

本稿は、岡山大学大学院教育学研究科に提出した教育実践研究報告書（修士論文相当）の一部を加筆修正したものです。

引用文献

- Bialystock, E. (2001). *Bilingualism in Development: Language, Literacy, and Cognition*. Cambridge University Press.
- James, C. & Garrett, P. (1991). The scope of language awareness. In C. James and P. Garrett (Eds.) *Language awareness in the classroom*. (pp.2-23). Longman.
- Oliveira, A. & Ançã, M. (2018). Language awareness and the development of learners' plurilingual competence. In P. Garrett and J. Cots (eds.) *The Routledge Handbook of Language Awareness* (1st ed.). (pp. 2-23). Longman.
- Tunmer, W. E. & Bowey, J.A. (1984). Metalinguistic Awareness and Reading Acquisition. In W. E. Tunmer, C. Pratt. & M. L. Herriman (Eds.), *Metalinguistic Awareness in Children* (pp.144-168). Springer-Verlag.
- 秋田喜代美・斎藤兆史・藤江康彦(編)(2019).『メタ文法能力を育てる文法授業』ひつじ書房.
- 大竹政美(2021).「教科『外国語』(英語)における『見方・考え方』を適正に理解する—「話すこと[やりとり]」を可能にするために」『教育学の研究と実践』第15巻, 1-9.

- 大津由紀雄(1982).「言語心理学と英語教育」『英語教育』第31巻, 第7号, 28-31
- 大津由紀雄(1989).「メタ言語能力の発達と言語教育—言語心理学からみたことばの教育」『言語』第18巻, 第10号, 26-4.
- 大津由紀雄(2010).「言語教育の構想」田尻英三・大津由紀雄(編)『言語政策を問う!』ひつじ書房, 1-31.
- 大津由紀雄(2017).「母語と外国語を結びつけるために必要な意識化—『文は構造を持つ』を例として」鳥飼玖美子・大津由紀雄・江利川春雄・斎藤兆史『英語だけの外国語教育は失敗する』ひつじ書房, 73-89.
- 岡田伸夫(1998).「言語理論と言語教育」大津由紀雄・坂本勉・乾敏郎・西村義弘・岡田伸夫『岩波講座言語の科学 11 言語科学と関連領域』岩波書店, 129-178.
- 酒井英樹(2017).「『主体的・対話的で深い学び』を実現するために」大城賢(編)『平成29年版小学校新学習指導要領ポイント総整理 外国語』東洋館出版, 42-63.
- 篠村恭子・大谷みどり(2022)「小学校国語科学学習指導要領から見る外国語活動・外国語科の授業実践への示唆」『JES Journal』第22号, 70-85.
- 菅井三実・太田八千代・大河内奈津子(2017).「メタ言語能力の活性化に基づく英語の多義語学習に関する実証的研究」平成29年度「理論と実践の融合」に関する共同研究活動実践報告書. <http://hdl.handle.net/10132/17781> (2023年3月1日 最終閲覧)
- 成田一(2019).「自動翻訳の高度化と英語教育—AI機能を備えた自動翻訳の跳躍(機械翻訳の記述の向上)—」『Japio year book』264-273.
- 西垣知佳子・安倍朋世・物井尚子・神谷昇・小山義徳(2019).「小学校における英文法と国語科文法の連携—文法規則発見活動でみられたメタ言語の分析から」『JES Journal』第19号, 194-209.
- 西垣知佳子・物井尚子・橋本修・安倍朋世・矢野真人・佐藤悦子・石井恭平・大木純一・神谷昇・小山義徳・石井雄隆(2021).「児童のメタ

- 言語分析に基づく外国語科と国語科の連携の
試み」『JES Journal』第21号, 176-191.
- 樋口耕一 (2004). 「テキスト型データの計量的分
析—2つのアプローチの峻別と統合—」『理論
と方法』第19巻, 101-115.
- 福田浩子 (2007). 「複言語主義における言語意識
教育—イギリスの言語意識運動の新たな可
能性」『異文化コミュニケーション研究』第19
巻, 101-119.
- 松下佳代 (2007). 「パフォーマンス評価による学
びの可視化」秋田喜代美・藤江康彦(編)『は
じめての質的研究法 教育・学習編』東京図
書, 275-295.
- 文部科学省 (2017).『小学校学習指導要領(平成29
年告示)解説 外国語活動・外国語編』.
- 王林峰 (2020). 「ことばの教育として国語と連携
する小学校外国語教育の実践研究—教科書開
発を見据えて—」『JES Journal』第20号, 100–
114.

令和4年度 公益財団法人教科書研究センター
大学院生の教科書研究論文助成金 論文集

令和6(2024)年1月31日
公益財団法人 教科書研究センター
理事長 千石 雅仁
東京都江東区千石1丁目9番28号
〒135-0015 電話 03-5606-4311 FAX. 03-5606-3044
URL:<https://textbook-rc.or.jp>