

中学理科教科書におけるテキストの時系列比較：学習指導要領との対応に着目して

浅石卓真[†] 歌川光一[†] 中村由香[†]

[†] 東京大学大学院教育学研究科
asaishi@p.u-tokyo.ac.jp

本研究では、戦後の学習指導要領改訂に伴う中学理科教科書のテキストの変化を、基本的な科学概念の理解を促す出版社の工夫に着目して分析した。その結果、(1) 1969年改訂時には基本的な科学概念に偏った構成になったが、文同士の論理的なつながりが弱くなったこと、(2) 1989年改訂以降は以前ほど基本的な科学概念に偏った構成ではなくなり、文同士のつながりが全体的に明示されなくなっていること、(3) 1989年改訂以降は、単元の導入や実験で用いる食品や電化製品を表す語彙が増加し、日常生活と関連づけて科学概念の理解を促す工夫が強化されたこと、が分かった。

1 はじめに

基本的な科学概念の理解は、中学理科教育では常に課題とされてきた。生徒の基本的な科学概念の理解を促進するには、教授方法の工夫や学習方法の指導と共に、教材の改善が不可欠である。特に日本の学校現場では、主要な教材である教科書は特別の高い地位を占めており、教師の教育課程編成にも大きな影響を及ぼしている [3] ことから、理科教育改善のための教材研究の一つとして、教科書研究は教授方法や学習方法の研究と並び重要な研究領域の一つである。

一方で理科教科書においては近年、教師が授業で活用する「教材」機能と共に、生徒による主体的な学習を支援する「学習材」機能の向上が求められている [4]。教科書の学習材機能の向上には、学習指導要領上で規定されている内容の反映の有無（何が記述されているか）だけでなく、生徒が一人で読んでも理解できるような表現上の工夫（どのように記述されているか）についての検討が必要である。

本研究では、基本的な科学概念の理解を促進するために教科書作成時になされてきた工夫を、言語表現（テキスト）の側から分析することで、今後の教科書改善に向けた実証的な知見を得ることを目的とする。

2 分析枠組み

図1に分析の枠組みを示す。日本の教科書は文部科学省の学習指導要領を大綱的基準として民間の出版社が作成している。各出版社が教科書検定ごとに作成し、教科書の基本的な編集方針や編集上の工夫を記述したものとして編集趣意書がある。本研究では、基本的な科学概念の理解を促す出版社の工夫として、これまで多くの時期の編集趣意書に記述されていた以下の3点に着目する。

基本概念の重点化 基本的な科学概念を重点的に使用して教科書全体を構成する工夫。テキスト上では基本的な科学概念を表す少数の語彙が繰り返し出現することに対応すると考え、本研究では語

彙の偏り、特に名詞の偏りに着目して検討する。

体系的な展開 段階を踏んだ説明をすることで、基本的な科学概念を順序よく理解できるようにする工夫。本研究では、文章の展開に強く関係する接続表現に着目して検討する。

日常生活との関連 バットの動きや料理など、日常生活で見られる現象や製品に関連付けながら科学概念を理解させる工夫。本研究では、テキスト中に出現する日常生活の関連語彙に着目して検討する。

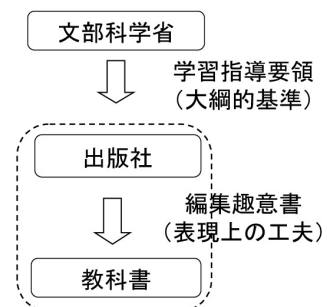


図1 分析の枠組み

3 問題設定

本研究では、学習指導要領が法的拘束力を持った1958年改訂以降の教科書のテキストの変化を、上述した3点の工夫に特に関連が深いと思われる学習指導要領改訂の影響に着目して、以下の仮説を中心に検討する。

3.1 1969年改訂：「教育内容の現代化」の影響

1969年の改訂では、数学と理科を中心に現代科学の成果を大幅に取り入れた「教育内容の現代化」が図られ、基本的な科学概念を中心にした構成と共に問題の発見や予測、推論、モデルの形成など科学的方法の習得が重視された。この時期の改訂により、テキスト上では語彙（名詞）の偏りが増すと共に、文章を論理的に展開する接続表現が多用されるようになると予想される。

3.2 1977 年改訂：「ゆとり」路線の影響

1977 年の改訂では、教育内容の現代化で生まれた落ちこぼれ問題を受けて「ゆとり」志向となり、学習内容が削減された。その後も学習内容の削減は続き、1998 年改訂では 3 割が削減された。「ゆとり」路線は学習内容の量的削減による基礎・基本の確実な理解を目指したもので、共通の科学概念が複数の単元で扱われる構成から、厳選した科学概念が単元ごとに扱われる構成になり、名詞の偏りは減少し、個々の文章内容を充実させて展開する接続表現が多用されると予想される。

3.3 1989 年改訂：「新学力観」の影響

1989 年改訂時には、科学的な概念や方法の習得よりもその活用や学習意欲が重視されるようになり、それと共に体験的活動が重視されるようになった。1998 年改訂時にも基本的にこの考え方は維持されている。体験的活動が重視されたことで、理科では家庭など身近に使われている製品や材料を使って単元の導入や実験が行えるように、日常生活の関連語彙が増加すると予想される。

4 分析対象と分析手法

4.1 分析対象

表 1 に、分析対象とした中学理科教科書の基本データを示す。出版社については市場シェアが大きく、戦後一貫して中学理科教科書を発行している大日本図書を使用した。各改訂年度の教科書は 1 分野と 2 分野¹で各上下巻（1958 年改訂時のみ学年ごと）が刊行されているが、本研究では 1 分野のみを対象とし、上下巻（1958 年改訂時は 1～3 年）を合冊して 1 つの教科書とみなして分析対象とした。その後、各時期の教科書から、テキスト部分を全て抽出して電子テキスト化した。ただし、目次、索引、図表の一部、表紙・裏表紙、別記著作者、ページ数、については除外した。

表 1 教科書の基本データ

改訂年	文総数	形態素数	文字数
1958 年	4057	93766	256707
1969 年	4382	101231	274616
1977 年	2161	44642	97880
1989 年	2699	53625	116368
1998 年	3894	66146	178338

4.2 分析手法

ジニ係数 名詞の偏りの指標としてジニ係数 (G) を用いる²。 G は以下の式で表される。

$$G = \sum_{i=1}^{V(N)} \sum_{j=1}^{V(N)} \frac{|f_i - f_j|}{2\mu V(N)^2}$$

¹ 1 分野は物理・化学、2 分野は生物・地学を扱っている。

² 名詞については ChaSen の解析結果で「名詞-一般」と「名詞-サ変」と判定されたものを対象とした。

ただし、 $V(N)$ は異なり名詞数を、 f_i は名詞 x_i の出現頻度を、 μ は全名詞の平均出現頻度を表す。一般に事象の偏りや集中を測る指標には、Atkinson の I_A 、Herfindahl の HH 、Simpson の D 、Ray and Singer の CON などがあるが、これらの中で G を選択したのは、出現頻度の不平等（相対的集中）のみを考慮し、分布に含まれる事象の絶対数（絶対的集中）を考慮しないからである。本研究での関心は、基本的な科学概念が「教科書全体の内容構成でどの程度重点化されているか」という点にあるため、相対的集中のみを測る G が妥当であると考えた。 G は事象数に応じて系統的に変化するため [1][5]、モンテカルロ・シミュレーションで延べ語数を統制した上で比較する。

接続詞 文章の展開に関係する接続表現のうち、本研究では特に文章の基本単位である文同士のつながりを表す接続詞を観察対象とする。ChaSen の解析結果から「接続詞」と判定された形態素を抽出した後、市川（1978）に従い以下の 7 カテゴリーに手作業で分類する [2]。

1. 順接：(例) だから、それで、それなら
2. 逆接：(例) しかし、それでも、けれども、だが
3. 添加：(例) そして、その上に、また
4. 対比：(例) または、それとも、あるいは
5. 転換：(例) さて、では
6. 同列：(例) すなわち、つまり
7. 補足：(例) ただし、なお、もっとも

ただし以下では、問題設定で述べた仮説を検討するため、「2 つの事柄を論理的に結びつけて述べる（順接・逆接）」、「2 つ以上の事柄を別々に述べる」（添加・対比・転換）、「1 つの事柄に関して拡充して述べる」（同列・補足）の 3 カテゴリーで比較する。

日常生活の関連語彙 単元の導入や実験観察で使われるものを表す日常生活の関連語彙として、ChaSen の「名詞-一般」と判定されたものから以下の 9 カテゴリーを手作業で抽出した。ただし、「食品」のカテゴリーには「水」「氷」「砂糖」「塩」「食塩」は含めないこととした。これらはどの時期の教科書でも多用されており、各時期の教科書の特徴づけるには適さないと考えたためである。

1. 食品：(例) みりん、ジュース、果物
2. 食器類：(例) スプーン、フォーク
3. 家電：(例) テレビ、コンピュータ、ミシン
4. 楽器：(例) バイオリン、チェロ、オルガン
5. スポーツ：(例) 野球、バット、本塁打、スキー
6. 生物：(例) 猫、きつね、ツツジ
7. 乗物：(例) 車、自転車、ロープウェイ
8. 文房具：(例) シャーペン、消しゴム、ものさし
9. 衣服類：(例) 服、紙おむつ、めがね

5 分析結果

表2に名詞の延べ語数 N 、異なり語数 $V(N)$ とジニ係数 (G) の推移を、表3に各年度の教科書の出現頻度上位5語を出現頻度と共に示す。表4と表5に接続詞と日常生活の関連語彙のカテゴリー別内訳を示す。なお、表2の G はモンテカルロ・シミュレーションで延べ語数を1000語に統一したときの値である³。

表2 名詞の延べ語数、異なり語数、ジニ係数

改訂年	N	$V(N)$	G
1958年	17462	1519	0.436
1969年	18788	1406	0.465
1977年	9292	1068	0.482
1989年	11842	1272	0.461
1998年	15364	1640	0.441

表3 各教科書の出現頻度上位5語

1958年	1969年	1977年	1989年	1998年
水 828	力 491	水 244	水 348	水 349
力 331	電流 453	電流 244	電流 307	物質 315
電流 265	水 394	力 243	図 257	電流 262
光 256	物体 329	物質 200	物質 241	エネルギー 257
空気 249	実験 313	原子 140	力 238	変化 224

表4 接続詞のカテゴリー別内訳

改訂年	論理	別々	拡充	合計	合計/ 形態素数
1958年	195 (31.6%)	297 (48.1%)	125 (20.3%)	617 (100.0%)	3.5%
1969年	198 (27.2%)	375 (51.4%)	156 (21.4%)	729 (100.0%)	3.9%
1977年	91 (29.4%)	157 (50.6%)	62 (20.0%)	310 (100.0%)	3.3%
1989年	79 (27.7%)	153 (53.7%)	53 (18.6%)	285 (100.0%)	2.4%
1998年	60 (22.9%)	139 (53.1%)	63 (24.0%)	262 (100.0%)	1.7%

5.1 「教育内容の現代化」による変化

1958年改訂時と1969年改訂時の教科書を比較すると、まず表2から仮説通り名詞の偏りを表す G は増加している。出現頻度の上位語を見ると、1958年改訂時は「水」が突出して高いが、これは1年時の一部の単元で集中的に出現していた。一方で1969年改訂時では、例えば「力」が「力のはたらきと性質」「仕事とエネルギー」「運動とエネルギー」など複数の単元で集中的に出現していた。

接続詞を比較すると、1958年改訂時と比べて接続詞全体の全形態素数に占める比率は殆ど変わらないが、2つの事柄を論理的に結びつける接続詞の比率が低下している。これは、科学的な方法の習得を重視した当時の学習指導要領の下では論理的に文章を展開する接続詞は増加する、とした本

研究の仮説とは異なる。これには、教科書に多くの科学概念の説明をつめこみすぎたために、個々の実験や観察から科学概念を提示するまでの論理的な展開が、文単位では十分になされなかった可能性が考えられる。

一方で日常生活の関連語彙をみると、1958年改訂時と内訳に大きな変化はないが、語彙全体の N に占める比率が低下している。これは、基本的な科学概念を重点化した結果、単元の導入や実験の際に日常生活に関連づけられなくなったことを示している。

以上をまとめると、教育内容の現代化を目指した1969年改訂では、教科書全体として一部の基本的な科学概念に偏った構成になったが、個々の科学概念を順序よく理解させるための文同士の論理的なつながりは弱くなり、かつ身近な日常生活とのつながりも弱くなっていた。

5.2 「ゆとり」路線による変化

表2から、1969年改訂時と比べて1977年改訂時には N と $V(N)$ は大きく減少するが、1989年改訂以降は再び増加していることが分かる。これは学習指導要領上では学習内容が削減されているが、教科書上では個々の学習内容についての関連内容や選択的内容が多く記述されるようになった可能性が考えられる。一方 G は、1969年改訂時から1977年改訂時にかけて増加しているが、1989年改訂以降は仮説通り低下している。これは、以前と比べ教科書が基本的な科学概念に偏った構成ではなくなってきたことを示している。

接続詞についても同様の推移が見られ、1969年改訂時から1977年改訂時にかけては2つの事柄を論理的に結びつける接続詞が増加するも1989年改訂以降は減少し、2つ以上の事柄を別々に述べたり1つの事柄を拡充して述べる接続詞の比率が高くなっている。また、接続詞全体の全形態素数に占める比率が1968年以降一貫して低下しており、これは文同士のつながりが明示されなくなっていることを示している。

日常生活の関連語彙を見ると、1977年改訂時には1969年改訂時と比べて語彙全体の N に占める比率はあまり変わらないが、化学実験の材料や器具として使用する「みりん」「スプーン」など食品や食器類や、物理単元の導入で用いられる「バット」「野球」などのスポーツの語彙が増加している。これらについては1989年改訂以降の変化と共に次節で述べる。

以上をまとめると、1977年改訂以降の「ゆとり」路線により学習内容が順次削減されるにつれ、1989年改訂以降は以前ほど少数の基本的な科学概念に偏った構成ではなくなってきた。さらに、教科書上での文同士のつながりが全体に明示されなくなり、個々の科学概念同士のつながりが読み取りに

³ それ以外の場合でも時期間の変動は変わらなかった。

表5 日常生活の関連語彙のカテゴリー別内訳

改訂年	食品	食器類	家電	楽器	スポーツ	生物	交通	文具	衣服	合計	合計/N
1958 年	25 6.9%	17 4.7%	74 20.5%	13 3.6%	22 6.1%	37 10.2%	112 31.0%	59 16.3%	2 0.6%	361 100.0%	2.1%
1969 年	20 8.5%	1 0.4%	29 12.3%	0 0.0%	17 7.2%	30 12.7%	89 37.7%	40 16.9%	10 4.2%	236 100.0%	1.3%
1977 年	25 16.9%	14 9.5%	9 6.1%	0 0.0%	26 17.6%	5 3.4%	48 32.4%	17 11.5%	4 2.7%	148 100.0%	1.6%
1989 年	33 14.3%	39 16.9%	51 22.1%	4 1.7%	10 4.3%	17 7.4%	29 12.6%	47 20.3%	1 0.4%	231 100.0%	2.0%
1998 年	135 23.5%	87 15.2%	113 19.7%	20 3.5%	36 6.3%	31 5.4%	77 13.4%	58 10.1%	17 3.0%	574 100.0%	3.7%

くくなっている可能性がある。

5.3 「新学力観」による変化

1989 年改訂以降の変化については、特に日常生活の関連語彙に着目して分析する。表5から、1977 年改訂までは「車」「自転車」「飛行機」など交通の関連語彙の比率が最も高いが、1989 年改訂以降は文具、家電、食品の関連語彙の比率が高くなっている。また、1977 年改訂以前と比べて1989 年改訂以降は、名詞全体に対する日常生活の関連語彙の比率が増加している。

これらのうち、食品の関連語彙は現行（1998 年改訂）教科書で最も比率が高く、1989 年改訂以前に出現していた「オレンジ」「キャベツ」などの他に、「カップラーメン」「カルメ焼き」などお菓子や加工食品を含めた多様な語彙が現れている。これらは主に化学実験の材料として使用されている。

文具については、それまでも出現していた「鉛筆」「消しゴム」の他に、「画用紙」「安全ピン」などが物理分野の実験道具として使われている。一方、家電については1958 年改訂時にも比率が高かったが、1989 年改訂時以降とは内訳が異なっている。1958 年改訂時には「ラジオ」「ランプ」が殆どを占めていたが、1989 年以降は「コンピュータ」「アイロン」などが含まれており、これらは物理分野の単元導入の際に、説明する科学概念に関係する身近な製品として例示されるほか、コンピュータについては実験結果をグラフ化するための道具としても使われている。

以上をまとめると、1989 年改訂の新学力観のもと体験的活動が重視されてからは、テキスト上で日常生活の関連語彙が増加し、特に単元導入の題材や実験の材料・道具として使うことができる食品、文具、家電の関連語彙の比率が高くなっている。これらは、日常生活と関連付けて基本的な科学概念を理解できるようにする出版社の工夫が教科書上で着実になされていることを、テキスト上で確認するものである。

6 おわりに

本研究では、1958 年以降の学習指導要領改訂に伴う中学理科教科書のテキストの変化を、基本的

な科学概念の理解を促す出版社の工夫という観点から分析した。その結果、以下の3点が分かった。

(1) 現代科学の成果を大きく反映させた1969 年改訂時には、基本的な科学概念に偏った構成になったが、文同士の論理的なつながりは弱まったこと、(2) 1977 年改訂以降のゆとり路線の中で、1989 年改訂以降は以前ほど基本的な科学概念に偏った構成ではなくなると共に文同士のつながりが明示されなくなり、個々の科学概念同士のつながりが読み取りにくくなった可能性があること、(3) 新学力観のもとで体験的な活動が重視された1989 年改訂以降は、単元の導入や実験で利用できる食品、家電、文具を表す語彙が増加し、日常生活と関連付けて科学概念の理解を促す工夫が強化されていること。

今後は、特定の科学概念や日常生活に関する語彙について、その共起語を考慮した文脈の分析や、「吹出し」や「問題」など、教科書中の個々の構成要素ごとの分析を進めたいと考えている。

謝辞

本研究は平成23年度東京大学大学院教育学研究科学学校教育高度化センターの院生プロジェクト（「中学理科教科書の時系列比較—学習指導要領との対応に着目して—」）の報告書を加筆・修正したものである。本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金基盤(A)「包括的な翻訳情報資源を実現する統合翻訳支援サイトの構築」（課題番号00211152）の支援を得て行なわれた。

参考文献

- [1] F.J. Tweedie and R.H. Baayen. How variable may a constant be? Measures of lexical richness in perspective. *Computers and the Humanities*, Vol. 32, No. 5, pp. 323–352, 1998.
- [2] 市川孝. 国語教育のための文章論概説. 教育出版, 1978.
- [3] 柴田義松. 「教科書教材の教授学的研究」日本教育方法学会(編)日本の授業研究(下巻), 第2章, pp. 21–32. 学文社, 2009.
- [4] 下條隆嗣(研究代表者). 初等中等教育用理科教科書の学習材機能の向上に関する調査研究成果報告書 第1巻. 教科書研究センター, 2010.
- [5] 芳鐘冬樹. 計量書誌学的分布における集中度: 集中度の概念と指標の特徴. 日本図書館情報学会誌, Vol. 46, No. 1, pp. 18–32, 2000.