

高等学校生物教科書の記述分析と観察・ 実験教材の開発状況に関する予備的レビュー

— 進化・共通性・多様性に注目して —

山野井 貴 浩¹

1. はじめに

現行の高等学校理科の学習指導要領解説では『生物基礎』（2単位）の目標について「共通性と多様性という二つの視点を理解するためには、その前提として、現存する生物は起源を共有しているということを理解しておくことが大切である。」と書かれており、また『生物』（4単位）の目標について「生物基礎に引き続き、共通性と多様性という視点を重視」と書かれている（文科省2009）。つまり、高等学校生物では全体を通して「生物は共通性を保ちながら進化し、多様化してきたこと」を教えることが重視されていると言える。学習指導要領に基づき編集された教科書においても、教科書全体を通して生物の共通性と多様性、そして進化を扱うことが期待されるが、そのような構成になっているかどうかは明らかではない。そこで、本研究では現行の『生物基礎』および『生物』の教科書において、「進化」「共通性」「多様性」等の語が教科書全体を通して使われているかどうかを明らかにすることを目的とした。これらの語があまり使われていなかった単元に関しては観察・実験教材の活用が必要と思われる。高等学校においては進化に関する観察・実験はほとんど行われていないことが報告されて

¹白鷗大学教育学部
e-mail : yamanoit@fc.hakuoh.ac.jp

おり（山野井ら2013）、観察・実験教材も少ないと予想されるが、進化に関わる観察・実験教材にはどのようなものがあるかを予備的にレビューすることにした。

2. 方法

2-1 教科書分析

高等学校生物の教科書には大判と小判のものがあるが、小判のみを出版している出版社もある。そこで今回は、特定の出版社の教科書の影響が表出しないよう、小判の教科書のみを分析対象とした。『生物基礎』は5社の教科書、『生物』は4社の教科書を分析した。『生物』の教科書の方が1冊少ないのは、分析を行った時点（2012年）でその出版社の教科書は出版されていなかったためである。教科書のうち、目次や索引以外の本文、観察実験、コラム、探究活動、まとめを対象とした。「共通性（共通）」「多様性（多様）」「進化」に加えて、進化に関わる「祖先・先祖」「系統」「適応」の語が使用されている箇所を探し、単元名、ページ数を記録した。なお、今回の調査では大まかな傾向を掴むことを目的としたため、これらの語がどのような文脈や意味で使われているかは調査しなかった。上記のデータをもとに、これらの語がどの単元でどれほど使われているかをグラフ化した。その際、出版社ごとに各単元のページ数が異なっていたため、ページ数を標準化した。標準化の方法は、例えばある教科書において注目する語が4編（部）の30ページ目（全60ページ中）にあった場合はページ数を4.5とした。

2-2 観察・実験教材の予備的レビュー

CiNii (<http://ci.nii.ac.jp/>) やインターネットを利用して「進化」「小学校」「中学校」「高校」「理科」「生物」をキーワードとして観察・実験教材の開発を報告した論文を検索した（学会発表は除外）。観察・実験教材以外の授業展開案は除外した。事前の予備調査から、これらの観察・実験教材は8つの学習内容（生物の多様性と共通性、生物の変遷、進化のしくみ、適応、

収斂進化、生物の歴史性、系統分類、器官の進化)に分類することができると考えられたため、このカテゴリをもとに分類した。その際、生物の多様性と共通性を扱う教材に関しては、さらに「共通性」「多様性」「共通性と多様性」「共通性や多様性と系統を関連させる」の何れの教授を重視しているかに注目し、分類を行った。また、授業実践を行っているかどうか、授業実践の際、教育効果の測定を行っているかについても調査した。教育効果の測定に関しては、授業前後に質問紙調査を行っている場合は○、授業後の質問紙調査のみを行っている場合およびどのような調査をしたのかが詳細に判断できない場合は△とした。

3. 結果・考察

3-1 教科書分析

分析した教科書の各編(部)(以下、編で統一)のページ数と割合を表1に示す。なお『生物』の教科書については編の数が教科書により異なっていたため、A社とB社の編構成を基準にし、他社の教科書に関してもこの基準に合わせ、ページ数の集計を行った。

表1 分析した教科書の各編(部)のページ数(a)および割合(b)

a)

	編・部	A社	B社	C社	D社	E社
生物基礎	1 生物の特徴	55	38	44	34	46
	2 遺伝子とのはたらき	60	36	32	38	38
	3 生物の体内環境の維持	68	46	58	62	62
	4 生物の多様性と生態系	90	68	48	56	58
	計	273	188	182	190	204
生物	1 生命現象と物質	147	134	122	139	
	2 生殖と発生	68	56	88	74	
	3 生物の環境応答	68	78	86	92	
	4 生態と環境	42	54	68	68	
	5 生物の進化と系統	66	84	92	92	
	計	391	406	456	465	

b) (%)

	編・部	A社	B社	C社	D社	E社
生物基礎	1 生物の特徴	20.1	20.2	24.2	17.9	22.5
	2 遺伝子とのはたらき	22.0	19.1	17.6	20.0	18.6
	3 生物の体内環境の維持	24.9	24.5	31.9	32.6	30.4
	4 生物の多様性と生態系	33.0	36.2	26.4	29.5	28.4
	計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
生物	1 生命現象と物質	37.6	33.0	26.8	29.9	
	2 生殖と発生	17.4	13.8	19.3	15.9	
	3 生物の環境応答	17.4	19.2	18.9	19.8	
	4 生態と環境	10.7	13.3	14.9	14.6	
	5 生物の進化と系統	16.9	20.7	20.2	19.8	
	計	100.0	100.0	100.0	100.0	

『生物基礎』の教科書を分析した結果、「進化」「共通性（共通）」「多様性（多様）」ともに、特定の編に偏って使用されていることが分かった（表2、図1）。これら3つの語のうち「進化」と「共通性（共通）」は1編でもっとも使用されていた。「多様性」に関しては1編においても頻繁に使用されていたが、「生物の多様性と生態系」を扱う4編において最も使用されていた。特に4編の後半で使用される頻度が高かったが、それは4編の後半では生物多様性の定義や生物多様性の保全について書かれており、「生物（の）多様性」という形で使用されていたためである。これら3つの語においては、「進化」が最も使用される回数が少なかった（表2）。「進化」「共通性（共通）」「多様性（多様）」とも特に1編の最初で使用されていたが、これは学習指導要領に則り、（1）生物と遺伝子 ア生物の特徴（ア）生物の共通性と多様性において「生物は共通性を保ちながら進化することで多様化してきたこと」が説明されていたためである。

これら3つの語の合計の使用回数が最も少なかったのは、3編（生物の体内環境の維持）であった（表2、図1）。

「先祖・祖先」「系統」の語はほぼ1編のみで使用されており、「適応」はほぼ4編のみで使用されていた（表2）。

表2 『生物基礎』の教科書分析の結果

	共通性	多様性	進化	先祖・祖先	系統	適応
1編 生物の特徴	187	110	40	36	13	3
2編 遺伝子とのはたらき	23	11	2	1	0	0
3編 生物の体内環境の維持	5	12	4	2	1	0
4編 生物の多様性と生態系	7	189	4	0	0	50
合計	222	322	50	39	14	53

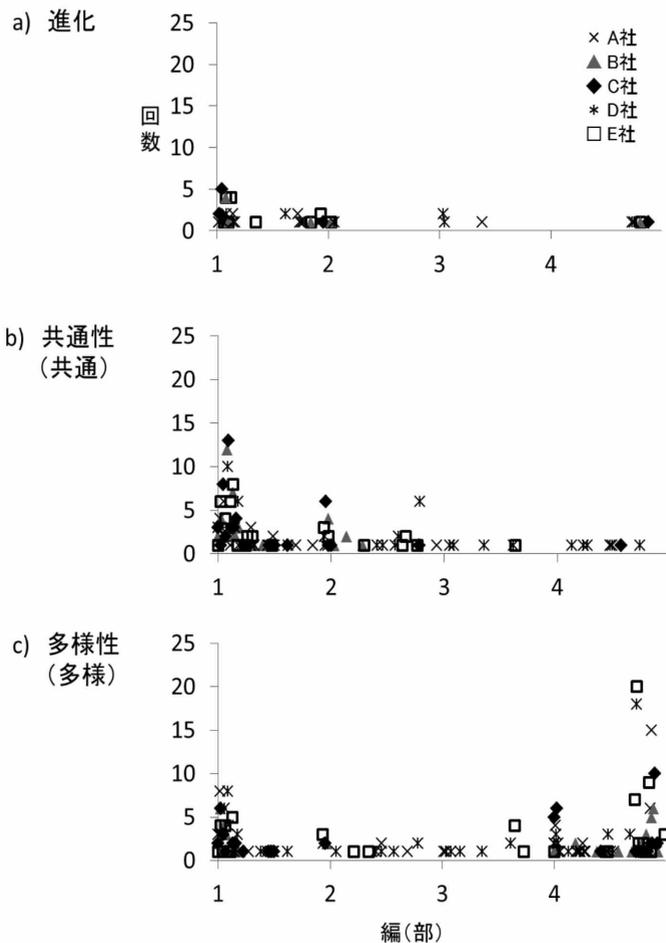


図1 『生物基礎』の教科書分析の結果

『生物』の教科書を分析した結果、『生物基礎』の教科書と同様に「進化」「共通性（共通）」「多様性（多様）」ともに、特定の編に偏って使用されていることが分かった（表3、図2）。1編（生命現象と物質）では「共通性」と「多様性」、4編（生態と環境）では「多様性」が使用される傾向はあったが、全体的な傾向として、5編（生物の進化と系統）以外では使用される頻度は少なかった。4編の後半で「多様性」の語の使用頻度が高かったのは学習指導要領に則り「(イ) 生態系と生物多様性」が扱われていたためである。特に「進化」に関しては5編以外ではほとんど使用されていなかった。これら3つの語の合計の使用回数が最も少なかったのは3編（生物の環境応答）であった（表3）。

「先祖・祖先」「系統」の語はほぼ5編のみで使用されており、「適応」はほぼ4編と5編のみで使用されていた（表3）。

『生物基礎』『生物』の両教科書において、「進化」「共通性（共通）」「多様性（多様）」は特定の編に偏って使用されていた。『生物基礎』の1編の冒頭においてこれら3つの語が使用されていたものの、以降の編ではこれら3つの語が同じ編で使用される傾向はほとんど見られなかった。『生物』教科書の4編や5編までこれら3つの語が同じ編で使用される傾向はほとんど見られなかったため、『生物基礎』の1編で学習した「生物は共通性を保ちながら進化し、多様化してきたこと」を十分に理解させるためには、教師が教科書の内容を発展させた授業展開を行う必要があるだろう。特に、『生物基礎』『生物』ともに3編においてこれら3つの語が使用されることが少ない傾向が見られた。『生物基礎』の3編においては、免疫を扱うため、例えば、T細胞とB細胞による獲得免疫系は軟骨魚類の段階で進化したことを扱うことが考えられる（河本2011参照）。『生物』の3編においては、啓林館の『生物』の教科書の5編で扱われている目の進化を扱うことなどが考えられる。両教科書の3編を中心に、その単元の内容と「生物は共通性を保ちながら進化し、多様化してきたこと」をどのように関連させて授業していくかのアイディアを蓄積していく必要があるだろう。

表3 『生物』の教科書分析の結果

	共通性	多様性	進化	先祖・祖先	系統	適応
1編 生命現象と物質	41	41	5	1	5	4
2編 生殖と発生	28	42	0	0	7	2
3編 生物の環境応答	9	5	11	5	1	2
4編 生態と環境	20	281	13	0	3	29
5編 生物の進化と系統	115	107	470	126	337	112
合計	213	476	499	132	353	149

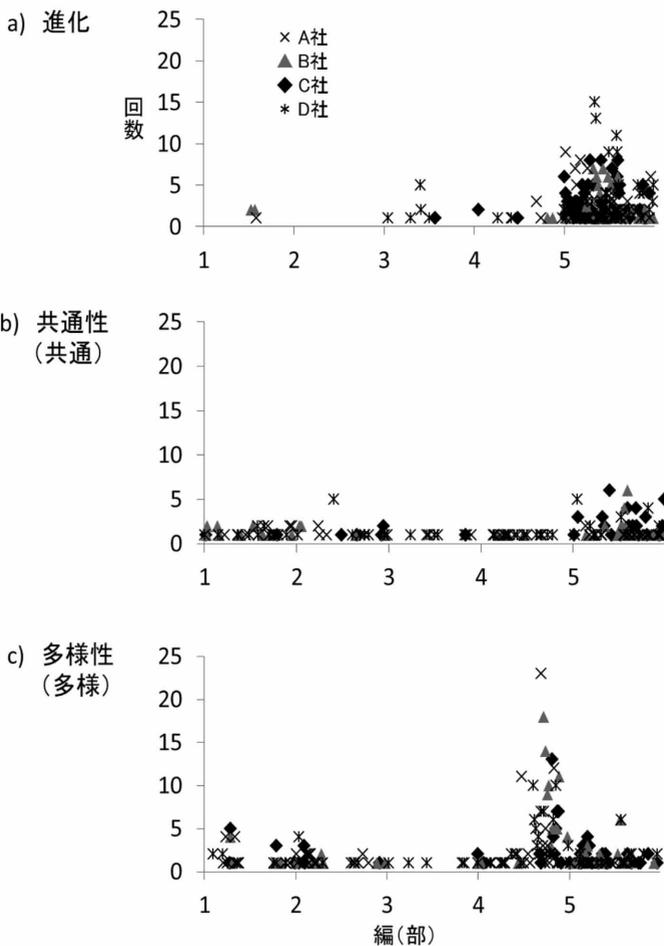


図2 『生物』の教科書分析の結果

3-2 観察・実験教材の予備的レビュー

確認された観察・実験、扱う内容をもとに8つのカテゴリに分類した(表4)。観察・実験の数は小学校が最も少なく、高等学校が最も多かった。中学校の教材に関しては、「共通性」、「多様性」およびその両方を扱った教材は見られたものの、共通性と多様性を系統と関連させている教材は見られなかった。高等学校用の教材の約半数は、生物の多様性や共通性と系統を関連付ける展開となっていた。例えば北浦(1984)は両生類、ハ虫類、鳥類、哺乳類の末梢血の血球標本を観察し、血球サイズの測定を行い、哺乳類や鳥類は両生類やハ虫類に比べて赤血球のサイズが小さく、この系統的变化はガス交換の効率化と関係していること理解させる観察・実験を提案している。大石・田幡(1998)は、脊椎動物の呼吸器の形態の比較から系統関係を考える観察・実験を提案している。畦(2003)はコケ、シアノバクテリア、緑藻、褐藻、紅藻から光合成色素を抽出し、それをもとに系統関係を考える観察・実験を提案している(この論文の系統樹はクロロフィルの種類に基づき推定された系統関係である。現在、褐藻は紅藻の二次共生によって生じたと考えられており、現在支持されている系統関係とは異なることに注意が必要である)。北浦(1984)や大石・田幡(1998)の観察・実験は体内環境の恒常性を扱う『生物基礎』の3編、畦(2003)の観察・実験は光合成を扱う『生物』の1編の授業において扱うことが可能であろう。

表4 進化に関する観察・実験教材の予備的レビューの結果

対象	著者(発表年)	生物の多様性と共通性				生物の進化のしくみ	適応	収斂進化	生物の歴史性	(系統)分類	器官の進化	授業実践	教育課題の調査	文献情報・URL
		系統	共通性	多様性	多様性と共通性									
小	川上ら(2010)												△	岐阜大学教育学部教育研究6: 165-170
	荒井(2007)				○								-	Anthropological Science (Japanese Series) 115(1): 42-46
	岡田(2007)					○							△	理科の教育56(5): 318-320
	青井ら(2009)												△	岐阜大学教育学部教育研究5: 81-88
	飯崎(2009)				○								-	https://www.shikoku.ac.jp/kenken/j_kadaseidof/index.htm
	遠藤(2011)				○								-	理科の教育60(6): 427
中	丸山ら(2011)				○								-	鳴門教育大学学校教育研究紀要26: 79-83
	真鍋・川上(2012)												△	岐阜大学教育学部教育研究紀要26: 79-83
	松家・池田(2012)					○							○	山口大学教育学部教育実践センター研究紀要34: 5-6
	高木・川上(2012)					○							-	岐阜大学教育学部研究報告(自然科学)36: 73-79
	村瀬・川上(2013)				○								△	岐阜大学教育学部研究報告(自然科学)37: 53-58
	青木(1984)				△								-	遺伝38(8): 67-71
	北浦(1984)				○								-	遺伝38(8): 63-66
	星(1985)				△								-	遺伝39(3): 65-68
	杉村(1985)												-	遺伝39(2): 61-64
	武藤・北野(1988)					○							-	生物教育28(3,4): 194-201
	芳賀(1991)				○								△	筑波大学学校教育研究紀要14: 245-263
	小林(1998)					○							-	遺伝52(3): 23-24
	前田(1998)					○							-	遺伝52(3): 25-29
	森脇ら(1998)					○							-	遺伝52(3): 19-22
	大石・田嶋(1998)				○								-	遺伝52(3): 14-18
高	高桑(2001)				△								-	生物教育42(2): 65-73
	陸(2003)				○								○	生物教育44(1): 10-18
	高橋・上田(2005)				○								-	宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要28: 67-76
	田中ら(2006)				△								-	生物教育46(4): 184-198
	山野井(2008)					○							-	理科教育48(4): 197-210
	佐伯ら(2012)					○							-	理科教育研究52(3): 67-75
	山野井(2012)					○							-	遺伝56(3): 317-322
	浅羽(2014)				○								-	遺伝56(3): 290-295
	風間ら(2014)				○								-	理科教育研究54(3): 319-334
	塩野ら(2014)				○								○	理科教育研究54(3): 427-436

4. まとめ

本研究により、高等学校『生物基礎』および『生物』の教科書では、「進化」「共通性（共通）」「多様性（多様）」の語が特定の編に偏って使用されており、教科書全体を通して「生物は共通性を保ちながら進化し、多様化してきたこと」を理解できる構成にはなっていないことが示唆された。また、進化に関する観察・実験教材の予備的レビューにより、上記の内容の理解を支援し得る観察・実験教材を紹介した。

今回の教科書分析は用語のみに注目した調査であったため、これらの語がどのような文脈や意味で使われているかについては調査できていない。また、観察・実験教材のレビューについても、数少ないキーワードに基づいた予備的なものであり、「共通性」や「多様性」などの語を追加して幅広く調査する必要がある。各教材の学習内容の分類についてもより詳細に行った方が良いかもしれない。今後はこれらの課題をクリアするとともに、「生物は共通性を保ちながら進化し、多様化してきたこと」を実感させる観察・実験教材の開発に取り組んでいく予定である。

文献

- 河本宏（2011）「実験医学別冊もっとよく分かる！免疫学」羊土社
- 北浦隆生（1984）血球の系統と分化－血球塗沫標本を使った進化の授業－. 遺伝, 38(8) : 63-66
- 文部科学省（2009）高等学校学習指導要領解説理科編理数編. 実教出版.
- 大石正芳, 田幡憲一（1998）脊椎動物の呼吸器のつくりと進化. 遺伝, 52(3) : 14-18
- 山野井貴浩, 菊地弘樹, 武村政春（2013）高校生物 I・II の教科書に掲載されている観察・実験の実施状況－教員対象WEBアンケートを用いた調査－. 白鷗大学教育学部論集, 7(2) : 373-389
- 畦浩二（2003）光合成色素の定性分析から植物進化を考察する実践的研究. 生物教育, 44(1) : 10-18

分析に使用した教科書

- 浅島誠ほか（2011）「生物基礎」東京書籍
- 浅島誠ほか（2012）「生物」東京書籍

本川達雄, 谷本英一ほか (2011) 「生物基礎」 啓林館

本川達雄, 谷本英一ほか (2012) 「生物」 啓林館

嶋田正和ほか (2011) 「生物基礎」 数研出版

嶋田正和ほか (2012) 「生物」 数研出版

庄野邦彦ほか (2012) 「生物基礎」 実教出版

吉里勝利ほか (2011) 「高等学校生物基礎」 第一学習社

吉里勝利ほか (2012) 「高等学校生物」 第一学習社

謝辞

教科書分析に関する作業を手伝ってくれた大坂里奈さん(当時 白鷗大学教育学部4年)と佐藤千晴さん(当時 白鷗大学教育学部3年)に感謝申し上げます。なお本研究の一部は平成25年度 科学研究費補助金(若手B)「小中高を通して進化的な見方を養う教材の開発」(課題番号25870669, 研究代表者:山野井貴浩)、同・(基盤B)「分子生物学教材の開発研究を中心とした複製モデルによる生物教育の新概念構築と展開」(課題番号25285251 研究代表者:武村政春)の助成を受けて行った。