

理科教育における体験を通じた問題解決能力の育成 ——第3学年「電気の通り道」を例に——

Significance of Developing Problem-solving Abilities
through Experience in Science Education:
The Case of “Pathway of Electricity”

松原 静郎・岩間 淳子

桐蔭横浜大学スポーツ健康政策学部

(2016年3月28日 受理)

【要約】

平成20年改訂学習指導要領理科の目標は、「問題解決能力の育成」及び自然の事物・現象についての「実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う」ことが示され、実体験を重視したものとなった（文部科学省，2008）。内容は、「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」を柱とした構成で「安全性」を重視したものとなり、平成10年改訂と同様、各学年で育成すべき能力が示されていた。第3学年で主として育成すべき問題解決能力は「比較」であり、目標には「磁石及び電気を働かせたときの現象を比較しながら調べ」と記されていた。また第3学年「電気の通り道」の内容は、「乾電池に豆電球などをつなぎ、電気を通すつなぎ方や電気を通す物を調べ、電気の回路についての考えをもつことができるようにする」であり、「電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方」「電気を通す物と通さない物」を学習する。

本研究では、第3学年理科における「エネルギー」の占める割合を調査するとともに、小学校学習指導要領における「電気の通り道」の変遷及び理科教科書における「電気の通り道」に関連する内容を調査し、併せて第3学年で育成すべき問題解決能力「比較」の扱いについて分析した。

その結果、次のことが明らかになった。「電気の通り道」に関する内容は、昭和33年改訂の学習指導要領より、電気の学習の初期段階で一貫して取り上げられてきた。「電気を通す物と通さない物」は必ず対で示されてきた一方、「電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方」を対で比較するようになったのは、平成10年改訂の各学年で育成すべき問題解決能力が示されたときからであった。

教科書では、平成13年度から23年度まで「電気の通り道」の単元のページ数が増えていた。「電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方」では体験重視的な問いかけが、「電気を通す物と通さない物」では思考重視的な問いかけがやや多かった。安全に関する記述は徐々に増えており、また「ものづくり」では空き箱や空き缶などを再利用した作品例が多く挙げられ、環境への配慮がみられた。

[キーワード] 問題解決能力, 比較, 電気の通り道, エネルギー, 理科教科書

I はじめに

平成 20 年改訂学習指導要領理科の目標は、「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う」であり、「問題解決能力の育成」及び自然の事物・現象についての「実感を伴った理解」が示され、実体験を重視したものとなった（文部科学省，2008）。内容は、「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」を柱とした構成で、一層「安全性」を重視したものとなり、第 3 学年では育成すべき能力として「比較」が示された¹⁾。すなわち「自然の事物・現象を差異点や共通点という視点から比較しながら学習」することを通して、問題解決の能力を育成することを目標としている。第 3 学年の目標には「磁石及び電気を働かせたときの現象を比較しながら調べ」と記されており、「電気の通り道」の内容は、「乾電池に豆電球などをつなぎ、電気を通すつなぎ方や電気を通す物を調べ、電気の回路についての考えをもつことができるようにする」であり、「電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方」及び「電気を通す物と通さない物」をそれぞれ比較する学習、すなわち、問題解決能力の一つである「比較」を主体に活用する学習を通して、実感を伴う理解を進めようとするものである。

本研究では、小学校学習指導要領理科における「電気の通り道」の変遷及び理科教科書における「電気の通り道」に関連する内容を調査し、併せて第 3 学年で育成すべき問題解決能力「比較」の扱い等について分析する。

II 方法

1. 小学校学習指導要領における「電気の通り道」に関連する領域の内容の変遷
小学校学習指導要領における「電気」に関

連する領域の内容の変遷を調査した。

対象：昭和 22 年試案，昭和 27 年試案，昭和 33 年改訂，昭和 43 年改訂，昭和 52 年改訂，平成元年改訂，平成 10 年改訂，平成 20 年改訂の小学校学習指導要領における「電気の通り道」に関連する領域の内容。

2. 「電気の通り道」に関連する理科教科書の調査

対象：平成 23 年度版教科書（平成 20 年改訂学習指導要領，[H23]と記す），平成 17 年度版教科書（平成 10 年改訂，15 年一部改正，[H17]），平成 14 年度版教科書（平成 10 年改訂，[H14]），平成 13 年度版教科書（平成元年改訂，[H13]）第 3 学年全 6 社（DN，TS，KR，KS，GT，SK）計 24 冊。

上記のほか、平成 5 年度版教科書（平成元年改訂，[H05]）第 3 学年 3 社（DN，TS，KR）3 冊，昭和 49 年度版教科書（昭和 43 年改訂，[S49]）第 2 学年 3 社（DN，TS，KR）3 冊，計 6 冊。合計 30 冊。

調査内容：「電気の通り道」に関連する単元の内容

方法：学習指導要領の「内容」及び「内容の取り扱い」に従い、用語、観察・実験の問いかけ、安全等の記述について調査・分析した。

3. 第 3 学年理科の「エネルギー」を柱とした内容

対象：平成 23 年度版教科書（平成 20 年改訂，[H23]），平成 17 年度版教科書（平成 10 年改訂，15 年一部改正，[H17]），第 3 学年全 6 社，計 12 冊。

方法：各教科書の内容を「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」の柱に分け、教科書全 6 社のページ数を合計した。

III 結果と考察

1. 小学校学習指導要領における「電気の通り道」に関連する領域の内容の変遷

表1は小学校学習指導要領理科「電気」に関連する内容の変遷を示したものである。

昭和22年試案は生活単元・問題解決学習と呼ばれ、身近にある機械・道具の構造・機能を理解し、これに慣れ親しみ、すすんで改良の工夫をする態度を養うものであり、第1～2学年ではモーターや扇風機等、第3学年では懐中電燈の構造、蓄電池での豆電球の点灯等、第6学年ではソケットやスイッチ、電球等の構造を調べ、電気の現象に興味を感じ、電気について深く究めようとする態度を養おうとするものであった。

昭和33年改訂より、平成20年改訂の第3学年「電気の通り道」に関連する内容が入ってくる。系統学習と呼ばれた昭和33年改訂の第3学年では、「豆電球の点燈のしかたを調べる」として、「回路の一部が離れていると電気が通らないことに気づく」「電気を通しやすいものと通しにくいものがあることに気づく」学習をしていた。なお、第3学年の電気に関係する目標には、「(3) 作業や考察などを通して簡単な自然科学的事実に気づき、これをもとにして、新しく経験する事実がうまく扱えるようにする。」とあり、比較など問題解決能力に関する記載はなかった。

教育の現代化の流れを受けた昭和43年改訂では、第2学年で「豆電球を点燈させる回路や、電気を通す物のあることを理解させる」学習をしていた。第2学年の電気に関係する目標には、「(2) ……電気の通し方……などから物の性質を理解させる。また、……豆電球の点燈……などから、……乾電池……などはたらきを理解させる。」とあり、理解が中心であった。

ゆとりと充実と言われた昭和52年改訂では、第2学年で「豆電球が点燈するつなぎ方及び電気を通す物と通さない物とがあることに気づかせる」学習していた。第2学年の関係する目標には、「(2) 身近な自然の事物・現象に親しませ、それらを見たり確かめたりさせて、事物の特徴及び変化の様子に気付かせるようにするとともに、自然に接していく

楽しさを味わわせる。」とあり、「楽しさ」が入った。

学習指導要領改訂に関わって新学力観が登場し、また、低学年理科が廃止された平成元年改訂では、第2学年での学習内容が第3学年に移り、第3学年で乾電池に物をつないで回路を作り、電気を通す物と通さない物があることを学習していた。理科の目標に「問題解決の能力」が入り、第3学年の関連する目標には、「(2) 物に力、光、電気などを働かせたときの現象を比較しながら調べ、見いだした問題に興味・関心をもって追究する活動を通して、物の性質についての見方や考え方を養う。」とあった。この改訂より、「比較」が文言として入ってきた。

生きる力、学習内容の厳選が叫ばれた平成10年改訂では、第3学年で「電気を通すつなぎ方や電気を通す物を調べ、電気の回路についての考えをもつ」学習をする。この改訂より小項目に「電気を通さないつなぎ方があること」の学習が入り、電気を通すつなぎ方との比較がし易くなった。第3学年の関連する目標には、「(2) 光、電気及び磁石を働かせたときの現象を比較しながら調べ、見いだした問題に興味・関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して、光、電気及び磁石の性質についての見方や考え方を養う。」とあり、このときより、各学年で育成すべき問題解決能力が示され、第3学年には「比較」が入った。また、平成15年には一部改正があり、これ以降発展的な学習が導入された。

生きる力の継続と、言葉と体験の重視が謳われた平成20年改訂第3学年「電気の通り道」では、「乾電池に豆電球などをつなぎ、電気を通すつなぎ方や電気を通す物を調べ、電気の回路についての考えをもつことができるようにする」とあり、平成10年改訂の内容とほぼ同一である。第3学年の関連する目標には、「(1) 物の重さ、風やゴムの力並びに光、磁石及び電気を働かせたときの現象を比較しながら調べ、見いだした問題に興味・

表1-1 小学校学習指導要領における「電気」に関連する領域の内容の変遷

発行・告示年(西暦)	学年	内容
昭和22年 (1947)	1	単元四 機械と道具のはたらき 身近にある機械・道具について、その構造・機能を理解し、これに慣れ親しみ、すすんで改良の工夫をする態度を養う。6、電気モーター・扇風機・電車等電気で動くものを観察する。
	2	単元四 機械と道具のはたらき 児童の身近にある機械・道具についてその構造・機能を理解するとともに、これに慣れ親しみ、その取り扱いを身につけ、すすんで改良の工夫考案をする態度を養う。7、小型のモーターをまわしたり、これを使った扇風機・精米機などを動かしてみる。
	3	単元四 機械と道具のはたらき 生活の環境にある機械・道具についてその構造・機能を理解するとともにこれに慣れ親しみ、その取り扱いを身につけ、すすんで改良の工夫考案をする態度を養う。電気 1、懐中電燈の構造を調べてみる。2、蓄電池で豆電球をととしてみる。3、停電の回数、不便等について話しあう。4、電気コンロ・電気ストーブを見たり、その便・不便、使用上の注意について話しあう。
	6	単元八 電 燈 1、コード・ソケット・電球の構造と、電気の伝わり方やはたらきについて理解し電燈の取り扱い方を心得る。2、電気の現象に興味を感じ、電気について深く究めようとする態度を養う。(二)指導方法 1、ソケットの構造を調べ、電気の伝わり方やスイッチのはたらきについて考える。またソケットやスイッチにコードをつないでみる。2、電球の口金をとって、口金からタングステン線までのつながりを調べ、電球の光るわけを考え、話しあう。3、電気の導体と不導体について調べ、話しあう。4、コードの構造を調べる。5、開閉器の構造・ヒューズの性質を調べる。6、開閉器の役目について話しあう。7、電燈取り扱い上の注意について話しあう。
昭和27年 (1952)	4	5. b. 電気に興味をもち、乾電池を使うことができる。
	5	5. a. 日常生活における電気の効用に興味をもち、電気器具の使い方を理解する。
	6	5. b. 機械や動力や電気に関する自然科学の進歩が近代生活に貢献していることを理解する。
昭和33年 (1958)	3	コ 豆電球の点燈のしかたを調べる。(ア) 乾電池・豆電球・ソケット・導線などを使って豆電球を点燈して、乾電池には十と一の極があることを知り、両極とに豆電球を導線でつなぐと点燈することに気づく。(イ) 乾電池と豆電球の回路にスイッチをつないで豆電球を点滅させて、回路の一部が離れていると電気が通らないことに気づく。(ウ) 乾電池と豆電球の回路に、金物・紙・木などを入れて豆電球の点燈のしかたを調べ、電気を通しやすいものと通しにくいものがあることに気づく。
	4	キ 乾電池と豆電球のつなぎ方による明るさの違いを調べる。(ア) 2個の豆電球を乾電池につなぐとき、直列・並列のつなぎ方によって、豆電球の明るさが違うことに気づく。(イ) 2個の乾電池を豆電球につなぐとき、直列・並列のつなぎ方によって、豆電球の明るさが違うことに気づく。(ウ) 豆電球の明るさが違うのは、豆電球を流れる電流の強さが違うからであることを知る。(エ) 乾電池に豆電球をつないだときの回路を、簡単な絵や記号を使った配線図で表わしたり、配線図に従って簡単な回路を組み立てたりすることができるようになる。(オ) 乾電池や豆電球などを使って、簡単な懐中電燈・シグナルなどをくふうして作ることができる。
	5	キ 電磁石のはたらきを調べ、利用の方法をくふうする。(ア) 簡単な電磁石を作り、電流を通じると磁石としてはたらき、電流を断つと、はたらかなくなることを確かめる。(イ) 電磁石は、導線を多く巻いたり、電流を強くしたりすると、磁力が強くなることを理解する。(ウ) 電磁石は、巻線に流れる電流の向きによって、極が変わることを確かめる。(エ) 電信機や、ブザー・電鈴などには、電磁石が利用されていることを知り、それらのしくみや、はたらきを理解する。(オ) 電磁石を使った簡単な電信機やブザーなどをくふうして作ることができる。
6	カ モーターのしくみとはたらきを調べる。(ア) 界磁に永久磁石を使った簡単なモーターを作り、電機子は電磁石の一種であって、整流子は電機子に流れる電流の向きを変えるはたらきをすることを理解する。(イ) モーターの回るわけを磁石の性質によって理解する。 キ 電流の発熱作用を調べる。(ア) 同じ長さ、同じ太さの質の違う針金(銅線と電熱線のように)を直列につなぎ、電流を通ずると、電気が流れにくい線の部分が発熱しやすいことを確かめる。(イ) 電熱器では電熱線によって、電球ではタングステン線によって、電流を熱や光に変えていることを理解する。(ウ) 電熱器や電球では、電熱線やタングステン線の太さや長さを変えて、それに流れる電流の強さを変え、熱や光の出方が違うようにくふうされていることを理解する。 ク 家庭の電気の配線や、電気器具の安全な扱い方を理解する。(ア) スイッチ・コード・ソケットなどのしくみ、はたらきを理解して、これらを回路に正しくつなぐことができるようになる。(イ) 屋内配線のしかたを知り、安全器・ヒューズなどのはたらきを理解する。(ウ) 家庭の電気器具を安全に扱えるようになる。	

表1-2 小学校学習指導要領における「電気」に関連する領域の内容の変遷

発行・告示年(西暦)	学年	内容
昭和43年 (1968)	2	B 物質とエネルギー (5)豆電球を点燈させる回路や、電気を通す物のあることを理解させる。ア 乾電池の二つの極と豆電球を導線でつなぐと、豆電球が点燈すること。イ 電気を通す物と通さない物があること。
	3	B 物質とエネルギー (4)2個の豆電球を乾電池とつなぐと、そのつなぎ方によって明るさに違いがあることを理解させる。ア 豆電球のつなぎ方に二とおりあること。イ 続けて点燈すると、豆電球はしたいに暗くなるが、暗くなりかたはつなぎ方によって違うこと。
	4	B 物質とエネルギー (6)豆電球や導線を通る電流の多い少ないを理解させる。 ア 2個の乾電池のつなぎ方には二とおりあり、つなぎ方によって、1個のときより豆電球が明るくなる場合や、長い間点燈する場合があること。イ 電流が多く流れると、豆電球が明るくなること。ウ 方位磁針と平行においた導線に電流が流れると磁針が振れること。
	5	B 物質とエネルギー (4)電流による発熱のしかたを理解させる。ア 同じ質の電熱線では、太さ、長さが変わると電流の量も変わる。イ 同じ電熱線では、電流の量が多いほど多く発熱すること。ウ 発熱した電熱線の色や明るさは、電熱線の温度によって変わる。
	6	B 物質とエネルギー (6)電流によって、導線のまわりに起こる磁力のはたらきを理解させる。ア 電流が通っている導線のまわりに磁力がはたらくこと。イ 電流の通っている巻き線は、鉄しんを磁化するはたらきがあること。ウ 鉄しんを磁化するはたらきの大きさは、巻き線を通る電流の量や巻き線の巻き数によって変わる。エ 電磁石と乾電池の極とのつなぎ方を変えると、磁石の極が変わること。
	昭和52年 (1977)	2
4		B 物質とエネルギー (4) 豆電球、乾電池などでいろいろな回路を作って、豆電球の明るさを調べ、それらの数とつなぎ方により、豆電球の明るさなどに違いがあることを理解させる。ア 2個の豆電球を1個の乾電池につないだり、1個の豆電球を2個の乾電池につないだりすると、つなぎ方によって明るさに違いがあること。イ 導線に電流が流れていることは、方位磁針の振れで確かめられること。ウ 1個の乾電池に、1個の豆電球をつないだ場合と、2個の豆電球を並列につないだ場合とでは、続けて点燈させると、明るさの変化に違いがあること。
6		B 物質とエネルギー (5) 電磁石を作り、磁力及び極について調べ、電磁石のはたらきを理解させる。ア 電流の流れている巻き線は、鉄心を磁化するはたらきがあること。イ 電流の流れる方向が変わると、電磁石の極が変わること。ウ 電磁石の強さは、雷流の強さ、導線の巻き数などによって違うこと。エ 電流の強さは、電流計で測れること。
平成元年 (1989)	3	B 物質とエネルギー (3) 乾電池にいろいろな物をつないで回路を作ったり、物に磁石を近づけたりして、物の性質を調べることができるようにする。ア 物には、電気を通す物と通さない物があること。
	4	B 物質とエネルギー (3) 乾電池や光電池、豆電球やモーターなどを使い、電気や光の働きを調べることができるようにする。ア 乾電池の数を増やると、豆電球の明るさやモーターの回り方を変えることができること。イ 光電池を使ってモーターを回すことなどができること。
	6	B 物質とエネルギー (3) 電磁石の導線や電熱線に電流を流して、電流の働きを調べることができるようにする。ア 電流の流れている巻き線は、鉄心を磁化する働きがあり、電流の方向が変わると、電磁石の極が変わること。イ 電磁石の強さは、電流の強さや導線の巻き数などによって違うこと。また、電磁石を利用してモーターなどの道具が作れること。ウ 電熱線に電流を流すと発熱し、電流の強さによって発熱の仕方が違うこと。
平成10年 (1998)	3	B 物質とエネルギー (2)乾電池に豆電球などをつなぎ、電気を通すつなぎ方や電気を通す物を調べ、電気の回路についての考えをもつようにする。ア 電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があること。イ 電気を通す物と通さない物があること。
	4	B 物質とエネルギー (3) 乾電池や光電池に豆電球やモーターなどをつなぎ、乾電池や光電池の働きを調べ、電気の働きについての考えをもつようにする。ア 乾電池の数やつなぎ方を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わる。イ 光電池を使ってモーターを回すことなどができること。
	6	B 物質とエネルギー (3) 電磁石の導線に電流を流し、電磁石の強さの変化を調べ、電流の働きについての考えをもつようにする。ア 電流の流れている巻き線は、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極が変わること。イ 電磁石の強さは、電流の強さや導線の巻き数によって変わる。
平成20年 (2008)	3	A 物質・エネルギー (5) 電気の通り道 乾電池に豆電球などをつなぎ、電気を通すつなぎ方や電気を通す物を調べ、電気の回路についての考えをもつことができるようにする。ア 電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があること。イ 電気を通す物と通さない物があること。
	4	A 物質・エネルギー (3)電気の働き 乾電池や光電池に豆電球やモーターなどをつなぎ、乾電池や光電池の働きを調べ、電気の働きについての考えをもつことができるようにする。ア 乾電池の数やつなぎ方を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わる。イ 光電池を使ってモーターを回すことなどができること。
	5	A 物質・エネルギー (3)電流の働き 電磁石の導線に電流を流し、電磁石の強さの変化を調べ、電流の働きについての考えをもつことができるようにする。ア 電流の流れているコイルは、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極が変わること。イ 電磁石の強さは、電流の強さや導線の巻き数によって変わる。
	6	A 物質・エネルギー (4)電気の利用 手回し発電機などを使い、電気の利用の仕方を調べ、電気の性質や働きについての考えをもつことができるようにする。ア 電気は、つくりだしたり蓄えたりすることができる。イ 電気は、光、音、熱などに変えることができる。ウ 電熱線の発熱は、その太さによって変わる。エ 身の回りには、電気の性質や働きを利用した道具があること。

関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して、それらの性質や働きについての見方や考え方を養う。」とあり、これも平成10年改訂の目標と同様である。

上記のとおり、「電気の通り道」に関する内容は、昭和33年改訂より、電気の学習における最初の段階で、一貫して取り上げられてきたことがわかる。

2. 「電気の通り道」の教科書記述の変遷

表2は戦後の小学校理科教科書における「電気の通り道」の扱いを示した。ここでは、教科書記述の変遷を採択率の大きいDN社を例に見ていく。

a. 昭和49年度版教科書（昭和43年改訂，[S49]）

「電気の通り道」は第2学年で学習しており、問いかけは、学習指導要領が「理解」中心であり、「豆電球を点燈させる回路」に関する「どんなつなぎかたでもあかりがつくでしょうか」「はこの中で、せんがどのようにつながっているかかんがえましょう」という思考を促す「思考重視的」²⁾な問いかけが多く、「ブラックボックス」を用いた活動も見られた。なお、それぞれの活動について「実験」「資料」「やってみよう」などの記載はなかった。

b. 平成5年度版教科書（平成元年改訂，[H05]）

低学年理科が廃止され、「電気の通り道」は第3学年で学習するようになった。学習指導要領には「回路を作ったり」とあり、「やってみよう：ソケットをつかわないで、豆電球にあかりをつけてみましょう」という体験を促す「体験重視的」な問いかけがあり、「じっけん：通すもの・通さないもの」で「電気が通るかしらべるどうぐ」を使ったり、「……エナメルをはがしてつかう」など、体験を活用する記述や、既習の「磁石」学習を受け、「電気を通すかどうかしらべれば、金ものかどうかをしらべることができる」という、体験を通して物を見分ける能力を養う記述も見られた。

c. 平成13年度版教科書（平成元年改訂，[H13]）

導入部分に、「どのようにつないだら、あかりがつくでしょうか」という「思考重視的」な問いかけが見られた。「じっけん 通り道、通すもの・通さないもの」を調べる実験、「作ってみよう豆電球をつかったおもちゃ」が見られた。「ものを見分ける」活動は、順序が入れ替わった「じしゃくにつけてみよう」に移動していた。

d. 平成14年度版教科書（平成10年改訂，[H14]）

学習指導要領に「……調べ、……考えを持つ」とあり、問いかけは、「かん電池をつかって豆電球にあかりをつけてみよう」という体験重視的な問いかけと、「どのようにつないだらあかりがつくかな」という思考重視的な問いかけも見られた。「ものづくり」の例として「テスターを作ろう」、資料では「かん電池のりょう」が挙げられ、ものづくりとその活用を重視した内容となっていた。

平成17年度版及び平成23年度版教科書については3・4節で両教科書を比較しながら述べる。

3. 第3学年理科の「エネルギー」を柱とした内容

図1は、[H23]と[H17]の第3学年理科教科書の内容を「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」の4本の柱に分類し、教科書全6社のページ数を合計して、その比較を示した。

第3学年の6社の合計ページ数は、[H23]

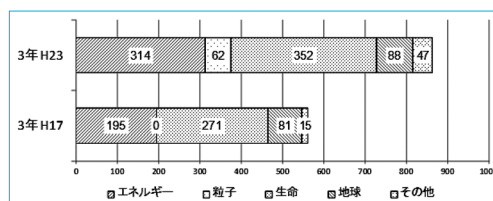


図1 第3学年理科の内容区分

注) H23：平成23年度版教科書，H17：平成17年度版教科書、数値：ページ数（6出版社の合計）。その他：自由研究等

表2 「電気の通り道」の教科書での扱い

出版社	DN				TS				KR				KS				GT				SK											
	H23	H17	H14	H13	H05	S49	H23	H17	H14	H13	H05	S49	H23	H17	H14	H13	H23	H17	H14	H13	H23	H17	H14	H13	H23	H17	H14	H13				
出版年	H20	H10	H10	H01	S43	H20	H10	H10	H01	S43	H20	H10	H10	H01	S43	H20	H10	H10	H01	S43	H20	H10	H10	H01	S43	H20	H10	H10	H01			
学習指導要領改訂年	12	10	8	6	6	4	10	8	8	5	8	4	12	10	8	8	9	4	12	10	8	6	12	12	12	12	12	8	16	8	6	6
ページ数	134	100	77	104	104	79	139	88	75	91	101	82	148	93	77	97	100	80	152	113	81	91	134	92	77	96	156	76	66	94		
実験	12	11	11	11	12	8	7	7	8	7	8	7	6	5	6	8	10	14	6	6	6	7	10	9	9	8	8	5	7	12		
電気を通す物数)	9	6	6	7	10	6	7	5	5	8	6	5	6	4	5	7	8	9	5	10	8	7	4	5	6	8	5	8	11			
電気を通さない物数)	6	5	4	4	4	1	3*	4*	4*	4	5	5	4*	3*	5*	5	3	2	4*	2*	2	4	5	5	5	4	3	3	4	6		
豆電球を使ったおもちゃ数)	B	A	A	A	A	ABA BA	BA	BA	B	A	B	AB	ABB	AB	B	B	B	ABA	BA	A	A	A	BA	BA	BA	B	AA	AA	AA	A		
電気を通す、通さないつなぎ方	B	B	B	A	B	A	BA	BA	B	B	BA	AA	B	B	B	B	A	BA	BA	B	B	BB	BBB	BAA	B	A	A	AA	AA	AA		
電気を通す物、通さない物	○	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		
用語	1	1	0	0	0	0	3	3	3	1	0	0	4	3	1	0	0	0	1	1	1	0	1	2	1	1	3	1	1	0		
安全 記述数)	1	1	1	0	0	0	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0		
環境 記述数)	1	1	1	0	0	0	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0		

注) H23 平成23年度版, H17 平成17年度版, H14 平成14年度版, H13 平成13年度版, H05 平成5年度版, S49 昭和49年度版教科書, S49は第2学年での扱い
DN, TS, KR, KS, GT, SK 出版社名。○ 記述 無し × 記述 有り ○ 記述 無し 問いかけの分類 A 体験重視的 B 思考重視的 * 別単元での扱いを含む

表3-2 第3学年「電気のとおり道」

項目	DN		TS		KR		KS		CT		SK	
	H23	H17	H23	H17	H23	H17	H23	H17	H23	H17	H23	H17
教科書の出版年	H20	H10	H20	H10	H20	H10	H20	H10	H20	H10	H20	H10
学習指導要領改訂年	H20	H10	H20	H10	H20	H10	H20	H10	H20	H10	H20	H10
問いかけ	かん電池と豆電池をどのようにつなぐかわからないのでしようか、	かん電池と豆電池をどのようにつなぐかわからないのでしようか、	豆電池とかん電池をどのようにつなぐかわからないのでしようか、	豆電池とかん電池をどのようにつなぐかわからないのでしようか、	豆電池とかん電池をどのようにつなぐかわからないのでしようか、	豆電池とかん電池をどのようにつなぐかわからないのでしようか、	豆電池とかん電池をどのようにつなぐかわからないのでしようか、	豆電池とかん電池をどのようにつなぐかわからないのでしようか、	かん電池と豆電池をどのようにつなぐかわからないのでしようか、	かん電池と豆電池をどのようにつなぐかわからないのでしようか、	かん電池と豆電池をどのようにつなぐかわからないのでしようか、	かん電池と豆電池をどのようにつなぐかわからないのでしようか、
方法	B	A	B	B	A	A	B	A	B	B	A	A
実験：電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ
方法	A	A	A	A	B	B	A	A	A	A	A	A
問いかけ	どう線が通すのか、	どう線が通すのか、	どう線が通すのか、	どう線が通すのか、	どう線が通すのか、	どう線が通すのか、	どう線が通すのか、	どう線が通すのか、	どう線が通すのか、	どう線が通すのか、	どう線が通すのか、	どう線が通すのか、
方法	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
実験：電気を通す物と通さない物	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ	問いかけ
方法	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
問いかけの記載数	0	0	2	2	1	1	2	2	1	1	3	3
	2	2	2	2	3	2	2	1	3	4	0	0

注) H23：平成23年度版、H17：平成17年度版教科書。DN、TS、KR、KS、GT、SK：出版社名。問いかけの方法 A：体験を促す問いかけ B：思考を促す問いかけ

表3-3 第3学年「電気の通り道」

項目	DN		TS		KR		KS		GT		SK	
	H23	H17	H23	H17	H23	H17	H23	H17	H23	H17	H23	H17
教科書の出版年 学習指導要領改訂年	H20	H10	H20	H10	H20	H10	H20	H10	H20	H10	H20	H10
5 用語	わがなっている電気の通り道を回路といいますが、	×	1つのわのわの通り道を回路といいますが、	×	1つのわのわの通り道を回路といいますが、	×	1つのわのわの通り道を回路といいますが、	×	1つのわのわの通り道を回路といいますが、	×	この電気の通り道のことを回路といいますが、	×
乾電池、豆電球、導線	かん電池などがあついたらやめる。	かん電池などがあついたらやめる。	金でくの表面についているものを、むやむにはがしてはいけません。	むやむに、金ぞくの表面のものをはがしてはいけません。	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	電池を分かいし、品などにはさわらない。	×
6 安全												
	ショート	×	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	かん電池とじめがみかちがのゆ、かん電池がすぐつかうので、気を付ける。	あつくなつてやけどをするので、図のように、+きよと-きよを、どろ線だけでつないではいけません。	×
7 環境												
8 教科書のページ数	134	100	139	88	148	93	152	113	134	92	156	76

は 863 ページ, [H17] は 562 ページであり, 1 社平均 50.2 ページ増えていた (平均 1.5 倍に増量)。また, 「エネルギー」に関連する内容は, 1 社平均 19.8 ページ増えていた。

4. 「電気の通り道」の教科書での扱いの変遷

表 2 及び表 3 にある項目を上から順にみていく。その際, 表 2 で [H05] と [S49] を含めて比べるときは, 1 社当たりの数値を基にする。また, 表 3 には, 平成 23 年度版教科書 (平成 20 年改訂, [H23]) 第 3 学年「電気の通り道」のより詳細な内容を, 平成 17 年度版教科書 (平成 10 年改訂 15 年一部改訂, [H17]) と比較しまとめた。

a. 単元名・ページ数

単元のページ数は, 教育内容の厳選により教科書全体のページ数が最も少なかった [H14] を含めて, 全体として [H13] から [H23] まで徐々に増えていた。なお, [S49] の教科書が [H13] よりも単元のページ数が少なく, 教科書のあり方が変わってきたことが示唆される。

表 3 から, 「電気の通り道」に関連する単元の単元名は「豆電球に明かりをつけよう」「明かりをつけよう」などで, 5 社では [H23] と [H17] で変わりなかったが, 1 社では, 「明かりをつけよう」から「電気の通り道 (KS)」になっていた。

b. 実験

教科書に記載のある電気を通すかどうか調べる対象となっている物質の数は, 年度や出版社によりかなり異なるが, 大まかに, 電気を通す物が 7～10 程度, 電気を通さない物は 5～8 程度であり, 両者の差は [H23] が最も小さくなっていった。

表 3 から, 電気を通す物の例として, 「アルミニウムはく」「はさみ (鉄の部分)」「空きかん」など, 電気を通さない物の例として, 「コップ」「はさみ (プラスチックの部分)」「消しゴム」「ものさし」などが示されていた。また, 実験で使用する器具は, 「豆電球」「乾電池」「導線付ソケット」「導線」であり,

[H23] と [H17] 共に変わりなかったが, 乾電池を単 1 から単 3 に替えていた出版社が 3 社 (DN, KS, GT) あった。

c. ものづくり

豆電球を使ったおもちゃの掲載数は, ほぼ 4 程度である。ただし, [S49] は平均 2.7 と小さい。

表 3 をみると, ものづくりとして, 「テスター」「しんごうき」「かいちゅう電灯」など多様な例が挙げられていた。また, スイッチは全社で利用しており, スイッチの働きについての実感を持った理解を図ることを目指したものづくりと考えられる。なお, 「ものづくり」を別単元で扱っている教科書が [H23] と [H17] 共に 3 社あった³⁾。

d. 問いかけ

第 3 学年で育成すべき問題解決能力は「比較」であり, 「電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方」, 「電気を通す物と通さない物」をそれぞれ比較しながら学習する。単元の最初に出てくる「電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方」では, 「豆電球とかん電池を使って, 明かりをつけてみよう」という体験重視的な問いかけが幾分多く, 後に出てくる「電気を通す物と通さない物」では, 「どんなものが電気を通すのだろうか」という思考重視的な問いかけがやや多かった。その中で, 言葉と体験を謳っている [H23] は思考重視的な問いかけが相対的に最も多く, 現代化の流れを受けた [S49] は体験重視的な問いかけが最も多かった。

e. 用語

平成 20 年改訂学習指導要領の「電気の通り道」に関する内容の文言は, 平成 10 年改訂のものと同様であるが, 解説に「『回路』という言葉を使用して考察し, 適切に説明できるようにすること」が加えられ, [H23] では全社で「回路」という用語が使われた。また, 「輪になっている電気の通り道」という説明も全社で見られた。[H17] と [H14] で「回路」という用語が使われていたのは 1 社のみであった。

f. 安全

安全に関する記述は、[H23]と[H17]共に全社に見られたが、それ以前の[H14]では4社、[H13]は2社で、徐々に増えてきたことがわかる。これは学習指導要領における安全性の観点を重視している反映と考えられる。

表3から、乾電池や豆電球については「かん電池などがあつくなったらやめる」「豆電球をわらないように気をつける」という記述が[H23]と[H17]共に4社に、ショートについては「かん電池にどう線だけをつないではいけない」という記述が[H23]と[H17]共に4社に見られた。また、コンセントへの差し込みについて「コンセントにどう線をさしこんではいけない」という記述が、[H23]と[H17]共に3社で見られた。

g. 環境

環境に関する記述は、[H13]から見られるが、その数は少なかった。環境の保全に配慮する「使えなくなつたかん電池は決められたところに集める」という記述が、[H17]は3社、[H23]は5社と増えてきた。その中の1社では、「かん電池をつなぐのは、調べるときだけにしましょう」という省エネルギーの観点での記述も見られた。

また、豆電球と乾電池を使った「ものづくり」では、空き箱や空き缶、ペットボトルなどを再利用してつくる作品例が多く挙げられていた。

IV 結論

「電気の通り道」の内容は、昭和33年改訂の学習指導要領より、電気の学習の初期段階で一貫して取り上げられてきた。「電気を通す物と通さない物」に関しては、必ず対で示されてきた一方、「電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方」では、昭和33年改訂で「回路の一部が離れていると電気が通らないことに気づく」との記載があるものの、電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方を対で比較するようになったのは、平成10年改訂の

各学年で育成すべき問題解決能力が示されたときからであった。

教科書では、[H13]から[H23]まで「電気の通り道」の単元のページ数が増えていた。電気を通す物と通さない物の列挙数はそれぞれおおそ8であり、両者の差は[H23]が最も小さくなっていた。「電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方」では体験重視的な問いかけが、「電気を通す物と通さない物」では思考重視的な問いかけがやや多かった。安全に関する記述は徐々に増えており、また「ものづくり」では空き箱や空き缶などを再利用した作品例が多く挙げられ、環境への配慮がみられた。

【注】

- 1) 平成20年改訂学習指導要領理科の内容は、「A物質・エネルギー」「B生命・地球」に区分された。「A物質・エネルギー」では「粒子」「エネルギー」を柱とした内容の構成、「B生命・地球」では「生命」「地球」を柱とした内容の構成が示されている。
- 2) 「問いかけ」は、松原・岩間(2014)に基づき、体験を促す問いかけを「体験重視的」、思考を促す問いかけを「思考重視的」とする。
- 3) 別単元のページ数は、単元のページ数には含めない。

【引用文献】

- 松原静郎・岩間淳子(2014)理科教育に見る問題解決能力育成の扱い—第3学年「電気の通り道」—, 日本理科教育学会第64回全国大会論文集, 334, 2014.
- 文部省(1947)『学習指導要領試案, 理科編』.
- 文部省(1952)『学習指導要領試案, 理科編』.
- 文部省(1958, 1968, 1977, 1989, 1998)『小学校学習指導要領, 第4節理科』.
- 文部省(1999)『小学校学習指導要領解説』.

理科編』東洋館出版社。

文部科学省（2005）『小学校学習指導要領解説，理科編』，東洋館出版社。

文部科学省（2008）『小学校学習指導要領解説，理科編』，東京書籍株式会社。

【教科書】

『小学校理科教科書，第2学年』（1974），大日本図書。

『小学校理科教科書，第3学年』（1993，2001，2002，2005，2011）大日本図書。

『小学校理科教科書，第2学年』（1974），東京書籍。

『小学校理科教科書，第3学年』（1993，2001，2002，2005，2011）東京書籍。

『小学校理科教科書，第2学年』（1974），啓林館。

『小学校理科教科書，第3学年』（1993，2001，2002，2005，2011），啓林館。

『小学校理科教科書，第3学年』（2001，2002，2005，2011），教育出版。

『小学校理科教科書，第3学年』（2001，2002，2005，2011），学校図書。

『小学校理科教科書，第3学年』（2001，2002，2005，2011），信濃教育会出版部。