

大学生における土着の「電気回路」概念の適用範囲

荒 井 龍 弥

Reaches of application of a preconceived rule about electro-circuit with college students

Tatsuya Arai

The predominant influence of student's preconceived/native conceptions has been emphasized in the learning process. But these preconceived conceptions are sometimes considered erroneous because of over-generalization or under-generalization or misconception. Several studies tried to verify these preconceived misconceptions within a variety of academic subjects.

This research was performed by using the concept of basic electricity, that is, about the currents of simple circuits. In this area, former studies in several countries showed following four preconceived conceptions. These are 1) the "contact" conception, 2) the "single-wire" conception, 3) the "clashing currents" conception and 4) "current wearing out" conception.

But these studies focused only about direct current (DC) circuit. If tested with alternative current (AC), which is normally used in everyday life, one's preconceived conceptions must become more evident.

Five questions regarding DC currents and AC currents was administered to 232 students (mostly 2nd year students). They were divided into two groups. The difference between the groups was wording of questions. One group was asked to choose "fit your reasons" answer (E group), and another one was asked to find "(scientifically) correct" answer (C group).

The results showed as follows:

- 1) About DC currents, majority of students responded correct answers. However, about AC currents, student's responses were varied irrespective of DC answers.
- 2) In E-group, students who had more knowledge about electric circuits made more consistent answers than others.
- 3) In C-group, students who had less knowledge about electric circuits made more consistent answer than others.

Key words: misconception, instructional wording, basic electricity

問 題

教育場面において、学習者が事前に学習対象について既に何らかの知識をもっているであろうと思われることがある。これらの知識は学習者がそれまで出会ってきた生活経験から自発的に習得されたものであったり、あるいは先行の

意図的な学習経験により習得・形成されたものと考えることができる。同時にこれらの知識は他の知識群と相互に結びついたり、構造的関係を形成し、細谷(1987)のいう、「土着の知識—信念体系」と呼ぶうる体系をなすと考えられる。このことから肯定的に考えるならば、我々は日常それまでに経験したことの無い課題群に時々

刻々と直面しているが、それら課題群の一つ一つに対していちいち「手も足も出なく」なることなくそれなりに解決して過ごしているのは、まさに土着の知識・信念体系のなせる技であると言いうる。

ところが、ある場面では、間主観的に正しいとは思えない課題解決が見られることがある。当然ながら、この原因をすべて先行の(誤った)意図的教育に求めることは、必ずしも十分ではない。学習者が意図的・無意図的に得た知識が仮にすべて正しいものであったとしても、それらは状況依存的であるという意味で、限定的なものであり、また必ずしも意味空間が閉じられていない。したがってそれらを一般化・特殊化して自成される土着の知識・信念体系に誤りがあり、これが原因となって課題解決を誤る場合があるのである。細谷(1970)はEvansらのプログラム学習記述用語(ル・レッグ法として知られる)に比して、土着の知識・信念体系のうち個々の誤った概念・法則の理解部分をル・バー(\overline{ru})と呼んだ。

こういった誤りの様相は人間の思考作用の特色をよく表すとも考えることができる。主としてこの側面の関心から、この現象が認知心理学領域でも1980年代に入って注目されはじめ、前概念・概念バグ・誤概念・素朴概念などと呼ばれる一連の研究が現在も盛んに行われている。これらの用語は、ル・バーとほとんど同様の意味で用いられている。また、科学教育の立場からも学習者の持つ個人的な理論(自成的である)やモデルを再構成していく過程こそが重視されるべきだとする「構成主義」が注目されるようになった(例えばGlynn et al (1991))。

ところで誤った概念・法則は科学的知識と対立するがゆえに「誤っている」概念であるとされる。しかし、ル・バーの形成過程について考えると、このことがらのみを取り出して「正一誤」の二値に対置することは必ずしも当を得ているとは思われない。すなわち、その概念・法則を適用すると、ある場面では正しい課題解

決に至る、あるいは至った経験があったからこそ、その法則および適用方法が学習されるのである。この観点からすると、学習者の持つ概念・法則が「誤っているか—いないか」という大ざっぱな分類ではなく、どのような課題状況や課題場面では誤るか・どう誤るかについてのさらに詳細な事実の蓄積が必要であると考えることができよう。本研究では、この観点から、比較的以前からその存在および修正法が議論されてきた電流に関する概念の「誤りぶり」について大学生を対象として検討することとしたい。

目 的

前述のようなル・バーないし素朴概念は、場合によって修正するのがひどく困難であることがある。例えば、豆電球を1つの電池につないだ回路を考え、そこから電流がどう流れるかに関して子どもに尋ねると、「電池の+極と-極から電流が流れていき、豆電球のところでぶつかる」と答えることがある。日本の小学校3年生の子どもを相手に、これを修正するために豆電球の数を増やしても点灯することや、電池の+極と別の電池の-極をつないでも点灯しないこと、導線の長さを変えてもすぐ点灯することなどを示しても、子どもは説得されなかった、という(細谷(1977a, 1977b))。「電流ぶつかり説(以下では単に「衝突説」と呼ぶ)」として知られるこのル・バーに類似した現象は各国で報告されている。例えばニュージーランドにおいて、Osborneら(1985)は、単純回路を流れる電流の方向および量に関する考え方(電流モデル)が図1に示した4つのパターンに分かれるとした。すなわち、

1. 「循環説」(正答) 電流は電池の+極から-極に向かって流れ、その流れる量は一定である。
2. 「単極説」 電流は電池の+極から抵抗(豆電球)にまで流れるが、その後は流れない。

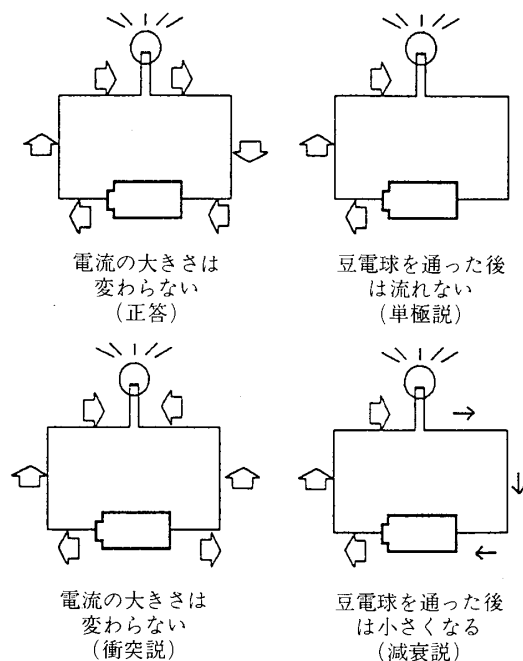


図1 単純直流回路の電流モデル

3. 「衝突説」 前述のように、電池の+極および-極から電流が抵抗に向かって流れる。
4. 「減衰説」 電流は+極から-極に向かって流れるが、電流の量は抵抗の前後で+極側がより大きく、抵抗を通り過ぎると減少する。

多くの被験者に対し調査を行った結果、単極説への反応は少ないが、衝突説や減衰説および正答に反応がばらけるという状態が中高等教育で物理を学ぶ年齢（15歳くらい）まで同じであることを報告している。同様に Johsua ら（1987）も同様のタイプ分けのもと、フランスの12歳と14歳の生徒を対象に調査したところ、衝突説支持者が多く、さらにアナロジーを用いた学習を行っても減衰説へ変化する学習者が若干いたのみであって、正答へは殆ど至らなかったことを示した。

これに対して工藤ら（1997）では、日本の小学校6年生を対象に理科の電磁気学習単元の前後に同様のことがらを尋ねたところ、学習前に「衝突説」が81%であったのに対し、学習後で

は9%に減少し、正答を選択した学習者が3%から84%へと劇的に増加した。この理由として、教授活動においてアナロジーを用いなかったこと、検流計を2つはさむことにより抵抗（教授活動中では豆電球のかわりにモーターを用いた）の前後で電流の方向と量に変化がないという現象を演示したことを挙げている。また、電流モデルには正答者が激増した一方で、電磁気学習をめぐる他の評価課題では、学習者は必ずしも正しく答えることができず、単純回路による電流モデルの理解が他の電流現象・電磁気現象への理解を予測しないことも示している。このことは、学習者がかりに単純回路の電流モデルを正しく構成しえたとしても、必ずしも回路全体について理解したということを保証するものではないという可能性を示唆していると言える。しかし、これまでの研究では、前述の電流モデルのみに焦点がおかれており、小野田（1975）の実践や Osborne ら（1985、前出）が複合回路についての理解が困難であることを示している程度である。例えば家庭での電化製品を用いた回路についての理解を調査した研究はまだ殆どない。電化製品は交流回路であるとはいえ、内部を一つの抵抗であるとみなせば、単純回路と考えることができよう。そこで本研究では、単純回路に関する理解調査に加え、日常よく使う電気製品を用いた場合の大学生の理解の様相を検討することとしたい。対象となる本学の大学生は電磁気学が専門ではないので、前述のようにかなり強いル・バーを自成させており、修正の機会は殆どなかったと推測される。

したがって、

1. 全体としては誤ったモデル「衝突説」「減衰説」を保持している者が多い
2. 単純直流回路では正答をしたとしても、交流回路による回路を題材にすると、やはり「衝突説」「減衰説」を示すであろうと予想できる。

ところで、課題に対する反応に、学習者の持ついわゆる「正答主義」によってバイアスがか

かることがある。経験的にも「正しいのはどれか」と尋ねた場合と、自分の考えやその他の現象を説明するのに「都合がよいのはどちらだと思うか」と尋ねた場合では、反応が異なり、後者の方がより日常の考えに近い回答がもどってくる場合がある。例えば Osborne ら (1985, 前出, p. 57) では、試験では正しく答えられた子どもに対して実際に面接すると「本当はそう思わなかった。ただ、授業でそう考えるように教えられたから」と答えた事実を紹介している。また、細谷 (1978) は、発問のわずかな違いについて、

理科の授業などの際によく見かけることだが「どうして？」とたずねると、だまってしまうたり、身体全体固くしながら「何故かという」とまず威儀を正し、「えーと、えーと、わかりません」といったりするのに反して、もっとさりげなく「どうしてそう思ったの？」と話しかけると、けっこうすらすらと過去の経験を証拠にして、方言まる出しで答えてくれたりすることが多いようである。「僕の思いを言えばいいんだね」という子どもの発言に、私は正答主義からの解放の思いをかぎとったものである。と述べている。

授業における発問の些細な変化によって、このような大きな違いが生じるとすれば、ここで対象とする大学生の課題においてもより日常的な考え方に近い反応の表出の違いが発問の違いによって現れる可能性がある。本研究では、このことも検討するために発問の異なる2群を設定し、正答を求めた場合とそうでない場合とで回答に差がみられるかどうかを付帶的に検討する。

方 法

〈調査内容〉

課題は全部で5問からなる(図2)。課題ごとに内容を説明する。

●第1問—電池の直列・並列の明るさを尋ねる課題

学習者の前提実現値を測定する課題の一つである。当該学習内容は、学習者が受けてきた学校教育の旧指導要領(1977)・現行指導要領(1988)においては、いずれも小学校4年に配当されている。

●第2問—直流回路の点灯・非点灯を尋ねる課題

これも学習者の前提実現値を測定する課題の一つとして位置づけた。工藤ら(1997, 前出)においては、小学校6年生の「電流は流れるが、豆電球はつかない」などの非一貫反応が事後の課題の出来具合をかなり予測していた。このことから、本研究においても尋ねることとした。

●第3問—直列単純回路の電流モデル課題

電流の流れかたに関するモデルを尋ねる課題である。Osborne ら(1985, 前出)や Johsua ら(1987, 前出)などが用いたものと大略同じである。

●第4問—洗濯機の回路課題

洗濯機を一つの抵抗と見なし、コンセントまでどう流れているかを、先の電流モデルに当てはめた選択肢から選ばせる課題である。正答は「コードを通して、同じ大きさの電流が返っていく」であるが、ここではコードが1本に被覆されていることから、衝突説的回答と、単極説的回答の選択肢を同じものとした。さらに、アース(接地)の役割について選択肢を加えた。電化製品におけるアースの役割についてもやや曖昧であると考えたためである。

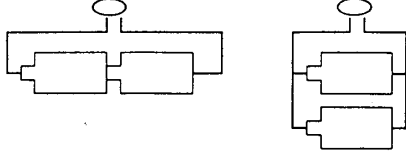
●第5問—家・電柱間の回路課題

家の中にある電化製品を一つの抵抗にまとめて考えた場合、電柱と家との間にどのように回路ができているか、あるいはできていないかについて、第4問と同様に電流モデルにあてはめた形で選択肢を作成した。

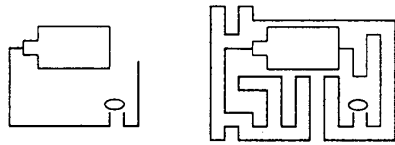
なお、第1問から第3問までは、小学6年生との対比もいちはおうは可能とするために、工藤ら(1997, 前出)で用いたものと同じ課題を用いた。

☆クイズのような問題（考えてみよう）

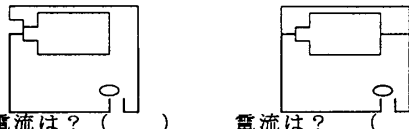
1 次のうち、豆電球の明るくなる方に、○をつけよう。（豆電球はきれいなとして）



2 次のものは、電流が流れるだろうか？豆電球がつくだろうか？流れたり、つくものには、○、そうではないものには×をつけよう

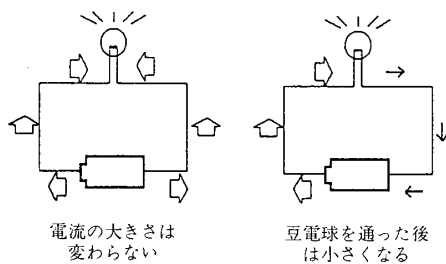
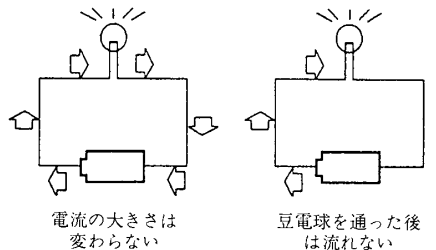


電流は？（ ） 電流は？（ ）
豆電球は？（ ） 豆電球は？（ ）

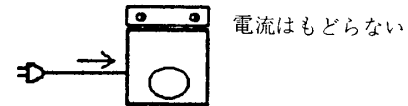
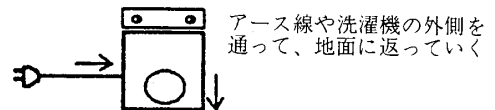
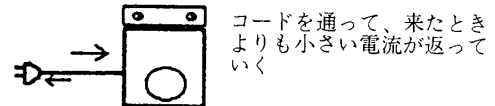
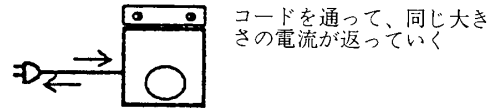


電流は？（ ） 電流は？（ ）
豆電球は？（ ） 豆電球は？（ ）

3 豆電球がついているときの電流の流れかたで、都合のよい説明を○で囲もう。また、その理由も余白に書いてみよう。



4 洗濯機がある。コンセントから洗濯機まで、電流はどう流れているだろう？都合のよい図を○で囲もう（コンセントにプラグはつながっているとします）。また、その理由も余白に書いてみよう。



5 電柱からコンセントにつないだ電化製品まで、電流はどう流れているだろう？都合のよい図を○で囲もう。また、その理由も書いてみよう。

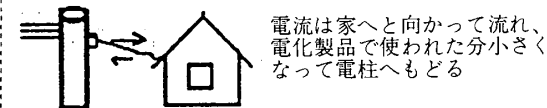
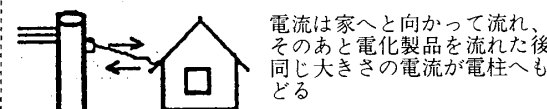
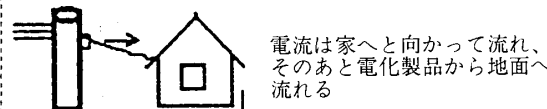


図2 調査課題（E群）

注 C群はアンダーライン（「都合のよい」）部分が「正しい」というワーディングになっている他は、同一である。

〈学習者〉

本学「教育心理学」受講者 計 232 名 (3 年生 10 名 2 年生 221 名 不明 1 名)。

〈手続き〉

1997 年 10 月 9 日, 授業時間終了時に, 調査内容で述べた 5 問の課題を印刷したプリント (B4 版 1 枚半) を配布し, 自由に記述してもらった。課題は図 2 に示す。当該授業において, 学習者は 2 クラスに分かれて受講しており, 第 3・4・5 問の 3 課題について, クラス別に異なる発問を用意した (第 1 問・第 2 問は共通)。すなわち, 「正しいのは (どれか)」 (以下 C 群と呼ぶ) と「都合のよいのは (どれか)」 (以下 E 群と呼ぶ) である。所要時間に群差は認められず, いずれも概ね 20 分程度で終了した。

結 果

1. 前提実現値調査の結果

第 1 問・第 2 問に対する群別の正答率を表 1 に示す。いずれの群についてもショート回路の

豆電球を除いては, 当該授業後の小学生よりも高い正答率を示した。また群間に差は見られなかった。第 2 問のショート回路課題は回路中のどの部分に電流が流れるかを特定して尋ねなかったもので, 豆電球の前後であれば, 電流は (殆ど) 「流れない」が正解となる。そこでこの課題を除いた計 4 小問 (第 1 問+第 2 問の 3 小問) の全てに完答した者の人数は, E 群で 57 名 (49.6%), C 群で 73 名 (62.4%) と, C 群の方が有意に多かった ($\chi^2=3.87$, $df=1$, $p=.049$)。

小学生はこの基準では完答者がいなかったことを考え合わせると, 完答者は電流に関してかなり正しい知識を持ち合わせていることが分かる。また, 前提知識のありようが群間で異なることがわかった (ここまでの問いは共通である)。そこで, 以降の分析では, この完答者 (前提満足者) とそうでない者 (前提非満足者) とを分けて比較することにする。

2. 直流回路の電流モデル (第 3 問) について

群別・前提実現値別反応を表 2 に示す。E 群・C 群ともに前提非満足者の正答率が低く, その

表 1 前提実現調査 (第 1 問・第 2 問) の結果

第 1 問		第 2 問							
Group (N)	(電池)	(断線)		(クネクネ)		(+-+)		(ショート)	
		電流	豆電球	電流	豆電球	電流	豆電球	電流	豆電球
E 群 (112)	85.7%	86.0%	99.1%	97.3%	98.2%	73.1%	89.8%	97.3%	10.7%
C 群 (116)	85.1%	94.0%	99.1%	99.1%	95.7%	81.0%	94.8%	96.6%	6.0%
小学生 (32)	75.0%	84.0%	88.0%	97.0%	94.0%	56.0%	66.0%	75.0%	22.0%

注 小学生は, 「電磁気」に関する学習後の結果を示した。

表 2 直流回路モデル選択率 (第 3 問)

GROUP (N)	正答	単極説	衝突説	減衰説	無答
前提満足者					
E 群 (54)	64.9%	0.0%	3.5%	26.3%	5.3%
C 群 (72)	65.8%	0.0%	9.6%	23.3%	1.4%
前提非満足者					
E 群 (55)	56.9%	1.7%	8.6%	27.6%	5.2%
C 群 (44)	59.1%	0.0%	18.2%	22.7%	0.0%
小学生 (32)	84.0%	0.0%	9.0%	6.0%	0.0%

表3 直流回路モデルの正答者

	正答	非正答
前提満足者	85 (37)	45 (19)
前提非満足者	59 (25)	43 (19)

$$\chi^2=1.38 \text{ n.s.}$$

分衝突説や減衰説をとる者が若干多い。群差については全体的に有意な連関は見られなかった(前提満足者 $\chi^2=1.79$, $df=2$, n.s. 前提非満足者 $\chi^2=2.72$, $df=3$, n.s.)。そこで、群に関係なく、前提満足者と非満足者との間で正答か否かをクロスして集計したところ、有意な連関は見られなかった。前提知識量の有無によって正しい電流モデルを選択する傾向があるとは言いがたいことがわかる(表3)。

3. 洗濯機の電流モデル(第4問)について

群別・前提実現値別反応を表4に示した。いずれの群も正答率は3割を超えないことが分かる。

4. 家と電柱の間の回路モデル(第5問)について

群別・前提実現値別反応を表5に示した。第4問と同様に、いずれの群も正答率は低いが、洗

濯機よりはやや高い。

5. 反応モデル間の関係について

第3問に対する回答と第4・5問に対する回答の関係はどうなっているのだろうか。まず、第3問に正答した者のみの第4・5問の回答を表6・7に示す。前提満足者の正答がやや目立つものの、他のモデルへ回答する者も多く、また特定の傾向へのシフトは認められないようである。このことは、第4・5問と第3問が学習者にとって異質であり、第4・5問のような交流回路は、より解決に困難を伴う課題状況であると解釈できよう。

それでは、一貫して同一モデルに反応する者はどの程度いるのだろうか。第3問と第4・5問は学習者にとってかなり異質であることを示した。そこで、第4・5問に一貫して同じモデルを選択した者の割合を表8に示した。前提満足者においては、E群では単極説が、C群では非一貫者が多く、前提非満足者では、E群C群ともに非一貫者が多い。一貫した選択をしたか否かについてのみ見ると、表9・10のようになり、いずれも有意な連関が見られた。前提満足者では、

表4 洗濯機回路モデル選択率(第4問)

GROUP (N)	正答	単極説	アース説	減衰説	無答
前提満足者					
E群(57)	28.1%	36.8%	12.3%	19.3%	3.5%
C群(73)	28.8%	27.4%	24.7%	16.4%	2.7%
前提非満足者					
E群(58)	10.3%	31.0%	29.3%	20.7%	8.6%
C群(44)	22.7%	22.7%	34.1%	13.6%	6.8%

表5 家庭-電柱回路モデル選択率(第5問)

GROUP (N)	正答	単極説	アース説	減衰説	無答
前提満足者					
E群(57)	28.1%	35.1%	8.8%	21.1%	7.0%
C群(73)	28.8%	38.4%	15.1%	13.7%	4.1%
前提非満足者					
E群(58)	19.0%	31.0%	20.7%	20.7%	8.6%
C群(44)	27.3%	20.5%	25.0%	18.2%	9.1%

表 6 直流回路正答者の洗濯機回路モデル選択率 (第 4 問)

GROUP (N)	正答	単極説	アース説	減衰説	無答
前提満足者					
E 群 (37)	43.2%	40.5%	10.8%	5.4%	0.0%
C 群 (48)	41.7%	25.0%	22.9%	8.3%	2.1%
前提非満足者					
E 群 (33)	18.2%	18.2%	33.3%	27.3%	3.0%
C 群 (26)	19.2%	26.9%	38.5%	3.8%	11.5%

表 7 直流回路正答者の家庭-電柱回路モデル選択率 (第 5 問)

GROUP (N)	正答	単極説	アース説	減衰説	無答
前提満足者					
E 群 (37)	43.2%	35.1%	8.1%	10.8%	2.7%
C 群 (48)	43.8%	31.3%	16.7%	6.3%	2.1%
前提非満足者					
E 群 (33)	30.3%	33.3%	12.1%	21.2%	3.0%
C 群 (26)	23.1%	19.2%	30.8%	11.5%	15.4%

表 8 第 4 問と第 5 問のモデル一貫選択率

GROUP (N)	正答	単極説	アース説	減衰説	非一貫者
前提満足者					
E 群 (57)	24.6%	31.6%	8.8%	17.5%	17.5%
C 群 (73)	21.9%	23.3%	11.0%	11.0%	32.9%
前提非満足者					
E 群 (58)	8.6%	20.7%	8.6%	5.2%	56.9%
C 群 (44)	18.2%	13.6%	22.7%	11.4%	34.1%

表 9 一貫者と非一貫者 (前提満足者)

	一貫者	非一貫者
E 群	47 (36)	10 (8)
C 群	49 (38)	24 (18)

$$\chi^2=3.90 \quad p<.05$$

表 10 一貫者と非一貫者 (前提非満足者)

	一貫者	非一貫者
E 群	25 (25)	33 (32)
C 群	29 (28)	15 (15)

$$\chi^2=5.22 \quad p<.05$$

E 群の方がより一貫した回答をしやすく、非前提満足者では C 群の方がむしろ一貫している者が多いことがわかる。

6. 直流回路モデル選択別の交流モデルの回答傾向について

前述のように、直流回路モデルの正答者については、交流モデル (第 4・5 問) の選択がばら

ついた。1 名しかいなかった単極説を除いた衝突説・減衰説モデルの選択者について、交流モデルでの一貫反応者数を表 11・12 に示す。

表からわかるように、いずれのモデル反応者でも交流では正答に至るということは殆どない。また、前提非満足者の C 群を除き、衝突説では、交流では単極説への一貫反応が目立つ。さ

表 11 直流衝突説反応者の第 4・5 問一貫反応者数

GROUP (N)	正答	単極説	アース説	減衰説	非一貫反応
前提満足者					
E 群 (2)		2			
C 群 (7)		5			2
前提非満足者					
E 群 (5)		4			1
C 群 (8)	3		2	1	2

表 12 直流減衰説反応者の第 4・5 問一貫反応者数

GROUP (N)	正答	単極説	アース説	減衰説	非一貫反応
前提満足者					
E 群 (15)		4	2	8	1
C 群 (17)		3	2	7	5
前提非満足者					
E 群 (16)		2	3		11
C 群 (10)	1	3	1	3	2

らに、前提満足者の減衰説では交流でも減衰説をとる者が比較的多い。前提非満足者は安定していない回答が目立つ。

考 察

直流電流モデルについては、正答を選択する者が過半を超えるものの、衝突説や減衰説を選択するものの存在も確かめられた。単極説への反応は殆ど見られなかった。この意味では直流電流モデルについては、予想したほどにはル・バー所持者が多くないということができよう。言い換えれば、直流電流回路において、抵抗の間に 2 本の導線が必要であること（単極説以外は全て当てはまる）はほぼ全員が認識していたと考えることができる。

一方、ここで測定した限りにおいては、回路の接続に関する前提知識の多寡によって正答・誤答の傾向は認められなかった。問題でも述べたように、単純直流電流モデルの構成が必ずしも回路全体の理解を保証するものではないことが再確認されたということができる。

課題を交流事態にした場合、選択されるモデルはばらついていて、直流モデルで正解した者であっても、交流事態ではまた別の考え方を採用するという事実は、予想通りであったといえ、学習者の選択する単純直流モデルが交流事態には適用されない、すなわち、単純直流モデルが日常使用している電化製品における電流の様相の理解へは広がっていないことを示唆する。ところが、直流モデルで誤ったモデルを採用する者は、交流では殆ど正答モデルを選択しなかったことから、この意味では直流モデルが交流モデル正答のための前提となっていることがわかる。

このことの教育的意義について考える。電流に関する領域について、少なくとも義務教育段階の学校教育においては、学習者の日常生活と結びつけた形での学習が行われていない。今回とりあげた交流事態のような課題は、確かに容易とは言いがたいことが大きな理由であろう。しかし、電気関係の職業を選択しない大多数の者でも、日々朝から晩まで電化製品を「使いまくって」過ごしているのが現状であることを考慮すると、電流学習が日常の電気の利用と結びつか

ず、いわば孤立した状態になっているのは、いかにも惜しいと言わざるをえない。漏電を防いだり、ちょっとした故障の原因を推測したりすることができることは、日常生活内で現代人が身につけているべき知識であると考ええる。しかし、本研究では、直流回路を学習するのみでいわば放置しておいた状態では、そこまで理解は広がっていないということが確認できたと言える。

次に、発問の違いが及ぼす影響について考える。今回は交流課題（第4・5問）への反応の一貫性をめぐっては、前提知識の量、発問によっていわば交互作用的な結果が得られた。このことは、「どう考えたら都合がよいか」という発問によって、学習者の思考が個々の回答の正誤よりは、説明するとしたらどう考えるかなど、説明原理そのものの吟味に焦点がおかれることを意味するのではないだろうか。すなわち、前提知識がある場合、本研究で尋ねた課題（交流事態）は、「そこまで理解が（まだ）及んでいない」と考えることができる。こういった学習者は回答がより一貫することになり、一方で前提知識に不足がある場合には、不確定な前提知識による説明を試みることにより、逆に回答が一貫しない者が多くなるという解釈が可能ではないだろうか。

このことは、授業などにおいて、教授者が行う発問のうち、正答を求めるのではなく、既有知識との整合性を求める場合に、今回のような「都合がよいか」という発問が効果をもつという可能性があることを示すと言える。

交流事態でも正答モデルを選択できるようにするための要因および教材を開発すること、および今回示唆された発問の効果の蓋然性を獲得することが今後の課題となる。

文 献

細谷 純 (1987) 『科学をどう教えるか—順序性と教授方略—』講座 教育の方法6 科学と技術の教育』

岩波書店

細谷 純 (1970) 問題解決 『講座 心理学8 思考と言語』東京大学出版会

Glynn, S.M., Yeany, R.H. & Britton, B.K. (1991) "The Psychology of Learning Science" Lawrence Erlbaum. (武村重和 監訳 (1993) 『理科学習の心理学』東洋館出版社)

工藤与志文・荒井龍弥・宇野 忍・白井秀明 (1997) 単純回路に関する電流モデルの修正に及ぼす「初等電磁気学」教授の効果 (1)～(4) 日本教育心理学会 第39回総会発表論文集, 513-516

Osborne, R. & Freyberg (1985) Learning in Science. Heinemann Pub. (NJ) (森本信也・堀 哲夫訳 (1989) 「子ども達はいかに科学理論を構成するか」東洋館出版社)

S. Johsua and J.J. Dupin (1987) Taking Into Account Student Conceptions in Instructional Strategy: An Example in Physics, COGNITION AND INSTRUCTION, 4(2), 117-135

(鈴木宏昭ら (1989) 『教材理解の認知心理学』新曜社 146-149 に邦文で紹介がある)

細谷 純 (1977a) 「学習の主体としての子どもたち 教科学習の心理学 3」, 『わかる授業』No. 4

細谷 純 (1977b) 「教科学習の特徴 教科学習の心理学 4」『わかる授業』No. 5

細谷 純 (1978) 「学習や学習援助における『発問』の役割 教科学習の心理学 9」『わかる授業』No. 11 (『わかる授業』の「教科学習の心理学」の連載は細谷 純 (1996) 『教科学習の心理学』中央法規に再録されている。)

小野田三男 (1975) 授業書〈2つの回路の結合〉とその解説『仮説実験授業研究』第7集 161-176 (仮説実験授業研究会・板倉聖宣編 (1989) 『ものとその電気』仮説社に再録)

小学校学習指導要領 (旧) (1977) 文部省

小学校学習指導要領 (現行) (1988) 文部省

課題作成のために使用した文献

後藤尚久 監 (1997) 『電気的一般常識』ナツメ社

関 昭雄 (1983) 『電気の常識なるほどゼミナール』日本実業出版社

速水敏幸 (1991) 『電線のスズメはなぜ感電しない』講談社ブルーバックス

(平成9年11月17日受付, 平成9年12月11日受理)