

平成21年 4月30日現在

研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18730542
 研究課題名（和文） 教育課程編成・授業デザインによる初等電磁気概念形成効果の定点経年比較研究
 研究課題名（英文） A Comparative Study by the Aging in the Fixed Point of the Effect to the Elementary Electromagnetism Concept Formation with Course of Study Formation and the Class Design
 研究代表者
 平野 俊英 (HIRANO TOSHIHIDE)
 愛知教育大学・教育学部・准教授
 研究者番号：70325033

研究成果の概要：小学校理科の主要内容だが認知発達・学力形成の上で定着に課題がある電磁気関連単元を取り上げ、学習者が授業で行う概念形成の特徴を、教育課程、教師の授業デザイン、時代背景にある教育文化といった諸側面との関わりを探る中で明らかにし、今後の電磁気学習のあり方を考察した。1976年度末（坂元・武村ら実施）・1996年度末（平野実施）に実施した調査をベースに定点調査校（公立校）で実施し、経年間で結果比較を行った。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,700,000	0	1,700,000
2007年度	1,100,000	0	1,100,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	270,000	3,970,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：カリキュラム構成・開発，カリキュラム評価

1. 研究開始当初の背景

小学校理科において電磁気関連単元は、多学年で教授される主要内容である。電流概念を軸に内容構成されるが、昭和50年代以降幾度かの学習指導要領改訂により、学習学年の変更や学習内容の精選・集約、新教材の導入が繰り返し行われた。電流概念自体の抽象性ゆえに学習者は経験を通じて教師の推測をしのぐ多様な概念を構成し、問題解決に適用することが科学教育・認知心理研究から多数報告されている。原因には、学習者の質的・量的な経験差、経験から獲得する感覚的・直観的印象、言語表現から受け止めるイ

メージ差、学習者の信念体系等があげられる。これら国内外の当該領域研究の目的として注視するのは、あくまで、ある学年のある単元における学習者の概念変容の姿を構成主義的立場から提示すること、または更に新規に企てた単元展開の効果を示すことまで留まっている。学習者の概念獲得や内容構成の系統性を強化する観点から、調査内容をある教科領域に関して学年横断的にシステム化したうえで実施することは、あまりなされてきていない。また、学習者のある教科領域における概念形成の特徴を時代横断的・比較文化的に捉え、それから得られた知見を教育

課程編成や教授方法の開発、さらに教師教育プログラム開発に導入する必要があると思われるが、その実践は極めて少ない。

以前に実施された1976年度と1996年度の2つの調査の結果比較分析から、①教育課程構造に関して、スパイラル型(1976年度：昭和43年改訂版学習指導要領)と学年集約型(1996年度：平成元年版学習指導要領)との違いが概念形成に影響を与えることと、教師による学習者のつまずきに対する配慮が不十分だと両者に同様なつまずき傾向が示されること。②学年集約型教育課程では教師の自由な意思決定とその結果として授業デザインが多様化するため、目標達成型で自然の論理的・客観的な捉えを強調したスパイラル型と比べて概念達成水準が低まること。③学年集約型の学習者を対象にスパイラル型の授業仮説に則したデザインの授業を行えば、スパイラル型と同水準の概念形成が可能なこと、が得られている。

本研究では、平成10年改訂の学習指導要領の施行下である現在の学習者を対象にした調査を実施し、新たなデータを加えて以前の調査データと比較分析を行うことによって、学習者の概念形成、ならびにそれと教育課程・授業デザイン・教育文化との対応関係に関してさらなる知見を得ようとするものである。この知見は今後の教育課程改編において貴重な指摘を与えるものと考えられる。

平成10年の学習指導要領の改訂では、電磁気関連単元内容において、平成元年改訂版から変更された事項は以下の3点である。

- ・第3学年の電気と磁石の取り扱い単元に関して、物の性質を主眼に両者を1項目にまとめた位置づけから、電気回路と磁石の性質へ主眼を変更して別立て項目になった。
- ・第4学年の電気の働きの単元に関して、これまでの乾電池の数だけでなく、つなぎ方にも主眼をおかれるよう変更された。
- ・第6学年の電流の働きの単元に関して、電熱線の発熱に関する内容事項が中学校に移行された。

なお、単元配置学年やシーケンスの変更は認められない。これらの変更により、今回の調査では前回よりも、小学校第3学年・第4学年で学習することで形成される電気回路概念の理解が幾分かは改善傾向にあることが窺えるのではないかと予想される。

2. 研究の目的

本研究は、小学校理科で扱われる電磁気関連単元を取り上げ、学習者が実際に授業で行っている概念形成の特徴を、学習指導要領等で示される教育課程、教師の理科授業デザイン、時代背景にある教育文化といった諸側面との関わりを探る中から明らかにし、今後の電磁気学習、ひいては科学教育のあり方につ

いて考察することを目的としている。

3. 研究の方法

1976年度末(坂元・武村らの科研費特定研究「科学教育」による実施：調査校24校、第1～6学年児童対象、各学年800人規模)と、1996年度末(平野の科研費特別研究員奨励費による実施：調査校14校(1976年度末調査の実施校より設定)、第1～6学年児童対象、各学年400人規模)の2回実施した「学習者の電磁気概念形成の実態調査」の再実施、経年間で結果の比較分析を主体とする本研究を実施するにあたって、次の分析視点を設定している。

- (1) 質問紙法による実態調査を、過去の調査校(定点)で行い、学習者の電磁気概念形成上の特徴をとらえるとともに、過去データとの比較を行う。対象は理科を学習する第3～6学年児童とし、過去の質問紙と同一の「学習背景」「学年横断的分析用課題」の選択肢質問群のほか、新規の「言語イメージ分析用課題」を用意して分析データの拡充を図る。また、同意が得られた調査校においては、第4学年を対象にした過去の質問紙と同一の「第4学年分析用課題」の選択肢質問群を追加して実施する。
- (2) 現行学習指導要領下での理科授業の分析を行い、電磁気学習過程における学習者・教師・教材の関わりを教育課程や授業デザイン、学習環境の違いの観点からとらえ、その概念形成への影響を質的に把握する。
- (3) 学習者の電磁気概念形成に関するデータを示して理科教師にその反応を問う中から、電磁気学習の捉え方を明らかにするとともに、教育課程や教師教育において今後取られるべき改善策を検討する。

なお、補助金を受けた3年間において、文部科学省による全国的な悉皆による学力調査(国語・算数)の継続的实施や、校内研修の教科に理科をあてがう小学校の大幅な減少、学校週5日制による授業時数的な余裕の喪失等により、調査対象校である1976年度末調査の調査校24校との調査実施受入交渉が大変難航した。その結果として、実態調査は本研究最終年度である2008年度の末に、関東地区の公立小学校2校から実施協力を受けて小規模に行うこととなった。そのうち1校は過去2回の調査とも参加協力のあった学校であり、実態調査の企画通りに第3～6学年で実施(各学年とも3クラスで100人強)という形態であった。もう1校は昭和52年度末調査のみ参加協力のあった学校であり、第3学年のみの実施(2クラスで60人強)という形態であった。よって、今回の実態調査の結果分析から得られる事柄については、あくまでケーススタディ的な解釈レベルにとどまることとなった。

表 1 「学年横断的分析用課題」の内容に関する履修学年と第 4 学年児童の正答

電磁気内容に関する問題	履修学年			正答率		
	S52調査	H09調査	H21調査	S52調査	H09調査	H21調査
Q31 太い導線への変更・接続と豆電球の明るさ	2	3	3	71.0	38.9	42.9
Q32 点灯しない回路(ショート回路含む)	2	3	3	13.9	10.4	17.1
Q33 回路内の豆電球の位置と明るさ	2	3	3	77.5	46.0	50.5
Q34 磁石につく物・電気を通す物	1・2	3	3	55.5	45.1	48.6
Q35 磁石を離れた後の方位磁針の向き	3	3	3	55.2	36.9	45.7
Q36 クリップ引きつけ距離と磁石の強さ	1	—	—	58.9	44.5	52.4
Q37 導線の太さ異なる豆電球2個並列回路の明るさ	3	—	—	58.9	40.0	29.5
Q38 1個より明るい乾電池2個回路	4	4	4	74.3	65.5	81.9
Q39 1個と同じ明るさの豆電球2個回路	3	—	—	45.1	34.3	33.3
Q40 1個と同じ明るさの乾電池2個回路	4	4	4	48.8	31.9	53.3
Q41 1個ゆるめると全て消灯する豆電球2個回路	3	—	—	84.9	56.6	59.0
Q42 乾電池の向きと方位磁針の振れる向き	4	—	—	26.2	22.1	29.5

※ 昭和 52 年度調査の正答率より 20%以上低い場合はセルを青色、10%以上低い場合は水色にした。また、3 調査のうち、最も高い正答率を赤字、最も低い正答率を青数字にした。

4. 研究成果

本紙面では、調査・分析の進行ならびに紙面幅の関係により、調査被験者のうち第 4 学年児童のみを抽出し、回答データを分析・考察した内容について報告する。

(1) 「学年横断的分析用課題」から見られる児童の電磁気概念形成の特徴

第 3～6 学年の児童の電磁気概念形成を横断的に分析するために、昭和 43 年改訂版学習指導要領において第 1～4 学年で履修された単元内容に関する設問 12 間で構成する問題群を用意した。なお、これらは平成元年及び平成 10 年改訂版学習指導要領において、7 問が第 3・4 学年で学習され、5 問は取り扱いがないものである(表 1 参照)。

学年横断的な回答傾向について、1976 年度末調査では馬場ら(1983)が次の 5 項目を指摘している。

- ① 学年差は殆ど見られない。設定の関係からか、第四学年が最も好成绩であった。
- ② 高学年で正答率が伸び悩んだ。忘却や他内容の学習による干渉が影響したと考えられた。
- ③ 並列回路の理解が、直列回路と比較してそれほど進展しない。用語の意味の難解さや、児童の考えと現象との不一致が影響していると考えられた。(不一致とは例えば、ものの数が増えることにつまずき、乾電池の数により常に明るさも変わると考えてしまいがちという意味である。)
- ④ ショート回路の理解が全学年とも低調であった。指導上の位置づけがないものの、ショート回路では電流がたくさん流れて乾電池がもつエネルギーの消耗が激しいことなどから、ある程度の指導が必要であろう。
- ⑤ 正答率の性差は第 4 学年以上で顕著であった。女子の少ない生活経験、消極的な実験参加が指摘された。今後の社会生活に向けて女子も電磁気について一層理解を深める必要があることから、個別実験の機会を多くつくる等して女子に学習する楽しさを味わわせる配慮が必要である。

また、1996 年度末調査からは次のような回答傾向が得られている。

- ① 殆どの問題で、1996 年度末調査の正答率は学年を問わず 1976 年度末調査の値を下回った。また、正答率較差に関して比率の差の検定を行った結果、2 学年以上にわたって有意差が認められない問題には電気回路に流れる電流やその作用について尋ねる Q32・Q37・Q38・Q42 が該当した。
- ② 各問題の両調査での正答率は、学年進行に伴って一定の範囲内で変動した。この変動域を基にして、問題難易度に関する 4 形態が見いだせた。
 - A 7 割以上が正答できない問題
: Q32
 - B 半数が正答できない問題
: Q37, Q39, Q40, Q42
 - C 半数以上から、半数未満が正答できる状態へ変化した問題
: Q31, Q33, Q34, Q35, Q36
 - D 半数以上が正答できる問題
: Q38, Q41
- ③ 1976 年度末調査で顕著であった性差は、1996 年度末調査で殆ど見られなくなった。両調査の正答率較差を性別で比べると、女子ではあまり見られないが、男子では顕著であり、平成 9 年調査の方が低かった。

これらのデータと、今回の 2008 年度末調査のデータによる結果を比較した場合、次のような傾向が考えられる(表 1・表 2 参照)。

- ① 殆どの問題で 2008 年度末調査の正答率は、1996 年度末調査の正答率と同程度から、1976 年度末調査の正答率との格差が減少する方向に上昇する傾向がみられる。ただし、導線の太さの異なる豆電球 2 個並列回路での明るさ判断を尋ねる Q37 では、導線の太さという視覚情報(見た目)による判断への影響が増したためか、逆に 1996 年度末調査の正答率から 10%以上低下した。また、Q32・Q38・Q40・Q42 では、3 調査の中で最も高い正答率を示した。

表2 「学年横断的分析用課題」について性別で見た第4学年児童の正答状況

電磁気内容に関する問題	正答率（4年男子）			正答率（4年女子）		
	S52調査	H09調査	H21調査	S52調査	H09調査	H21調査
Q31 太い導線への変更・接続と豆電球の明るさ	77.5	39.1	39.6	64.1	38.7	46.2
Q32 点灯しない回路(ショート回路含む)	18.5	11.1	15.1	9.0	9.7	19.2
Q33 回路内の豆電球の位置と明るさ	84.0	48.9	47.2	70.7	42.9	53.8
Q34 磁石につく物・電気を通す物	61.8	48.5	54.7	48.8	41.5	42.3
Q35 磁石を離れた後の方位磁針の向き	60.5	38.7	45.3	49.6	35.0	46.2
Q36 クリップ引きつけ距離と磁石の強さ	65.3	42.1	52.8	52.2	47.0	51.9
Q37 導線の太さ異なる豆電球2個並列回路の明るさ	67.8	44.7	30.2	49.6	35.0	28.8
Q38 1個より明るい乾電池2個回路	78.3	66.8	77.4	70.2	64.1	86.5
Q39 1個と同じ明るさの豆電球2個回路	49.8	32.8	41.5	40.1	35.9	25.0
Q40 1個と同じ明るさの乾電池2個回路	56.0	35.7	56.6	41.2	27.6	50.0
Q41 1個ゆるめると全て消灯する豆電球2個回路	87.8	54.9	60.4	81.8	58.5	57.7
Q42 乾電池の向きと方位磁針の振れる向き	29.3	22.6	37.7	23.0	21.7	21.2

※ 昭和52年度調査の正答率より20%以上低い場合はセルを青色、10%以上低い場合は水色にした。
また、3調査のうち、最も高い正答率を赤字、最も低い正答率を青数字にした。

②概ね、1996年度末調査での結果と同様に、1976年度末調査で顕著であった性差は殆ど見られなかった。2008年度末調査で10%以上性差が認められたのはQ34・Q39・Q42であり、特に女子における正答率の上昇による影響が窺えた。

③2008年度末調査データは同じ学校の3クラス分の児童のものであった。学級担任が理科授業を行う第4学年での調査結果から、クラス間で正答率が大きく変動する問題と、変動が小さい問題があることが分かった。20%以上の較差がある問題は、Q31・Q33・Q34・Q35・Q37（表3の青色セル）であった。その殆どが現行学習指導要領で学習される内容の設問であることから、理科授業による影響が強いと考えられる。12問中の正答問題数を児童毎に算出して、クラス平均値を求めたところ、最も高い5.6問となったクラスAは、教職経験10年未満の男性教員が担任で、「教科書を使用するが、その展開に沿わず、自由試行による電気回路の作成体験を織り込むなど独自展開によって実験を行う授業」を実施していた。次いで5.5問となったクラスBは教職経験10年未満の女性教員が、5.2問となったクラスCは教職経験25年以上の女性教員が担任で、いずれも「教科書を使用し、その展開に沿って実験等を行った授業」を実施していた。各問題のクラス正答率は、クラス正答問題数平均値の順位と良く対応していた。

④各問題における誤答選択肢の回答状況を見た場合、概ね、過去の調査時と似通った選択傾向を示すことが窺えた。ただし、Q32・Q37・Q39については、誤答間の比率変動が発生している可能性も考えられるため、次のような詳細な分析が必要である。
Q32：回路を形成しない導線の影響よりも、一部を複線化した導線の影響が拡大したかどうか。
Q37：導線を太くすると明るくなると考える児童が拡大したかどうか。
Q39：豆電球が2個とも点灯（直列・並列）

表3 正答率の学級差(最大値-最小値)

Q31	22.9	Q37	28.6
Q32	17.2	Q38	2.9
Q33	20.0	Q39	5.7
Q34	22.9	Q40	8.5
Q35	20.0	Q41	5.8
Q36	5.7	Q42	11.4

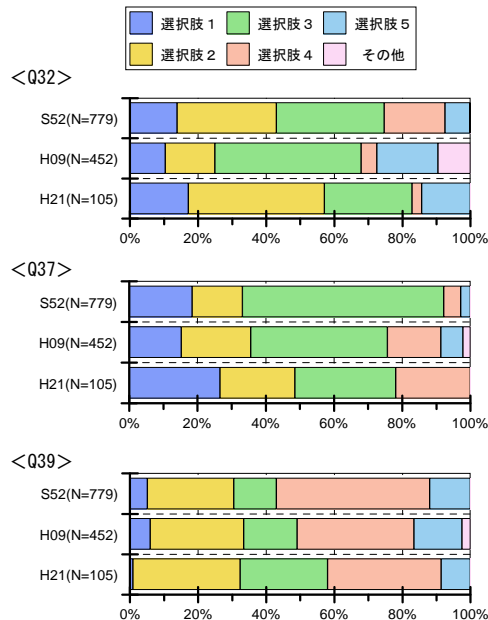


図1 3調査におけるQ32・Q37・Q39の選択肢回答状況

するもの、あるいは回路が1つになっているもの（直列・1個のみ単回路）を選択する児童が増加したかどうか。

(2)「学習背景」から見られる児童の理科学習の特徴

この調査を実施した学校は校内で理科的教育活動に熱心に取り組んでおり、児童向けに科学クラブの開設や科学館や野外活動等の活用等の理科教育活動を充実させているほか、教員研修においても2008年度に地区理科研究会で授業研究会を開催したり、理科に関する校内研修を実施したりしている。また、高学年には理科専科が導入されている。

表4 「学習背景」問題での尺度回答平均値

問題内容	S52	H09	H21
Q5 理科の好き嫌い	3.67	3.73	4.31
Q6 理科の勉強の難易	3.14	3.32	3.58
Q7 理科の勉強の理解度	3.33	3.53	3.90
Q8 理科での発表の積極性	2.50	2.72	3.10
Q9 理科での質問の積極性	2.16	2.39	2.68
Q10 野外における勉強の機会	2.75	2.72	2.69
Q11 勉強でのテレビ視聴の機会	3.01	2.45	2.47
Q12 実験への積極性	3.06	3.07	3.51
Q13 実験の準備・後片づけへの積極性	3.52	3.68	3.91
Q15 草花の栽培経験の程度	3.40	3.27	3.76
Q17 月の観察記録経験の程度	2.61	1.59	3.58
Q23 科学読み物の読書経験の程度	3.10	2.91	3.60
Q24 理科図鑑による検索経験の程度	3.14	2.85	3.79
Q26 TV科学番組の視聴経験の程度	3.74	3.55	3.74
Q29 動植物園・科学博物館等への訪問経験の程度	3.41	3.94	4.21

※表中の数字は、5件法によって回答された1～5の選択肢に対して順に、5～1点の数値化得点を与えた上で、算出した尺度回答平均値である。

そのような背景もあつてか、理科及び理科学習に対して、過去の2調査と比較してもよりプラスのイメージ持つ児童が多いことが窺えた。また、日常生活の中での理科的経験についても比較的、より多く取り組まれていることが窺えた(表4参照)。また、2008年度末調査に関して性差を見た場合、Q5・Q6などは有意水準5%で男子の方が高い値を示していた。ただし、クラス毎に尺度回答平均値を見た場合、正答問題数のクラス平均値が最も低かったクラスCにおいて、他の2クラスよりも表4に示す各問題の数値が有意に高いことが示されており、観察実験や調査、視聴、読書の機会等の体験の充実が、必ずしも概念形成にプラスの影響を与えているわけではないことがいえる。子どもの概念理解・概念形成にとって有効な学習体験となり得ているのか、また、子どもに既存の見方や考え方の修正を意識させた上で観点変更を迫るように教師によって適切な指導が行われているのか、理科授業の質的な分析が行われる必要があることが指摘された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0件)

[学会発表] (計 0件)

[その他]

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平野 俊英 (HIRANO TOSHIHIDE)
 愛知教育大学・教育学部・准教授
 研究者番号：70325033