

中学校

平成 7 年 度

教育研究員研究報告書

理 科

東京都教育委員会

平成7年度

教育研究員名簿(理科)

分科 会名	区 市 町 村 名	学 校 名	氏 名
第 1 分 科 会	澁 谷	澁谷区立原宿中学校	井ノ口 賀 啓
	中 野	中野区立第一中学校	加 藤 正 朗
	荒 川	荒川区立第十中学校	森 田 一 路
	板 橋	板橋区立赤塚第二中学校	岡 村 克 也
	練 馬	練馬区立開進第三中学校	覚 張 真 宏
	江 戸 川	江戸川区立葛西第二中学校	塚 本 忠 義
	八 王 子	八王子市立松が谷中学校	辻 本 昭 彦
	青 梅	青梅市立第二中学校	○佐 藤 俊 夫
第 2 分 科 会	文 京	文京区立第二中学校	大 羽 陽 子
	目 黒	目黒区立東山中学校	◎森 文 隆
	世 田 谷	世田谷区立八幡中学校	松 本 啓 子
	足 立	足立区立第十三中学校	小 山 昌 宏
	立 川	立川市立立川第一中学校	下 田 治 信
	三 鷹	三鷹市立第一中学校	石 川 周 子
	武蔵村山	武蔵村山市立第二中学校	山 谷 安 雄
多 摩	多摩市立聖ヶ丘中学校	野 沢 雄 介	

◎ 世話人 ○ 副世話人

担 当 教育庁指導部中学校教育指導課指導主事 和 田 孝

生徒の学習意欲を高め、主体的な学習を促す指導方法の研究

目 次

I 主題設定の理由	2
II 「電流」の学習において、生徒の興味・関心を高め、 主体的な学習活動を促す指導法の工夫	
1 研究のねらい	3
2 研究の方法	3
3 研究の内容	4
(1) 実態調査	4
(2) 学習活動の計画	6
(3) 評価計画	7
(4) 学習の展開例	8
(5) 教材・教具の工夫	9
(6) 研究の結果と考察	11
4 まとめと今後の課題	13
III 「生物のつながり」の学習において、生徒の興味・関心を高め、 主体的な学習活動を促す指導法の工夫	
1 研究のねらい	14
2 研究の方法	14
3 研究の内容	14
(1) 学習計画	14
(2) 授業の展開例	17
(3) ワークシートの活用例	19
(4) 教材・教具と指導法の工夫	20
(5) 自己評価	23
4 まとめと今後の課題	24

研究主題

生徒の学習意欲を高め、主体的な学習を促す指導法の研究

I 主題設定の理由

中学校理科教育では、自然に対する関心を高め、観察・実験などを重視し、科学的に調べる能力と態度を育てるとともに、自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養うことを目標としている。

このため、理科学習においては、身の回りの事物・事象とのかかわりを通して、直接体験を重視した学習を充実させ、探求する過程を大切にしたい指導内容・方法の工夫が必要である。

しかし、理科学習の内容のなかには、生徒が直接体験できる観察や実験が困難で、教師主導の知識伝達型の授業展開になることが多く、生徒の興味・関心を高めたり理解を深めることが難しくなっているものもある。

本研究では、生徒のもっている知的好奇心や疑問、現象などの原因を知ろうとする探求の意欲を学習活動で生かし、主体的な活動を促す指導内容・方法及び教材・教具、評価の工夫をねらいとして、この研究主題を設定した。

本研究を進めるにあたって、次の事項に留意した。

- 1 身近な素材を活用した観察・実験などの工夫
- 2 教材・教具の個別化の工夫
- 3 個に応じた指導方法の工夫
- 4 自己評価による形成的評価の工夫

第1分科会では「電流」について、次の点について研究を進めた。

- ① 生徒の主体的な活動を促す学習計画・授業展開の工夫
- ② 生徒の学習への興味・関心を高める教材・教具の工夫
- ③ 生徒の学習意欲を高め、主体的な活動を促すための評価の工夫

第2分科会では、「生物のつながり」について、次の点について研究を進めた。

- ① 生徒の主体的な学習を促す学習展開の工夫
- ② 直接体験を重視し、身近な素材を活用した観察・実験などの工夫
- ③ 生徒の主体的な学習活動を促すための評価の工夫

II 「電流」の学習において、生徒の興味・関心を高め、 主体的な学習活動を促す指導法の工夫

1 研究のねらい

「理科は実験があるから好き」という生徒が多いにもかかわらず、「電流」の学習は、「嫌い」「よくわからない」と答える生徒が多い。実験の多い「電流」の学習が興味・関心をもちにくい理科学習の内容の一つになっている。

従来の「電流」の学習では、回路をつくり、電流・電圧の定量的な測定を通して現象における規則性をつかませ、法則や関係式の計算練習を重視してきた傾向がある。また、先行研究においても「電流」の単元の学習のつまずきの原因として「電気は直接目でとらえにくい」、「電流・電圧・抵抗の概念がつかみづらい」ということが指摘されてきた。電流・電圧・抵抗に対するイメージをもてないまま現象面だけを扱う学習活動では、数量的な扱いなどに対してもその意味の理解を深めることができないのではないかとと思われる。

電流の実体が電子の流れであり、この電子のイメージを使って電流・電圧・抵抗の概念を形成し、現象を統一的に理解させることが科学の楽しさ、おもしろさに結び付き、興味・関心をもたせることにつながるのではないかと考える。

中学生という発達段階では「電流とは何か」という本質的な問いをもっている。電流の実体をイメージしながら現象を追求していくことで生徒の問いにこたえ、興味・関心を喚起し、主体的学習への意欲が自然と高められる。そこで本分科会では生徒がこの単元を通して常に電流の実体である電子をイメージして学習していけるようなモデル化を取り入れた学習計画・展開を工夫することを研究のねらいとした。そこでモデル化について次の3点で研究を進めることにした。

- (1) 「電流」のイメージをつかみ、興味・関心をもって、学習に取り組めるようにするにはどのようなモデル化が有効か。
- (2) 実験の個別化を図るためには、モデルを使ってどのような学習活動が可能か。
- (3) モデルを「電流」の単元を通してどのように配置することが主体的な「電流」の学習に効果的であるか。

また、実験操作の平易化や個別実験ができるような教材・教具の工夫と、習熟度を総合的に評価するためのパフォーマンステストの工夫も合わせて試みた。

2 研究の方法

本研究に当たり、次のような方法で研究を進めた。

- (1) 電流の学習について、興味・関心がもちにくい原因の検討
- (2) 生徒の実態調査の実施と結果の分析
- (3) 研究のねらいの設定
- (4) 教材・教具の工夫
- (5) 学習計画と学習指導案の作成
- (6) 授業の実践と考察

- (7) 事後調査と、指導後の生徒の電流の学習についての変容の確認
- (8) 研究のまとめと今後の課題の検討

3 研究内容

(1) 実態調査

「電流」の学習への生徒の興味・関心とつまづきの原因を調べるために、この単元をすでに学習している第3学年（都内3地区 3校409名）を対象に以下の調査を行った。
（平成7年9月実施）

【1】 あなたは、「電流」の学習が好きですか。次のア～ウの3段階で教えてください。

ア. 好き イ. どちらでもない ウ. 嫌い

【2】 ある調査では「電流」の授業が楽しくないという生徒がかなりいるという結果が報告されています。あなた自身の経験を含めて、その原因と考えられるものをいくつでも結構ですからア～シから選んでください。

ア 電流が目に見えないので、わかりにくかった。

イ 電流・電圧・抵抗の意味がつかみにくかった。

ウ 単位・記号・公式など覚える内容が多かった。

エ 計算がめんどうだった。

オ 実験器具が多く、いろいろな回路のつなぎかたが複雑だった。

カ 電流計・電圧計の読み取りがむずかしかった。

キ 電流計・電圧計・電源装置など実験器具の操作がむずかしかった。

ク 実験の結果のまとめかたがわかりにくかった。

ケ 実験の結果のまとめからきまり（法則）が見つけれなかった。

コ 自分で考えた方法で実験ができなかった。

サ 「電流」で学習したことが、日常生活で生かされていない。

シ 実験の班の人数が多くて実験が思うようにできなかった。

（調査の結果と考察）

【1】のグラフは、「電流」の学習への生徒の興味・関心を「ア. 好き イ. どちらでもない ウ. 嫌い」の3段階に分けそれぞれの全体の割合を示したものである。「好き」と答えている生徒が10%いるに対して、「嫌い」と答えている生徒は40%となっている。

【2】のグラフは、生徒が「電流」の学習のつまづきの原因と考える各項目の回答率（%）である。つまづきの原因と考えている項目が30%以上と高くなっているのは、8項目あり、次のように考えられる。

ア（電流が目に見えない） 実験が電流計・電圧計の目盛りの数字を読むだけで終わり、電子が導体や空間を移動する電流の実態をつかみかねている生徒が多い。

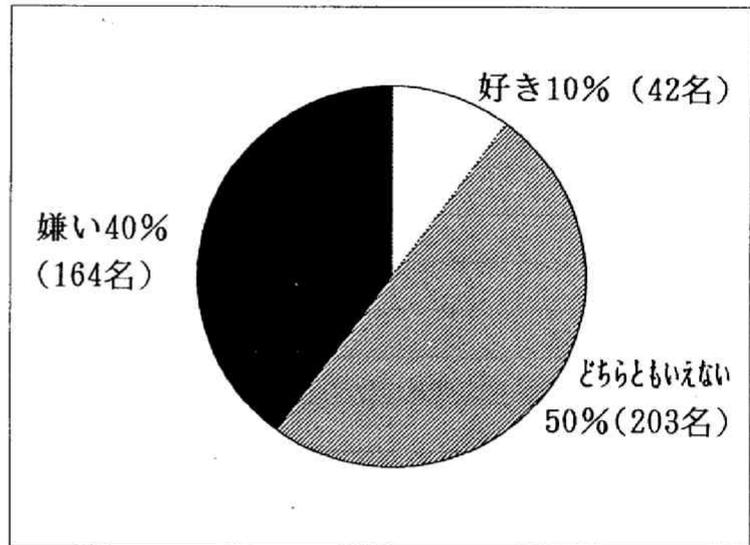
イ（電流・電圧・抵抗の意味）

電流のイメージをつかんでいないので、電流・電圧・抵抗の概念をとらえていない。

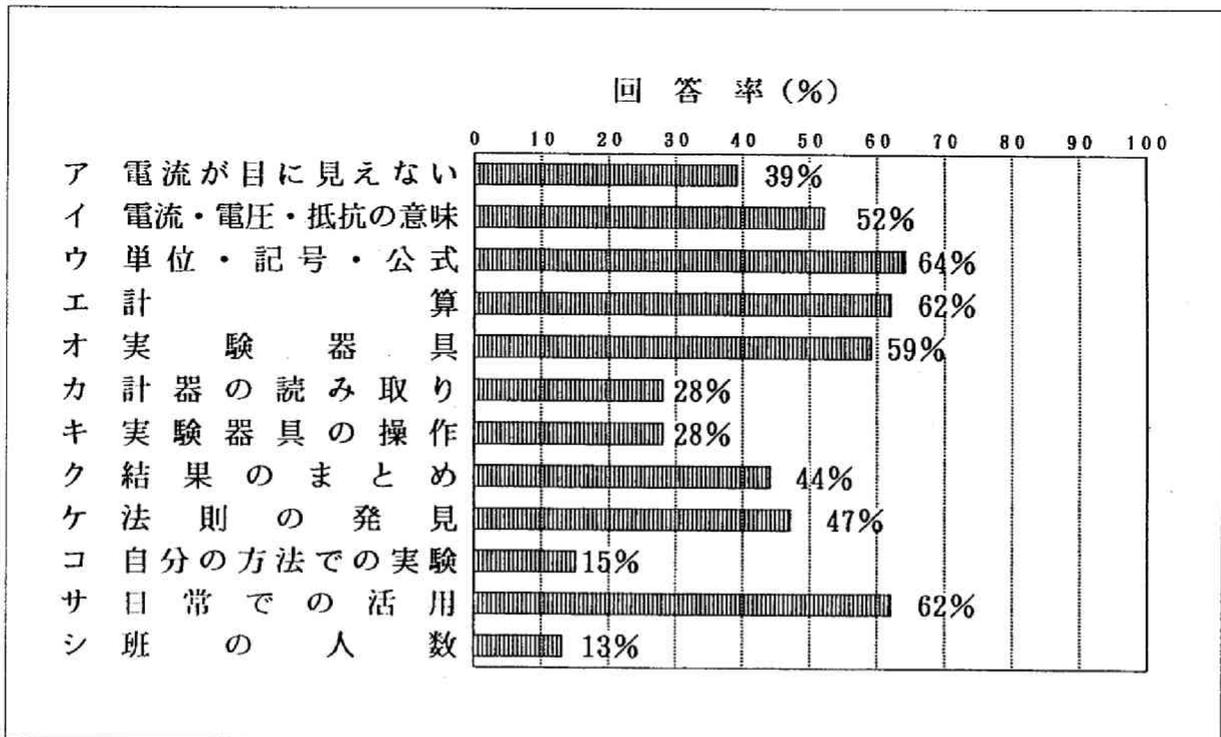
ウ（単位・記号・公式） 公式や計算に苦手意識をもつ生徒が多い。

オ（実験器具） 回路の配線が難しく、同じ回路を作る場合も、リード線のつなぎ方で何通りでも考えられ、生徒の理解を難しくしている。したがって、回路を容易に組み立てられる実験器具が必要である。

【1】「電流」の学習への生徒の興味・関心



【2】「電流」の学習のつまずきの原因



ク（結果のまとめ）・ケ（法則の発見） 電流計・電圧計で測定した数値から電流・電圧・抵抗の関係を導くことが困難である。

サ（日常での活用） 電流が日常の生活のあらゆる場所で使われているにもかかわらず、学習した内容を生かす場面がほとんどないと考えられる。

このうち、ア・イ・ク・ケについては、電流の実体をイメージできるような学習内容・学習過程の工夫など指導法の工夫が重要であると考えられる。

(2) 学習活動の計画

時限	小単元名	生徒の活動内容	指導上の留意点
1 ・ 2	発光ダイオードをつけてみよう	①導電性アルミ箔テープとベーク板で個別に直列・並列回路を組む。 ②個別にベーク板回路を用い、ボタン電池やLEDの数・接続の位置を変えて、点灯の有無や明るさの違いを調べる。	①教材より興味・関心を喚起させる。 ②LEDの極性により、直流電流の流れに気付かせる。 ③回路・電池の数・LEDの数による明るさの違いに気付かせ、単元全体の導入を図る。
3	電流を見ることはできないか	①空中放電・真空放電の観察をする。 ②クルックス管により、陰極線の観察(磁石・羽根車など)をする。 ③陰極線の性質について考察する。	①放電現象は目に見える電流であることを気付かせる。 ②電流の粒子性に注目させ、今後の粒子モデルによる指導につなげる。
4	電流をモデル化してみよう	①前時の電流の粒子性の確認をする。 ②粒子モデルによる実験を行う。 ③粒子モデルと電流を対比する。 ④電流のモデル化をまとめる。	①モデルにより意欲的な実験を図る。 ②玉の動き・モデル板の傾き・モデル板の釘の関係に気付かせる。 ③モデルと電流の関係を理解させる。
5	回路と電気用図記号を覚えよう	①電気用図記号と回路図を理解する。 ②電流・電圧の記号単位を理解する。 ③電流計・電圧計を理解し実習する。	①回路図記述の規則をおさえる。 ②電流計・電圧計の使い方や測定方法を理解させる。
6 ・ 7	回路と電流の関係を調べよう	①穴あきボードを用いて、直列・並列回路と電流の関係を調べる。 ②回路と電流の規則性をまとめる。 ③回路による電流の規則性を粒子モデルにより考える。	①穴あきボードにより、実験の簡略化を図り、意欲的に実験をさせる。 ②回路と電流の関係をおさえる。 ③粒子モデルの使用により、電流と粒子の流れを考えさせ理解を深める。
8 ・ 9	回路と電圧の関係を調べよう	①穴あきボードを用いて、直列・並列回路と電圧の関係を調べる。 ②回路と電圧の規則性をまとめる。 ③回路による電圧の規則性を粒子モデルにより考える。	①穴あきボードにより、実験の簡略化を図り、意欲的に実験をさせる。 ②回路と電圧の関係をおさえる。 ③粒子モデルの使用により、電圧と粒子の流れを考えさせ理解を深める。
10	オームの法則について考えよう	①粒子モデルを用いて、電流・電圧・抵抗の関係を考える。 ②法則を粒子モデルで推測する。	①モデルの玉の流れ・傾き・釘の数を電流・電圧・抵抗に対比させる。 ②電流・電圧・抵抗の関係を導く。
11 ・ 12	オームの法則について調べよう	①回路に流れる電圧の値を変え、その時の電流の変化を調べる。 ②実験結果をグラフでまとめ、前時のオームの法則の推測を考察・検証する。 ③粒子モデルを用いて、直列・並列回路と部分抵抗・全抵抗の規則性を考える。	①前時の法則の推測により、自主性を喚起して、実験を行わせる。 ②同じ回路でも、電圧により電流が変化することに気付かせる。 ③電圧・電流のグラフの傾きをおさえオームの法則を検証させる。 ④粒子モデルの使用により、回路と抵抗の規則性の理解を深める。
13 ・ 14	パフォーマンステスト	①テストの内容を理解する。 ②パフォーマンステスト予行をする。 ③パフォーマンステストを受ける。	①回路図より回路を組み、測定値より抵抗値を求められるようにする。 ②生徒の単元全体の理解を確認する。

(3) 評価計画

① 評価の方法

自己評価カードなどの分析を通し、生徒一人一人の学習活動の状況やその変容を評価する。

② 観点別評価項目のめやす（例）

時 限	小 単 元 名	自然事象への関 心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の 技 能 ・ 表 現	自然事象につい ての知識・理解
1 ・ 2	発光ダイオードをつけてみよう	進んで実験に取り組み、発光ダイオード(LED)と電池のつなぎ方や回路について調べることができたか。	LEDと電池のつなぎ方から、直列回路と並列回路の違いについて見いだすことができたか。	LEDと電池をつないで直列回路や並列回路をつくることができたか。	電流には流れる向きがあることを説明できたか LEDには極性があることを説明できたか。
3	電流を見ることはできないか	空中放電、真空放電の現象についてすすんで調べようとしたか	羽根車入りのクルックス管の実験結果から、電流の粒子性を見いだすことができたか。	空中放電、真空放電現象のようすを記録することができたか。	空中放電、真空放電の現象を説明できたか。
4	電流をモデル化してみよう	電流のモデル化についての実験にすすんで取り組もうとしたか	粒子モデルの各用具の意味することを考えることができたか。	粒子モデルの条件を変えながら実験することができたか。	粒子モデルから電流における電子や電圧、抵抗の関係について説明できたか。
5	回路と電気用図記号を覚えよう	回路や電気用図記号に興味を持ち、回路図について積極的に調べようとしたか	回路における電流や電圧の大きさを測定する方法を考えることができたか。	電流計や電圧計を正しく扱い操作することができたか。	回路や電気用図記号について説明することができたか。

(4) 学習の展開例 (第4時)

① 単元「電流」

② 本時の目標

粒子モデルを使って電流・電圧・抵抗をイメージ化させる。

③ 展開例

※ () 評価項目, () 評価の方法

	生徒の学習活動	教師の援助活動・留意点	評価の観点
導入	<ul style="list-style-type: none"> 前時の復習をする。 	<ul style="list-style-type: none"> 放電やクルックス管の演示実験を思い出させる。 羽根車入りクルックス管の結果から電子の粒子性について確認させる。 	<ul style="list-style-type: none"> どのような演示実験が行われたかを、自ら思い出すことができたか。 電流の粒子性について、自ら思い出すことができたか。 <p><授業者の観察></p>
展開	<ul style="list-style-type: none"> 今日の実験についての説明を聞く。 粒子モデル板とパチンコ玉による実験を行う。 ワークシートに気付いたことや疑問点などを記入する。 わかったこと、気付いたことなどを発表する。 他の班の発表を聞く。 課題について実験を行う。 粒子モデルが意味するもの電流・電圧・抵抗の関係について考える。 	<ul style="list-style-type: none"> 使用器具(粒子モデル板とパチンコ玉)や実験方法などについて説明する。 使用する教材によって電流のモデル化を行うという今日の実験の目的を確認する。 その他は、使用上の大まかな注意程度の説明にとどめる。 ワークシートを配布する。 生徒の自由な発想を大切に、あまり細かい課題は与えずに実験を開始させる。 机間指導を行い、生徒の発想内容や実験の様子を確認する。 以下の課題を与える。 <ol style="list-style-type: none"> 粒子モデル板の傾きとパチンコ玉の動きの関係 釘のある粒子モデル板、釘のない粒子モデル板とパチンコ玉の動きの関係 パチンコ玉、釘、板の傾斜が電流における電子、抵抗、電圧にあたることに気付かせる。 	<ul style="list-style-type: none"> 興味を持って実験についての説明を聞いたか。 <p>(関心・意欲) <授業者の観察> <自己評価カードの分析></p> <ul style="list-style-type: none"> これまでの学習内容をもとに、今日の実験の課題を自ら設定することができたか。 <p>(科学的思考) <授業者の観察> <自己評価カードの分析></p> <ul style="list-style-type: none"> 課題をもとに適切な実験を主体的に行うことができたか。 <p>(技能・表現) <授業者の観察> <自己評価カードの分析></p> <ul style="list-style-type: none"> 実験の結果から、電流の粒子性と電圧・抵抗の関係について自ら考えることができたか。 <p>(科学的思考) <自己評価カードの分析></p> <ul style="list-style-type: none"> 電流のモデル化について自ら考えることができたか。 <p>(科学的思考) <自己評価カードの分析></p>
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> 気付いたことを発表する。 まとめの説明を聞く。 自己評価カードの記入を行い、提出する。 	<ul style="list-style-type: none"> 電流の粒子性とパチンコ玉を使った粒子モデル板との関係をおさえさせる。 今後の学習において電流について考えるときには、粒子モデルを参考として理解に努めることを確認する。 自己評価カードを配布する。 	<ul style="list-style-type: none"> 発表内容を聞いて、電流の粒子性について理解できたか。 <p>(知識・理解) <自己評価カードの分析></p> <ul style="list-style-type: none"> 電流のモデル化について自分なりに理解することができたか。 <p>(知識・理解) <自己評価カードの分析></p>

(5) 教材・教具の工夫

① 開発・改善のねらい

電流のイメージを粒子（電子）の流れととらえ、視覚的で直接体験できる教材・教具の開発を行い、身近な素材・材料を用いた実験の個別化や実験操作の平易化ができるような教材・教具の開発・工夫を行った。

② 具体例

(ア) 粒子モデル板とパチンコ玉による電流モデル

図のようにベニア板にクギを打ちつけたものを粒子モデル板とした。

- ・電流（通過する玉の数）
- ・電圧（モデル板の傾き）
- ・抵抗（クギの数）

<利点>

ア 電流を粒子（電子）の流れとしてイメージ化しやすい。

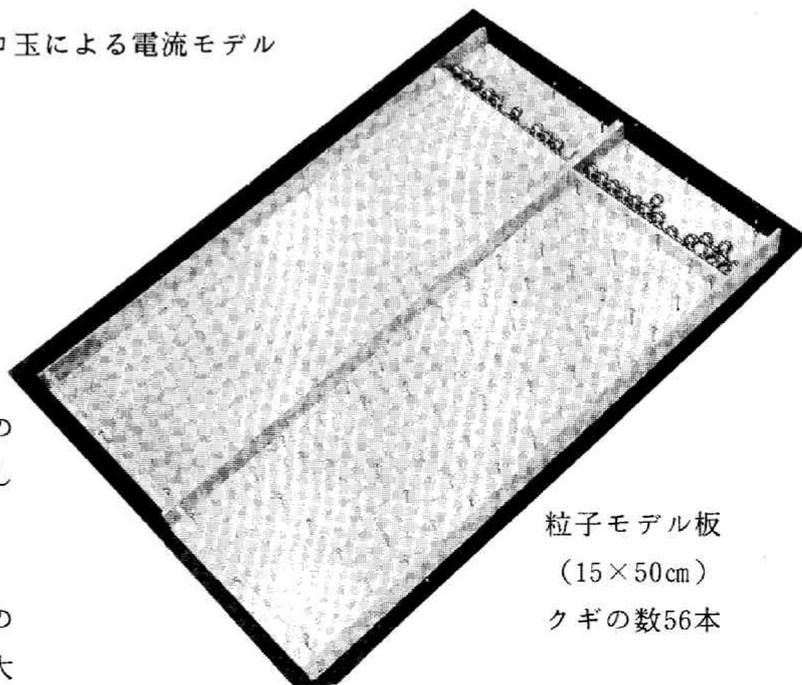
イ モデル板を傾けると、玉が流れ出すので、この傾きの大きさを電圧の大きさとすることができる。

ウ クギが玉の流れを妨げることで、抵抗の概念を形成しやすい。

エ モデル板をつなげることにより直列回路、並列回路のモデルとして活用できる。

オ 電流・電圧・抵抗の関係を予想させて、オームの法則の実験に取り組むことができる。

カ 「電流」の単元全体を粒子モデルで説明できる。



粒子モデル板
(15×50cm)
クギの数56本



電流のモデル化を図る学習（第4時）

(イ) 導電性アルミ箔テープを用いた電流回路の個別化教材

導電性アルミ箔テープは接着部に導電塗料（ドータイト）を使用した導電性のすぐれたテープである。このテープを図のようにベーク板にはり、発光ダイオード（LED）、ボタン電池を用いた電流回路の個別化教材を開発した。

<特徴・利点>

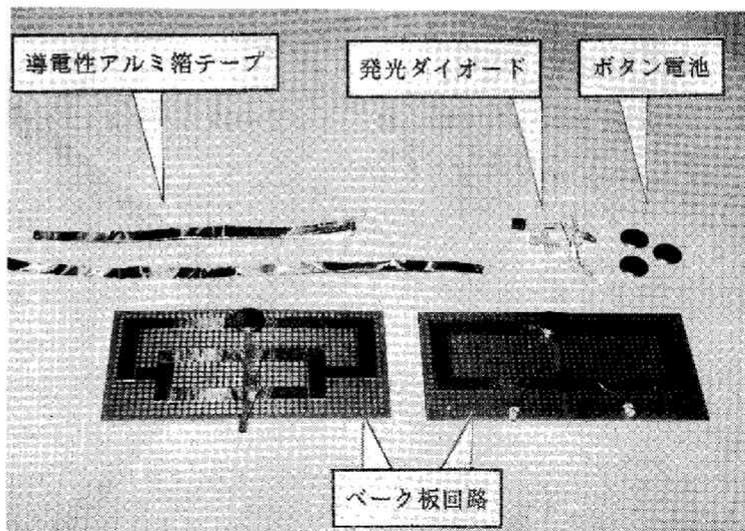
ア 一人一人自作することができる個別実験器具である。

イ 直列回路・並列回路などを回路図どおり配線することができる。

ウ 豆電球と比べて、LEDを用いることで、電流の極性を理解することができる。

エ 乾電池と比べて、ボタン電池は1.5V、3Vの種類があり小型のため個別化には有効である。

オ アルミ箔テープがむき出しなので、LED、ボタン電池を回路のどこでも接触させて実験することができる。



(ウ) 穴あき配線ボードを用いた電流回路のグループ教材

電流回路の学習で、配線や測定を簡便にするために図のような教材を開発した。

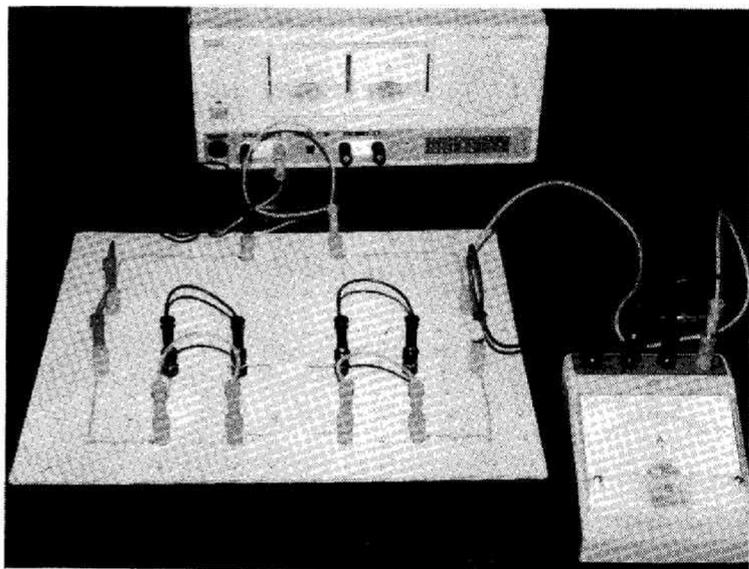
<特徴・利点>

ア 直列回路・並列回路の配線が簡単である。

イ 測定結果に誤差が少ない。

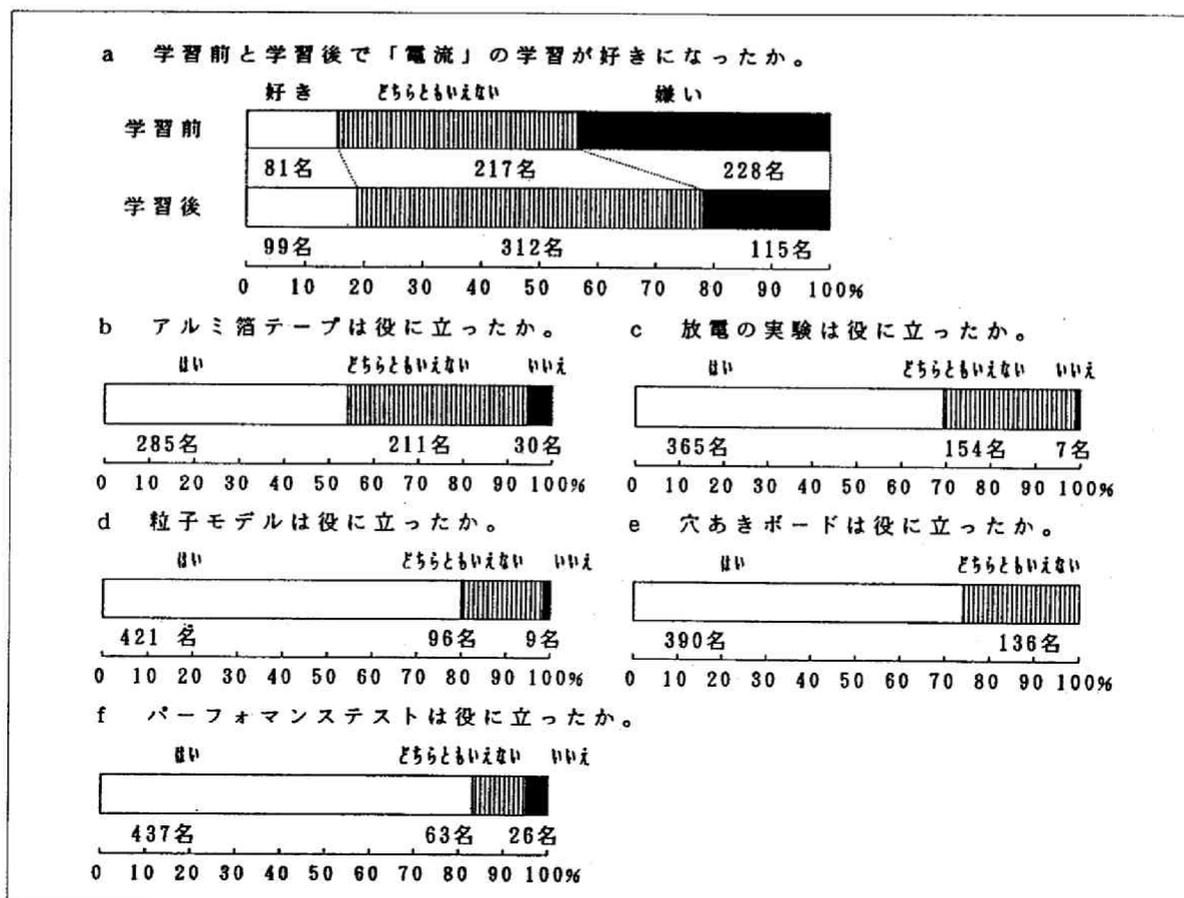
ウ イの個別化教材と類似しているため、グループ実験・個別実験それぞれの検証ができる。

※ バナナプラグ、ターミナル、リード線を穴あき配線ボードに配線した。



(6) 調査の結果と考察

第2学年（都内4校 526名）に「電流」の学習前と学習後と学習後にアンケートをとったところ、次のような結果になった。



Aの結果から、学習の前後で「電流」の学習が嫌いと答えた生徒が半減したことがわかる。また、B～Fの結果から、本研究で試みた工夫が電流の学習を理解する上で「役に立った」と答えた生徒が大半を占めた。そこで、本研究の成果を学習計画・展開の工夫、教材・教具の工夫、パフォーマンステストの3点に分けて考察する。

① 学習計画・展開の工夫

従来の授業では、電流の実体として電子は単元の最後に出てくる。しかし、「電流の正体」を単元の始めに位置付け粒子モデルを導入することによって、以降の学習が粒子モデルによってイメージできるようになった。

② 教材・教具の工夫

ア アルミ箔テープ

教材を個別に自作できるようにしたことにより、生徒が意欲的に学習に取り組んだ。これまで、教材として用いられていない材料（導電性アルミ箔テープ、発光ダイオード、ボタン電池）に、生徒は強い関心を示した。また、回路図と同じ形にすることによって実際の回路との関係を容易に把握できるようになった。

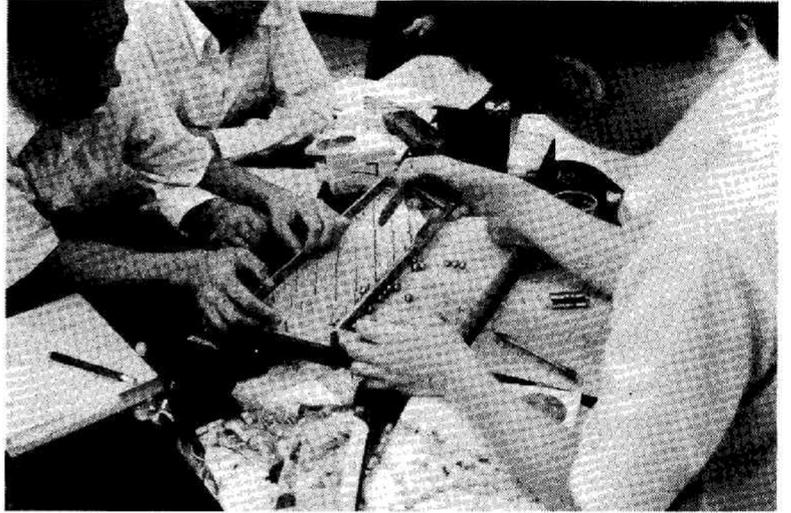
イ 粒子モデル板とパチンコ玉

生徒が「電子の流れによって生じる電流」を、パチンコ玉の動きでイメージするこ

とができた。

さらに、生徒の発想の中には、空中放電・真空放電との関連を見いだした生徒もあった。例えば、

- ・ 空中放電の釘のある粒子モデル板でのパチンコ玉の動き、真空放電を釘のない粒子モデル板でのパチンコ玉の動きととらえた。



- ・ 陰極線の磁力による曲がり、粒子モデル板上でのパチンコ玉の磁石による曲がりととらえた。
- ・ ストップウォッチによる単位時間当たりのパチンコ玉の通過数を電流ととらえた。など、電流・電圧・抵抗のイメージ化に役に立った。

ウ 穴あき配線ボード

穴あき配線ボードを使うことにより、実験に積極的に取り組むようになった。また、誤差の少ない実験値が得られたことから、法則性が見いだしやすくなった。

③ パフォーマンステスト

「回路を組み立てる、電流計・電圧計を読み取る、測定したことをもとに結果をまとめる」という一連の行動によって生徒が電流をしっかりと理解するとともに、やり遂げることによって生徒が自信を持つことができた。さらに、その自信が学習活動の次のステップへのきっかけとなった。



以上、本研究の成果について取り上げてみたが、次のような課題も残った。

- ・ 粒子モデルによって系統的に説明することが可能ではあるが、すべての現象を説明することはできない。
- ・ LEDの種類によっては、電流・電圧の大きさによる明るさの違いが、豆電球のように明確にはわからない。LEDの足と導電性アルミ箔テープの接触抵抗が大きくなることがある。
- ・ ボタン電池は乾電池に比べて小さく、+極・-極の区別がわかりにくいのでつなぎ方によっては短絡しやすい。

4 まとめと今後の課題

(1) まとめ

本研究では、生徒の興味・関心を高め生徒が主体的に学習する学習展開をねらいとし、粒子モデルを用いて電流・電圧・抵抗をイメージ化させるための学習計画と展開の工夫、導入の工夫と教材・教具の開発に取り組んだ。

研究の成果については、自己評価の記録、事前・事後調査の結果の比較やパフォーマンステストから、生徒の変容の把握に努めた。

① 学習計画と授業展開の工夫

ア 電流・電圧・抵抗の概念をイメージさせるために、放電実験などで電流の粒子性を明らかにし、粒子モデルを系統的・発展的に活用する学習計画を作成した。

また、単元を通して粒子モデル板を利用することにより、電流・電圧・抵抗の理解や直列および並列回路における規則性の理解、さらに、電流・電圧・抵抗の関係の推論などが無理なく行われ、理解を深める手助けとなった。

イ 身近にある電気部品や新しい素材、自作の粒子モデル板などを授業の導入に取り入れ、生徒の自由な発想で実験・観察を行わせることにより、興味・関心を高めることができた。

ウ 放電実験を単元の始めに実施したり、電圧と電流の関係を理解する学習を単元の最後に位置付けるなど、学習計画全体の見直しを行った。その結果、学習内容に系統性をもたせることができ、生徒が理解を深める上で有効であった。

② 教材・教具の工夫

LED、ボタン電池、導電性アルミ箔テープなど、身近にある電気部品や新しい材料を教材にすることにより、興味・関心を喚起することができた。また、穴あきボードは複雑な配線を簡単にすることによって、生徒が意欲的に実験に取り組むことができた。

③ 評価の工夫

授業中の生徒の生き生きとした表情や授業後の自己評価の記録などから、生徒が主体的に学習活動に取り組んでいたことがわかった。また、実験技能や知識・理解の習熟度を総合的に評価する目的で、単元の最後にパフォーマンステストを実施した。一連の活動を評価することにより、学習内容が生きた知識となったことが確認でき、効果的であった。

(2) 今後の課題

① 「電流」は日常生活と関連が深い内容であるが、学習成果があまり生かされていない面もある。生徒が電流の学習を日常生活と関連付けて考え、行動できる意欲・態度の育成を図ることができるよう一層、意図的・計画的に指導する必要がある。

② 生徒が主体的に課題を発見し、問題解決を図っていけるように多様な学習活動の工夫が、今後大切であると考えられる。

③ 実験・観察の個別化を図るため、個別実験・グループ実験・演示実験など学習内容に応じて指導形態や指導法の工夫・改善を図る必要がある。

Ⅲ 「生物のつながり」の学習において生徒の興味・関心を高め、 主体的な活動を促す指導法の工夫

1 研究のねらい

「生物のつながり」では、第1学年で植物の世界、第2学年で動物の世界を学んだ内容と合わせ総合的にとらえ、身近な土中の小動物の学習を通して、生産者、消費者、分解者の存在に気付かせ、それぞれの役割について学ぶ。そして、土の中だけでなく地球上のいたるところで「生物のつながり」が存在することを学習する。さらに、自然と人間とが調和して生きていくことの必要性の理解につながる重要な内容を含んでいる。

しかし、「生物のつながり」の単元では観察・実験が少ない。これを「土の中の生物とそのはたらき」の中項目で考えると次のように考えられる。

- ・生徒が興味・関心をもつような観察・実験が少ない。
- ・土中の小動物は小さく見にくく観察する機会も少ない。
- ・観察・実験に時間がかかったり、実験操作が難しかったりして、生徒一人一人が観察・実験をやりにくい。
- ・生徒が土中の小動物に不快感をもちやすい。

そこで、このような問題点を解消するために本研究では具体的に次の項目について研究を行った。

- (1) 身近な教材で明瞭な結果が得られる実験内容や教材教具を工夫し、体系的な指導計画を作成する。
- (2) 生徒一人一人の興味・関心に基づき実験を選択できる学習活動を工夫する。
- (3) 生徒自身によって食物連鎖が発見でき、生物同士が互いにつりあいをもっていることを主体的に考える指導法を工夫する。

2 研究の方法

- (1) 研究計画の立案
- (2) 直接体験を重視し、身近な素材を活用した教材・教具の工夫
- (3) 個別化を図った観察・実験の工夫と学習展開の検討
- (4) 学習計画（指導計画）の立案
- (5) 授業の実践と考察
- (6) 自己評価の実施と結果の考察
- (7) 研究のまとめと今後の課題の検討

3 研究の内容

(1) 学習計画

ア 学習活動の工夫

生徒の直接体験を重視し意欲をもって探求する学習過程を大切にするために、生徒が直接観察できる教材である植木鉢の「土」を取り上げ、EM菌（有用微生物群）を使用することで土の活性化を図った。その土の中の小動物と食物連鎖を調べる学習を導入とし、以下のような学習の流れの工夫を試みた。

イ 学習計画の例

		学 習 の ね ら い	学 習 活 動
第1時	小動物の観察	身近な植木鉢の中の生物を観察することによって、多くの生物が生活していることを発見し、生物のつながりへの興味・関心を高める。	<ul style="list-style-type: none"> 植木鉢の中にいる小動物を生徒が分担して採集し観察する。 手作り図鑑を活用し、見付けた小動物の種類・食性・個体数を調べ、班ごとにまとめる。 <p>(ワークシートP1、2)</p>
第2時	小動物の食物連鎖網	自分達で調べた小動物どうしのつながりと個体数の関係に気付く。さらに、学習を深める選択実験を主体的に選び、計画を立てて取り組むようにする。	<ul style="list-style-type: none"> 前時に発見した小動物の種類・食性・個体数から、肉食・草食動物のつながりについて考察し、植木鉢の中の食物連鎖網をつくる。 生物のつながりについての学習を深める選択実験の説明を聞き、個々に選ぶ。 <p>(ワークシートP3、4)</p>
第3時 第4時	分解者の実験と選択実験	<ul style="list-style-type: none"> 第1時で使った、植木鉢の土とEM菌を利用して、落ち葉が分解される過程や菌糸の形状を観察する。 観察から土の中の分解者(菌類、細菌類)の存在に気付く。 デンプンなどの有機物が分解されていることを実験で確かめる。 選択実験に、生徒一人一人が取り組み、生物のつながりについての発展的な学習を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 目に見えない生物(分解者)の存在を確かめるための実験をする。 <p>(ワークシートP5、6)</p> <ul style="list-style-type: none"> 選択実験を行う。 <ol style="list-style-type: none"> 生徒の用意した他の植木鉢の観察 校庭などに生えている生産者の植物とアリマキやダニ等の第一次消費者の観察 生物どうしのつりあいについて、コンピュータシミュレーションによる実習 メダカとミジンコによる水中の生態系の観察 窒素の循環を考えるパックテストによるアンモニアの分解の観察・実験 <p>(ワークシートP7～13)</p>
第5時	選択実験	「食物連鎖」「生物のつりあい」について、生徒が取り組んだ選択実験の結果を発表し、ワークシートにまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> 選択実験a～cの実験の結果を発表しあい、ワークシートに記入する。 先生の補足説明を聞き、確認事項とまとめの課題に取り組む。

	の発表		(ワークシートP14、15)
第6時	選択実験の発表	「分解者と物質の循環」について、生徒の取り組んだ選択実験の結果を聞き、ワークシートにまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> 選択実験d、eの結果を発表しあい、ワークシートに記入する。 教師の補足説明を聞き、確認事項とまとめの問題に取り組む。 (ワークシートP16、17)
第7時	まとめと発展	<ul style="list-style-type: none"> 「生物のつながりについて」の学習内容をもとに資料を読み、環境問題への関心を高め、自分の考えをまとめる。 また、この単元の学習についての自己評価をする。 	<ul style="list-style-type: none"> 参考資料〈よりよい地球環境のために〉をもとに自分の考えをまとめる。 自己評価に取り組む。

ウ 第3、4時の観察、実験例

(ア) 生徒全員による実験 (EM菌を使った分解者の実験)

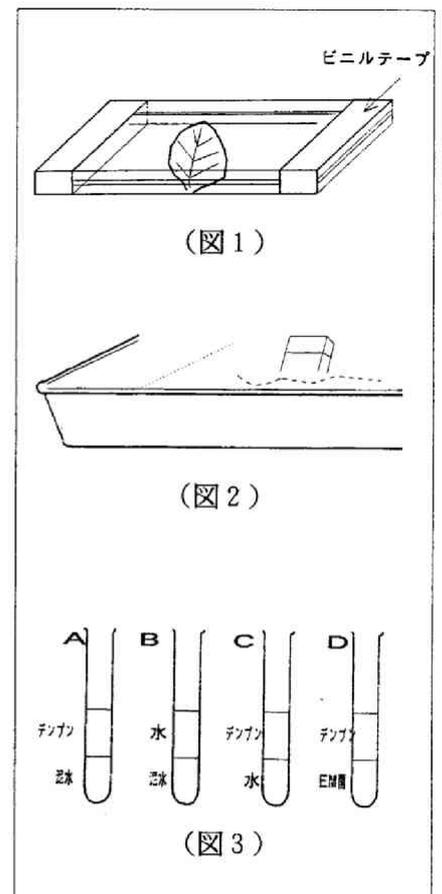
実験1〈土の中の菌類、細菌類による植物の葉の分解〉

- ① スライドガラスの間に乾燥した葉をはさむ (図1)
- ② そのスライドガラスを、EM菌の入った植木鉢やバットの土に、端を出して差し込む (図2)
- ③ とくどき水をかけ、毎日取り出して観察する。
- ④ 葉のふちに白い糸のようなものが見えたら、顕微鏡で観察する。

実験〈土の中の菌類、細菌類によるデンプンの分解〉

- ① 土を水の入ったビーカーの中に入れ、よくかき回してから、ろ過する。
- ② ろ液を試験管AとBに5mlずつ入れ、BとCに水5mlずつ入れ、1%デンプン液をAとCとDに5mlずつ入れ、EM菌を水に溶かした液5mlをDに入れる。(図3)
- ③ 試験管を振り混ぜ、ラップフィルムなどでふたをし、1~2日間おく。
- ④ ヨウ素液を1~2滴加えて変化を見る。

(イ) 生徒の選択による実験



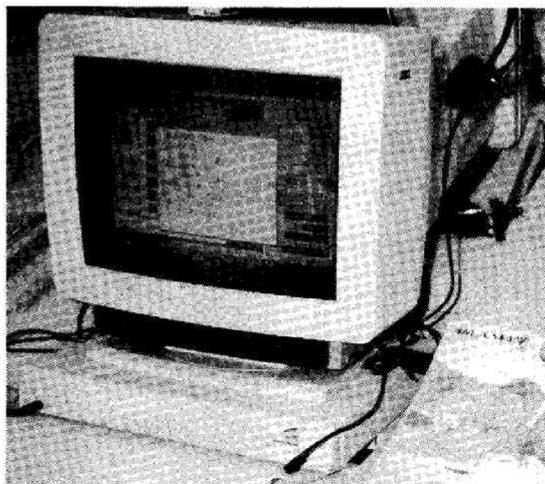
次の(a)~(e)の実験の中から各自の興味関心に応じて観察実験を選ぶ。

- (a) 生徒の用意した他の植木鉢の観察
- (b) 校庭などに生えている生産者の植物とアリマキやダニ等の第一次消費者の観察
- (c) 生物どうしのつり合いについてコンピュータシミュレーション「大草原」の実習

コンピュータソフト「大草原」を活用して、「肉食動物」「草食動物」「植物」の3者について、長期間、広い地域での生物の個体数の変化をシミュレーションする。

生物は、互いに関連しあい、個体数の調和を保ちながら、生活していることを実習する。

また、山火事等の環境破壊によって、生物のつながりのバランスがくずれることがあることを知る。



大草原の実習

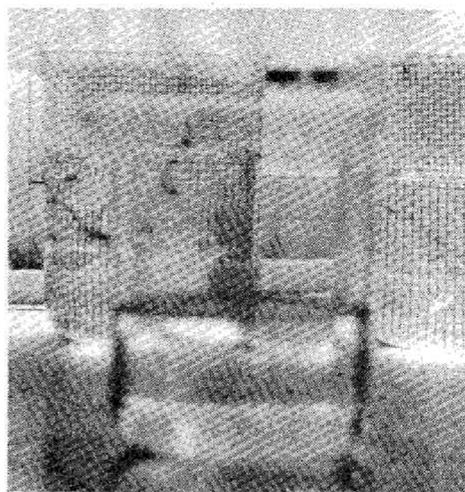
- (d) メダカとミジンコによる水中の生態系の観察

ビーカーの中を網で仕切り、片側にミジンコ、反対側にはメダカを入れる。そのあと、数日間でのミジンコの個体数の変化から、生物どうしのつり合いを考える。

- (e) 窒素の循環を考える、パックテストによるアンモニアの分解の観察

・実験

水500ccにアンモニア一滴たらした後、水草を入れ、アンモニアの分解をパックテストにより調べる。



水中の生態系の観察

(2) 授業の展開例

ア 第1時：植木鉢の中にはどのような小動物がいるか観察しよう

イ ねらい：身近な植木鉢の中の小動物を観察することによって、多くの生物が生活していることを発見し生物のつながりへの関心・意欲を高める。

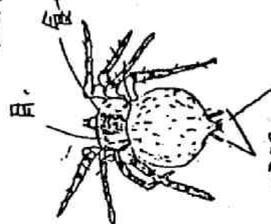
(本時の観察が単元全体の導入になるようにする。)

	学習活動 (◎生徒の活動★教師の支援)	指導上の留意点	評価の観点
導	◎今までに学習した身近な動物についての特徴を想起する。	・前時の学習内容に関連した話題で興味・	・前時の内容を想起し、本時の活動へ

(3) ワークシートの活用例

第1時 観察「植木鉢の中にはどのような小動物がいるか観察しよう」で使用した、生徒のワークシートの例

3. 記録用紙(私の発見した動物)

私の調べた方法「肉眼で探し、ホリカゴ(体ガラスのせ)と顕微鏡(顕微鏡)で見つけた。月、	スケッチした動物名 (くま)
	見つけた数(1)
<p>気づいたこと 体じやうに、たくまの 毛がついている。目が ついている。足は</p>	この動物の食べ物について 卵の殻を食べた。 他の動物を食べた。 ひげの毛の色は緑色 であった。ニカギ

4. 発見した動物の種類と数、食べ物について(班のまとめ)…大きさの大きい順に書く

発見した動物の種類	個体数	食べ物の予想(理由)
クマゴムシ	7	落ち葉や土
くも	7	他の虫など
コムカデ	7	落ち葉や土
トビムシ	15	落ち葉や土

観察日 平成 年 月 日 天気

課題 ① 植木鉢の植物の葉や茎、土の中、土の表面にはどんな小動物がいるか探してみよう。
② これらの小動物が何を食べているのか、数、大きさ、体の特徴()を調べてみよう。

1. 準備 双眼顕微鏡・顕微鏡・バット・葉さじ・シャーレ・ビーカー・セロテープ
ツルグレン装置・ホールスライドグラス・エタノール

2. 方法

- (1)班員で①～⑤の分担をきめる。
- (2)それぞれの観察方法
- ①茎、葉… 植物の部分全体を鉢から抜き出して、肉眼・ルーペで発見した小動物をセロテープで捕まえホールスライドグラスにはりつけ顕微鏡で観察する。
- ②土の中A…植木鉢の土をバットか水槽にあげて肉眼で見つけられる小動物を、ピンセットでつまみだし、シャーレにいれて双眼顕微鏡で観察する。
- ③土の中B…ハンドソーイング(図1のように土をバットにいれて、少しずつ裏さじでほぐしながら肉眼で見える動物をセロテープで捕まえる)でホールスライドグラスにはりつけて観察する。
- ④土の中C…簡易ツルグレン装置に植木鉢の土をいれ、20分間ライトをあてて捕まえた小動物をシャーレに入れて双眼顕微鏡で観察する。(図2)
- ツルグレン装置は、土中の小動物の多くが、乾燥と光を嫌う性質を利用して、土壌中の小動物を集めるものである。土を網の上に置き、上から電灯をつける。土中の移動性の小動物は自ら下方に移動し、ついには網目から落ちて下の容器に集められる。

- ⑤土の中D…葉さじ(大)1杯の水を入れたビーカーにいれ、水面に浮いてくる小動物を双眼顕微鏡観察などで観察する。

図1 土 葉さじ バット

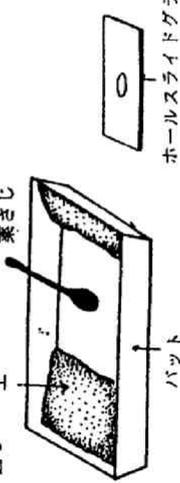
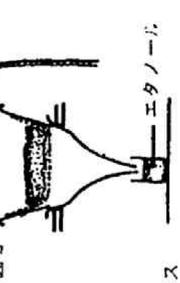


図2



- (3)記録用紙に見つけた小動物をスケッチして、気づいたことをかく。
- (4)班で発見した小動物の種類、数、大きさをまとめ、記入する。
- (5)班で発見した小動物の食べ物について話し合い、予想した理由をまとめて記入する。

(4) 教材教具と指導法の工夫

ア 植木鉢の中の土の教材化

土中の小動物の観察は、花壇の土や畑の土を使う場合が多かったが、この場合、土の種類や季節によっては土中の小動物が少なく、観察に適さないことが多い。

そこで、次の目的で教材を工夫した。

- ・自然環境に恵まれない学校でも同じように観察できる。
- ・短い期間で実験の用意ができる。
- ・土中の小動物の種類がほぼ特定でき、名前や食性が調べやすい。
- ・食物連鎖網を考えるのに十分な小動物の種類と個体数が得られ、生徒の興味・関心が高められる。

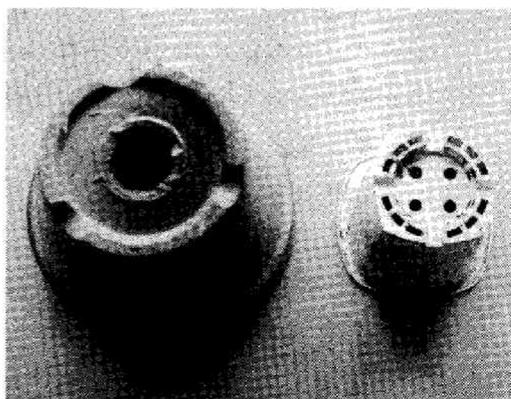
植木鉢の中の土を教材化するために条件を変えて観察・実験を繰り返し行った。そして、最も適した条件を次に説明する。

ア) 鉢の選定

小動物の出入りが簡単にでき、鉢の側面からの水分の蒸発が少ない点から底に穴が多く開いているプラスチック製鉢が適している。

素焼きを使う場合は底の穴には何も置かず小動物が出入りしやすいようにする。

鉢の大きさは、1班で1鉢使う場合は小型の鉢、クラス全体で行う場合は大型の鉢を用意する。



イ) 土の成分・配分

実験の結果〈腐葉土：黒土＝1：1〉が適している。

赤玉土は水はけを良くする程度で少量入れてもよい。土の成分を同じにすると鉢の中の土の小動物の種類を限定することができ、班ごとの差を少なくすることができる。

ウ) 植木鉢の置き場所、管理

植木鉢の土に植物を植えるとこれに小動物がつき観察することができる。また、落ち葉を多めに土の表面に置くと表面付近にも小動物を発見することができる。

鉢の中に小動物が見られるのは鉢の底の穴から草食性の小動物が入り、これを追って肉食性の小動物が入るためである。このため、ベランダやコンクリートの上は適さない。学校では花壇の中の日陰が適する。なお、花壇もある程度手入れがなされ土が固められていないところが好ましい。

乾燥すると土中の小動物は死んだり、植木鉢から逃げたりしてしまうので、水やりを忘れないようにすることが大切である。

エ) 植木鉢の放置期間

おおむね2週間程度で、鉢の中で小動物が発見できる状態になる。

オ) 観察できる小動物の個体数

植木鉢の土の中の小動物を観察すると、トビムシ、コムカデ、ダンゴムシ等を見ることができる。しかし、放置した場所やその他の条件によって小動物の全体の個体数が大

大きく変化し、鉢によっては観察が困難な場合がある。そこで、小動物の個体数を安定させるために「EM菌」を植木鉢の土に混ぜることによって、生徒が興味・関心を引き起こすのに十分な小動物が観察できるようになる。

(カ) 実際に植木鉢の中にいた小動物の種類

草食性………	ヒメミミズ、	ダニ、	ワラジムシ、	ダンゴムシ、
	アヤトビムシ (フシトビムシ)、		マルトビムシ	
肉食性………	ダニ、	コムカデ、	ハサミムシ、	ハネカクシ、
	甲虫、	甲虫の幼虫、	クモ	

上記の小動物は夏から秋にかけて東京都内のいろいろな地域で数十個の植木鉢から発見された例である。

イ 植木鉢の土を使って学習活動の工夫

1班1鉢の場合、バットに鉢の底からすべての土を取り出して行うのがよい。多くの土中の小動物は光を好まないため鉢の底付近に生活していることが多い。

1クラスで1鉢の観察を行った場合、表面の土を取った班は何も小動物がいなくなることがある。この場合も鉢の底から土を取り出しよく混ぜ、均等に各班に分けるとよい。

小動物を取り出す方法

- ハンドソーティング法
- ツルグレン法
- ピーカーに少量の土を取り水を加え小動物を浮かせる。
- 植物についた小動物をセロテープで取りスライドガラスにはりつける。

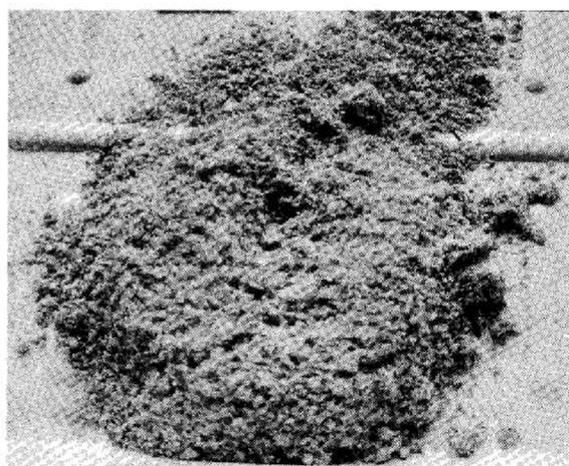


ウ EM菌の教材化

(ア) EM菌について

EM菌とは「有用微生物群」(Effective Micro-organisms) のことであるが、使用されている微生物は光合成細菌、乳酸菌、酵母グラム陽性の有用放線菌、酒こうじカビなど、約80種である。これにおがくずやふすまと養分を加えある。

分解者として、土中の菌類、細菌類を使い実験を行うときには従来は土の種類によって観察・実験結果が大きく左右されていた。そこで安定した結果が得られる方法として、EM菌の教材化を考えた。



<EM菌の特徴>

- 人体に害になることはない。
- 市販されているので簡単に手に入れることができる。
- 近年、園芸、農業等で利用されることが多くなり、扱いが簡単である。
- 菌の活動が活発で、有機物を分解する時間が短い。

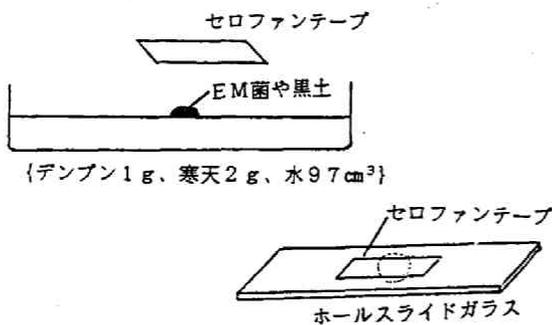
(イ) EM菌の効果

① 植木鉢を使っての観察

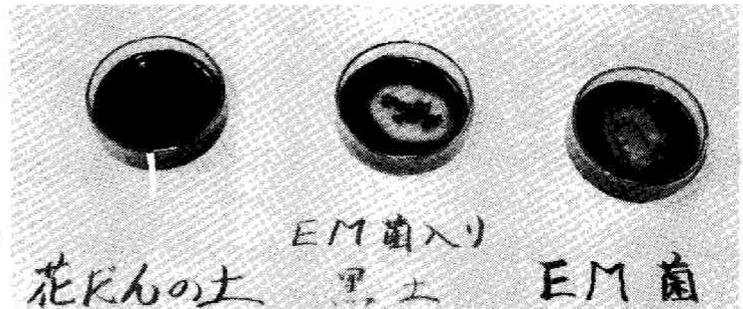
- 土中の小動物の固体数が増加した。
- EM菌の繁殖によってできる白い粉のようなものが見られた。この白い粉は腐葉土等が分解し始めたものである。この白い粉の部分を使い、菌類、細菌類の実験を行うと時間的に短縮することができる。

② デンプンの分解

- EM菌を多く含んだ土を使うか、EM菌を水に溶かしろ過をする。これを1%のデンプン液に入れると、おおむね2日でヨウ素デンプン反応が起こらなくなった。同じ実験をEM菌を含まない土で行うと、1週間たってもデンプンが分解しない場合がある。
- EM菌を含んだ土、またはEM菌を直接デンプンを含ませた寒天培地にのせる。30℃程度で培養すると4日程度で表面に菌糸や胞子が見られる。これをセロテープで取り、顕微鏡で簡単に観察することができる。また、この寒天培地にヨウ素液を加えるとデンプンが分解されていることが分かる。



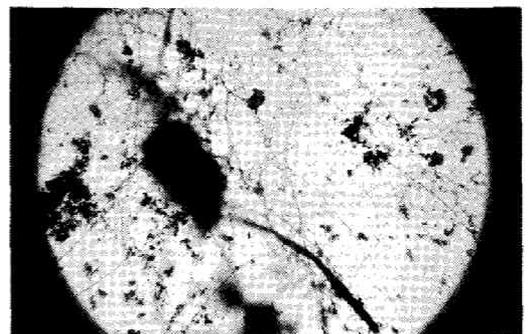
菌糸や胞子の観察



寒天培地でデンプンの分解の実験

③ 菌糸の観察

落ち葉をスライドガラスではさみ、EM菌を含んだ土に差し込む。4日程度たつとスライドガラス内に菌糸がついているのが観察でき、顕微鏡で見ることできる。



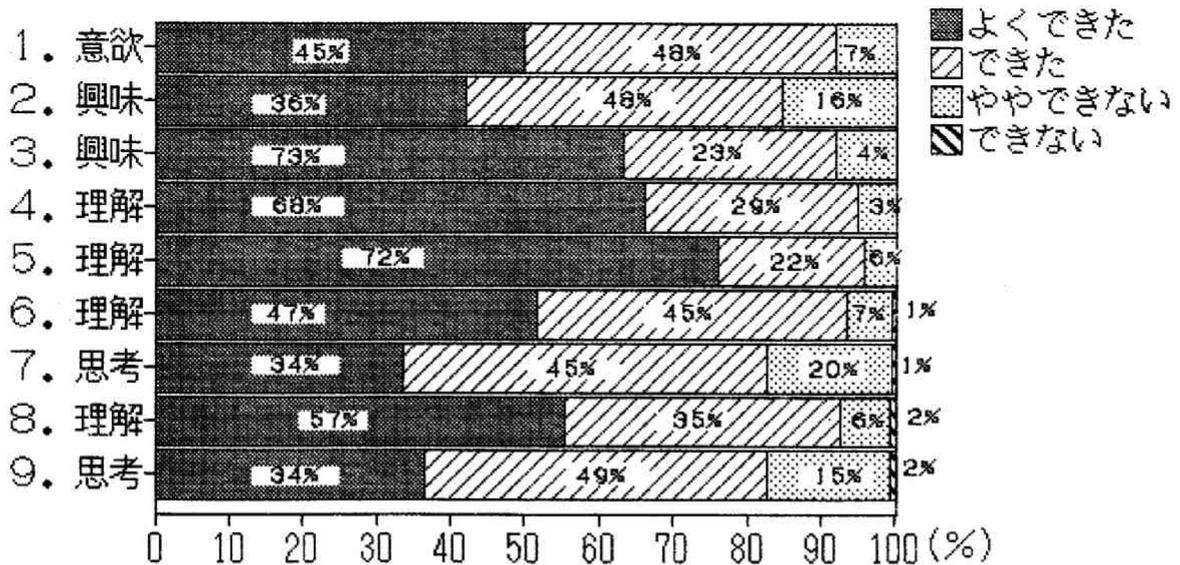
(5) 自己評価

「生物のつながり」の学習計画の例にしたがって、第7時のまとめの後に自己評価を行った。

※自己評価項目（1～9は4段階の評価 10～12は記述式）

1. 生物界のつながり（生態系）についての学習には意欲的に取り組みましたか。
2. 植木鉢の観察では興味をもてましたか。
3. 興味をもって選択実験を選びましたか。
4. 食物連鎖についてよくわかりましたか。
5. 土の中に多くの種類の小さな生物がいることがわかりましたか。
6. 生物のつながりとつりあいについてよくわかりましたか。
7. 生態系について、身近な問題として考えるようになりましたか。
8. ピラミッド型の関係がくずれたときに生物の数量関係が変化することが、身近な例で理解できましたか。
9. 自然界に、分解者の能力を越えて、何か物質が与えられると、物質の循環が危なくなること気づきましたか。
10. おもしろかったこと、関心をもったことをいくつでも書いてください。
11. これからさらに調べてみたいことがあったら、書いてください。
12. 今回の授業の形（導入・選択実験・レポートの作成・発表等）はどう思いますか。

※自己評価結果



自己評価全体を見ると、すべての項目について80%以上の生徒が「できた」と評価している。特に選択実験では、興味をもって意欲的に取り組んでいたことや、今回の授業形態について「意欲的に取り組めた」「よく理解できた」「おもしろかった」「とても興味をもてた」等の声が多かったことは、この研究の大きな成果であった。

しかし、自己評価結果から、物質の循環を理解させ、生態系を身近な問題としてとらえることができる方法をさらに工夫していくことが、今後の課題である。

4 まとめと今後の課題

本研究では、生徒の主体的な学習を促すために「生物のつながり」の学習において、身近な教材として植木鉢の中の小動物を観察することから、学習を展開していく工夫をした。特に、「生物のつながり」においては観察・実験が少ないため、学習過程において生徒一人一人が課題をもち、その解決のため選択実験を取り入れ、生徒の興味・関心を高めるように配慮した。

研究の成果については、授業中の生徒の活動の観察、ワークシートの記録・まとめ方、自己評価の結果などから、生徒の変容の把握に努めた。

(1) まとめ

ア. 学習活動の工夫

(ア) どのような自然環境の条件の学校でも簡単に準備でき、生徒が実際に手を触れて観察できる教材として、植木鉢（黒土：腐養土＝1：1、これにEM菌を入れたものに植物を植えて二週間、花壇の土の上に放置した）を活用した。種々の方法で、植木鉢の中の土を観察し多くの小動物を発見し「手作り図鑑」をもとに生徒自らが食物連鎖網を作ったことは、生徒の興味・関心を高めるのに有効であった。

(イ) 植木鉢の観察で高まった意欲をさらに向上させるため、自分の課題をもち、その解決のための選択実験を課題学習として設定した。この観察・実験を通して生徒が主体的に取り組む意欲態度の形成を図った。

(ウ) 本研究では、学習活動を系統的につくったワークシートを使って実施した。生徒が観察・実験の結果を発表し合い、生徒自らワークシートを完成し、基本事項・用語などもおさえられるように工夫した。また、ワークシートで環境問題にもふれ、考えることができたことは以後の「地球と人間」の学習に役立つものである。

イ. 観察・実験などの工夫

(ア) 植木鉢が置かれていた環境や条件によって観察される小動物の種類や個体数に違いや差が生じないようにするため、植木鉢の条件統一を重視した。また、植木鉢の中で観察できる小動物をまとめて「手作り図鑑」をつくり、それを参考にして、生徒が自主的に学習できるようにした。

(イ) 選択実験については、生産者・消費者・分解者の関係に気付き、理解できるような観察・実験を工夫して設定した。

(ウ) 土中の小動物の増加やデンプンの分解等の観察・実験において短い期間で結果を得るために使用したEM菌の活用は有効であった。

(2) 今後の課題

ア. 「生物のつながり」を観察・実験を通して理解を深めるために身近な教材・教具をさらに工夫する必要がある。

イ. 選択実験の内容を身近な環境の中から工夫するなど、生徒の課題を生かせるような改善をする必要がある。

ウ. 環境教育の視点に立ち、「生物のつながり」の学習を発展させる学習内容、指導法の工夫を図ることが大切である。