

琉球大学学術リポジトリ

実験計画の立案を行う中学校理科の授業実践とその効果 — 「光合成に必要なもの」の学習を通して—

メタデータ	言語: ja 出版者: 琉球大学大学院教育学研究科 公開日: 2022-05-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 砂川, 誠智 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24564/0002017950

実験計画の立案を行う中学校理科の授業実践とその効果

－「光合成に必要なもの」の学習を通して－

砂川 誠智

琉球大学大学院教育学研究科高度教職実践専攻

1. はじめに

2018（平成30）年度に行われた全国学力・学習状況調査によれば、中学校理科の指導改善のポイントとして「観察・実験を計画すること」が挙げられている（文部科学省・国立教育政策研究所 2018）。また、鈴木・藤本・益田（2019）は、中学校理科教員の指導上の課題として「実験計画の立案ができるようにする指導」を指摘しており、中学校理科の授業において実験計画の立案を行わせる指導が十分に行われていないことを示唆している。これらの課題の改善につながる実践として、ルーブリックを活用した実験計画立案の指導に関する研究（湯本・栗原 2020）や、実験計画シートの開発（岸田・小倉 2018）などが報告されている。しかし、実験計画の立案に関する実践的研究は未だ少なく、現時点では授業実践の蓄積が不十分である。また、学習指導要領解説理科編では、植物の葉の働きについての学習例として、光合成に必要な物質や環境条件について、小学校での植物に関する学習を基に、見通しをもって実験の条件を検討し、実験の計画を立案させることが挙げられている（文部科学省 2018）。しかし、植物の光合成と二酸化炭素の関係を調べる実験計画の立案についての授業実践は報告されていない。また、中学校学習指導要領における理科の目標には「（3）自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養う」と示されており、学習に関して積極的に関わる態度を養う必要性について述べられている。そのため、実験計画の立案に取り組む授業を通して、理科の学習に関する生徒の情意面に与える影響についても検討する必要があると考えられるが、これらに関する報告はされていない。そこで本研究では、光合成と二酸化炭素の関係を調べる単元において実験計画の立案を行う授業実践を実施し、実践内容が生徒の理科学習に関する意識に与えた影響について分析を行った。

2. 実践内容と研究方法

- (1) 実習校：沖縄県公立 A 中学校 2 学年（1 組：37 名，2 組：37 名）
- (2) 実習期間：2021 年 9 月 1 日（水）～9 月 14 日（火）
- (3) 単元名：2 学年 単元 2 第 2 章「植物のからだのつくりとはたらき」
- (4) 指導計画：「植物のからだのつくりとはたらき」の指導計画の詳細については表 1 に示す。

表 1 「植物のからだのつくりとはたらき」の指導計画

節	時数	主な学習活動
第 1 節 「葉と光合成」	1	○【実験 1】「葉の細胞の中で光合成が行われている部分」を行い、結果の処理を行う
	2	○【実験 1】の結果を共有し、葉のどの部分で光合成が行われているのか考察し（個人⇒グループ）、グループごとに考察の発表・全体で議論を行う ○まとめ：光合成が葉の細胞のどこで行われているか説明しよう
第 2 節 「光合成に必要なもの」	3	○【実験 2】「光合成と二酸化炭素の関係」の実験計画の立案を行う
	4	○【実験 2】「光合成と二酸化炭素の関係（演示実験）」 ○【実験 2】の結果から、光合成と二酸化炭素の関係について考察し（個人⇒グループ）、グループごとに考察の発表・全体で議論を行う ○まとめ：光合成でつくられるデンプンは何が材料となっているのか説明しよう
	5	○光合成と二酸化炭素の関係と BTB 溶液の性質 ○光合成で発生する気体 ○光合成のしくみについて ○光合成の恩恵 ○人工光合成について

(5) 光合成と二酸化炭素の関係を調べる実験計画立案の授業（3時間目）**① 課題と仮説の設定**

光合成でつくられるデンプンに注目し、「光合成でデンプンがつけられるとき、何が材料になるのだろうか」という課題を設定した。そして、デンプンは炭素を材料としていることから、空气中に存在し、炭素を含む物質である二酸化炭素に着目し「光合成でつくられるデンプンは、二酸化炭素が材料になっていると考えられる」という仮説を設定した。

② 実験計画立案に向けて

実験で使う器具や材料等を全て提示し、対照実験を実施する必要があることを確認した。また、実験計画立案の2番目の手順となる「実験の方法」において、実験を行う際のはじめの操作（3本の試験管A、B、Cを用意し、AとBの試験管には植物の葉を入れ、Cの試験管には何も入れない。）は統一して実施することを伝え、実際に操作を演示で行いながら確認した。

③ 実験計画の立案

実験計画の立案は、ワークシートを用いて「条件の整理」⇒「実験の方法」⇒「結果の記録方法」の順にグループで取り組ませた。「条件の整理」は、問題形式(Q1～Q3)にし、Q2とQ3では変える条件のみ記述するよう指示した。その後、記述が終わり次第ワークシートを提出させ、筆者が適切な内容である事を確認したグループには、「実験の方法」と「結果の記録方法」に取り組むよう指示した。「実験の方法」では、「条件の整理」をもとに具体的な操作と手順を記述させた。また、「実験の方法」の記述に悩んだ場合は、実際に実験の操作を行いながら考えられるよう、教壇に実験で使う器具や材料等を置いておき、自由に使ってよいことを伝えた。「結果の記録方法」では、「実験の方法」をもとに実験結果のまとめが容易になると考えられる記録方法を記述させた。授業中は机間指導を行い、生徒からの質問への対応や、活動が進んでいないグループへの支援などを行い、授業終末までに「条件の整理」ができていなかったグループに対しては、個別に解説を行った。

〈「条件の整理」で提示した問題〉

Q1：石灰水に二酸化炭素を吹き込むとどのような反応が起きるか。

Q2：光合成によって二酸化炭素が吸収されることを確かめたい。どのような条件で比較すればよいか。

Q3：植物があることで二酸化炭素が吸収されることを確かめたい。どのような条件で比較すればよいか。

(6) 実験計画の立案の指導の評価

実験計画の立案の指導の評価については「実験の方法」の記述のみを対象とし、大まかな傾向を捉えることに留めた。それは、「条件の整理」については、生徒は実験計画の立案に初めて取り組んだため、考えることはできていても具体的に記述することができなかった可能性も考えられること、さらに、授業の終末に解説を行っているため、それをもとに記述している可能性があること、また、「結果の記録方法」については、活動時間が足りずほとんどの生徒が記述することができていない状態にあった、等の状況に考慮したためである。最終的には、「実験の方法」の評価にあたっては、「光合成によって二酸化炭素がつかわれることを確認できる操作・手順について記述されているか」という観点を評価規準とした。

(7) 授業実践による生徒の理科の学習に関する意識への影響

筆者が行った授業が生徒の理科の学習に関する意識に与えた影響について検証するため、授業前後に同一内容の質問紙調査を行った。検証の対象は、授業前後のどちらも回答した生徒52名（1組：25名、2組：27名）とした。質問紙調査では①～⑨の質問に対し、5件法で回答させ、「当てはまらない」を1点、「どちらかといえば当てはまらない」を2点、「どちらともいえない」を3点、「どちらかといえば当てはまる」を4点、「当てはまる」を5点とした。そして、授業前後における回答結果の変化を明らかにするために、各質問項目において個々の回答者の回答結果から組ごとに平均点を算出した。こ

課題研究中間報告

の算出された平均点は、各質問項目に対する学級固有の回答結果として解析に用いた。また、授業前後におけるこの平均点の変化の統計上の有意差については、ウィルコクソンの符号順位和検定を用いて確認した。これとは別に、授業前後における個人の回答結果の変化の詳細を把握するため、組ごとに各質問項目についての授業前後での点数の変化量の平均値を算出し、その結果について、対応のあるt検定を用いて統計上の有意差が存在するか検定を行った。また、これらの統計解析には、EZRを用いた(Kanda, 2013)。

〈授業前後に行った質問紙調査の質問項目の内容〉

- ①理科を勉強することが好きだ
- ②理科は得意だ
- ③観察や実験をすることが好きだ
- ④実験を行うことは得意だ
- ⑤自然現象に疑問をもつことは得意だ
- ⑥予想や仮説をたてることは得意だ
- ⑦結果を見通して実験方法を立案することは得意だ
- ⑧観察や実験の結果から結論を導くことは得意だ
- ⑨発表やレポート作成を行うことは得意だ

3. 結果および考察

(1) 実験計画の立案の指導の評価

実験計画の立案の「実験の方法」の段階において、光合成が行われるときに二酸化炭素が使われることを確かめることができる操作・手順の記述ができていたのは、1組では3割未満であり、2組でも5割弱にとどまっていた。そのため、本授業実践での実験計画の立案の指導の有効性については、確認できなかった。

(2) 生徒の理科の学習に関する意識への影響

理科の学習に関する意識の授業前後における変化の結果を表2に示した。詳細な内容については、以下の通りである。

① 1組について

各質問項目における「組の平均点」を授業前後で比較した結果、全ての質問項目について統計的有意差は見られなかった。しかし、質問③、⑧、⑨を除く質問項目では、授業前後である程度の効果が確認できた。特に、質問①「理科を勉強することは好きだ」と質問④「実験を行うことは得意だ」については、授業前後の平均点の変化が大きかった。また、「個人の回答結果」の変化については、「組の平均点」の変化と同様の傾向が見られたが、質問④「実験を行

表2 理科の学習に関する意識の授業前後における変化

組	質問番号	時期	回答選択数				平均点	標準偏差	ウィルコクソンの符号順位和検定	個人の点数の変化量の平均	対応のあるt検定	
			当てはまらない(1点)	どちらかといえば当てはまらない(2点)	どちらかといえない(3点)	どちらかといえば当てはまる(4点)						
1組	①	前後	7	5	4	6	3	2.72	1.40	p = 0.188	0.36	p = 0.164
		前後	8	1	2	9	5	3.08	1.57			
	②	前後	7	3	8	6	1	2.64	1.23	p = 0.559	0.16	p = 0.504
		前後	8	3	3	8	3	2.80	1.47			
	③	前後	3	3	4	5	10	3.64	1.41	p = 0.716	-0.04	p = 0.870
		前後	3	3	4	6	9	3.60	1.39			
	④	前後	5	4	9	6	1	2.76	1.14	p = 0.053	0.36	p < 0.05
		前後	4	1	10	8	2	3.12	1.14			
	⑤	前後	6	5	8	4	2	2.64	1.23	p = 0.351	0.24	p = 0.377
		前後	5	3	7	10	0	2.88	1.14			
	⑥	前後	8	7	7	3	0	2.20	1.02	p = 0.493	0.16	p = 0.461
		前後	9	4	7	4	1	2.36	1.23			
	⑦	前後	6	6	11	2	0	2.36	0.93	p = 0.539	0.16	p = 0.528
		前後	8	2	10	4	1	2.52	1.20			
	⑧	前後	7	2	11	5	0	2.56	1.10	p = 0.922	0.00	p = 1.000
		前後	8	3	8	4	2	2.56	1.30			
	⑨	前後	10	3	4	5	3	2.52	1.47	p = 0.904	-0.08	p = 0.779
		前後	10	2	7	4	2	2.44	1.36			
2組	①	前後	2	7	6	10	2	3.11	1.10	p = 0.532	0.19	p = 0.434
		前後	3	3	8	9	4	3.30	1.18			
	②	前後	4	9	6	5	3	2.78	1.23	p = 0.068	0.48	p = 0.056
		前後	3	6	4	9	5	3.26	1.29			
	③	前後	2	2	3	12	8	3.81	1.16	p = 0.397	0.22	p = 0.376
		前後	1	2	5	6	13	4.04	1.14			
	④	前後	2	7	12	3	3	2.93	1.05	p = 0.412	0.22	p = 0.397
		前後	2	5	10	7	3	3.15	1.08			
	⑤	前後	2	8	12	4	1	2.78	0.92	p = 0.922	0.00	p = 1.000
		前後	5	5	10	5	2	2.78	1.17			
	⑥	前後	3	10	5	5	4	2.89	1.26	p = 0.719	0.11	p = 0.656
		前後	2	8	9	4	4	3.00	1.15			
	⑦	前後	5	9	11	1	1	2.41	0.95	p < 0.05	0.63	p < 0.05
		前後	4	3	11	6	3	3.04	1.17			
	⑧	前後	4	10	6	6	1	2.63	1.09	p = 0.238	0.30	p = 0.199
		前後	3	6	10	6	2	2.93	1.09			
	⑨	前後	6	7	8	5	1	2.56	1.13	p = 0.079	0.33	p = 0.083
		前後	3	7	11	2	4	2.89	1.17			

砂川：実験計画の立案を行う中学校理科の授業実践とその効果

うことは得意だ」では、統計上の有意差がみられた。その変化の内訳を確認すると、実践前の得点が低い（1点～3点）生徒については点数が上昇している傾向がある一方で、高い（4～5点）生徒では変化がみられなかった。この結果からは、本実践が、授業前に「実験を行うことを得意ではないと感じていた生徒」に対して、実験を行うことへの自己効力感をある程度高める効果があったことが示唆された

② 2組について

各質問項目に関する「組の平均点」を授業前後で比較すると、質問⑦「結果を見通して実験方法を立案することは得意だ」については統計上の有意差がみられた。その他の質問については、統計的有意差は見られなかったが、質問⑤を除く質問項目において授業後に平均点が上昇しており、授業前後である程度の効果が確認できた。また、「個人の回答結果」の変化については、「組の平均点」と同様の傾向が見られ、質問⑦のみ統計上の有意差があった。その変化の内訳を確認すると、実践前の得点が低い（1点～3点）生徒の変化量の平均は上昇している傾向があった一方で、高い（4～5点）生徒では変化がみられなかった。この結果から、本実践が「結果を見通して実験方法を立案することを得意ではないと感じていた生徒」に対して、結果を見通して実験方法を立案することへの自己効力感をある程度高める効果があったことが示唆された。

4. まとめと今後の課題

本授業実践の結果、生徒の理科の学習に関する意識の授業前後における変化は、学級間で異なる結果になった。1組では「実験を行うことを得意ではないと感じていた生徒」に対して、実験を行うことへの自己効力感をある程度高める効果があったことが示唆された。一方、2組では「結果を見通して実験計画を立案することを得意ではないと感じていた生徒」に対して、結果を見通して実験計画を立案することへの自己効力感をある程度高める効果があったことが示唆された。これらの結果から、本実践内容は生徒の理科の学習に関する意識の向上にある程度の効果を及ぼしたと考えられる。しかしながら、実験計画の立案に関する記述内容からは、授業を評価するための十分な結果を得ることができなかったため、その効果の評価は限定的であると思われる。そのため、今後の授業実践では、実験計画の立案に関する授業内容の改善を図るとともに、振り返りシート等の活用を行うなどの生徒の実態をより詳細に把握する工夫を行い、より効果的な実践内容の開発を進める。

引用文献

- Kanda, Y., 2013, "Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistic", *Bone Marrow Transplantation*, 48:452-458.
- 岸田拓郎・小倉康, 2018, 「実験計画力を育成する「実験計画シート」の開発とその有効性の検討」『理科教育学研究』59(1):39-48.
- 文部科学省, 2018, 『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編』 学校図書.
- 文部科学省・国立教育政策研究所, 2018, 「平成30年度全国学力・学習状況調査報告書 中学校理科」, (2022年1月17日取得, <https://www.nier.go.jp/18chousakekkahoukoku/report/data/18msci.pdf>).
- 鈴木康浩・藤本義博・益田裕充, 2019, 「中学校理科教員の意識調査から明らかになった指導上の課題と改善の方向性」『理科教育学研究』59(3):401-410.
- 湯本裕貴・栗原淳一, 2020, 「ルーブリックを活用した理科の実験計画立案場面の指導に関する研究」『日本科学教育学会研究会研究報告』34(7):5-8.