

## 逆向思考による学習活動が問題解決能力の向上並びに知識の獲得に及ぼす影響

- 小学校第5学年「ふりこの動きとおもりのしょうとつ」の授業を通して -

所属校：小金井市立緑小学校

氏名：黒木 智道

派遣先：兵庫教育大学大学院

キーワード：逆向思考・問題解決能力・知識・小学校理科教育

### 研究の目的

小学校理科において、児童に問題解決までの見通しをもたせる具体的な方略として「逆向思考」を提案する。逆向思考とは、Newell&Simon(1972)の逆向き探索(backward search)を参考とした探索(見通しをもつ)方法である。具体的には、問題を立てる 実験計画を立てる 実験を行う 実験結果を出す 結論を導き出す、という理科の領域に固有の問題解決プロセスを逆向きにポートフォリオで児童に示す。そして、それぞれを解決する操作・手続きを考えることによって、問題解決までの見通しが可能となる。

逆向思考が有効であると考えた理由は次の4点である。1) 理科の問題解決プロセスをあまり知らない児童も、ポートフォリオを手がかりとして見通しをもつことができる。2) 論を念頭に置いて実験結果や実験計画、問題までの一連のプロセスを具体的に見通すことができる。3) 論を先に予想することで、自らの言葉で問題を定義することが容易になる。4) 逆向思考を参考にすることで、主体的な学習活動ができる。

小学校学習指導要領解説理科編(平成11年)には、児童に見通しをもたせることの意義として、児童が自己の責任において問題を解決していく活動や場を保障する、予想や仮説、構想と、観察、実験の結果の一致、不一致が明確になる、自然の事物・現象の性質や規則性、真理などの特性に対する考え方の転換、の3つを挙げている。そこで本研究では、見通しをもたせることの意義を問題解決能力(条件を制御する力、結果から結論を導き出す力)、を単元の学習によって獲得した知識ととらえた。

逆向思考が見通しをもたせるのに有効であれば、見通しをもたせることの意義を踏まえた問題解決能力や知識の獲得によい影響を与えると考えられるため、具体的な目的として以下の2項目を設定し、それぞれテスト得点によって測定した。

- (1) 逆向思考による学習活動が問題解決能力の向上に及ぼす影響の検討
- (2) 逆向思考による学習活動が知識の獲得と保持に及ぼす影響の検討

### 研究の方法

#### (1) 対象者

小学校第5学年を対象とした。東京都内公立小学校2校6学級(184人)において、逆向思考による学習活動を実施した。

#### (2) 指導法

単元「ふりこの動きとおもりのしょうとつ」を6時間の指導計画(課題選択)で実施した(表1)。逆向思考によって見通しをもつことに慣れていないと考えられるため、逆向思考をする時間を1時間、指導計画に確保し、すべての児童が見通しをもてるよう指導・支援を行った。その後は問題解決プロセスに従い、児童各自が定義した問題を解決する時間とした。

表1 指導計画(ふりこ・しょうとつ共通)(6時間)	
時数	主な学習活動
1時間	ふりこしょうとつのゲームを体験しながら物の動きの変化に気づき、課題を選択する
1時間	逆向思考で問題解決までの道筋を見通す
1時間	条件制御に留意し、実験計画を立てる
2時間	実験を行い、結果から妥当な結論を導き出す
1時間	まとめをする

#### (3) ポートフォリオ

児童が逆向思考による探索方法を知り、実際に問題解決プロセスをたどる際にその探索を確認しながら進められることを重視した。脇元(2002)は、自発的な学びを支えるメタ認知能力の育成にはポートフォリオの活用が最も有効な手段であるとしている。堀(2004)は、「一枚ポートフォリオ」を提案し、学習者が自分の予想や考え、履歴をふり返ることができる等の有効性を主張している。これらの提案は、逆向思考によって問題解決プロセスを探索し、主体的に学習活動することを支援できるものと考えられる。そこで、「一枚ポートフォリオ」を参考に本単元の内容に沿ったポートフォリオを作成し、児童がそれに記入しながら活動することにした。

#### (4) 教具

小学校で準備できる範囲の実験器具とした(表2)。

表2 使用した実験器具等

ふりこの動き	おもりのしょうとつ
鉄製スタンド 割り箸	鉄製スタンド レール
たこ糸 分度器 ものさし	分度器 ものさし
おもり(10,20,100 g)	球(木製、ビー玉、鉄製)
ストップウォッチ 電卓	電卓

## (5) テスト

問題解決能力テスト 設問内容は、小学5年生を対象とする「学力向上のための調査理科」(東京都教育委員会、平成17年)より、問題解決能力にあたる設問(既習内容)を抜き出し、原文のまま用いた(6点)。また、それを参考に解答形式を統一した設問を「ふりこ」と「しょうとつ」の両方を筆者が作成し、児童が選択しなかった課題(未習内容)に解答するようにした(6点)。これらの本単元の学習以外の領域における問題解決能力を問う設問で、合計12点満点とした。

知識テスト 対象とした小学校で使用している既存の知識テストを原文のまま用いた。どちらの選択教材についても設問数は8問であり、それぞれの内容に即した同様の知識を問うものとなっているため、1問1点の配点とし合計8点満点とした。

## (6) 手続き

授業の実施時期は、各学校の年間指導計画に従い、平成18年2月中旬～3月上旬に設定した。問題解決能力テストを事前テスト、事後テストとして20分でそれぞれ本単元の学習前と後に実施した。また、知識テストは本単元の授業終了を起点とした学習直後テストと3ヶ月後テストとしてそれぞれ20分で実施した。

## 研究の結果

## (1) 問題解決能力に及ぼす影響の検討

問題解決能力テストの得点について学級ごとに平均値と標準偏差を求めた(表3)。

表3 問題解決能力テストの平均得点(標準偏差)

組	n	事前 (SD)	事後 (SD)	t
1組	29	8.59 (2.78)	10.17 (2.67)	2.90*
2組	31	9.90 (2.02)	10.94 (1.48)	3.54*
3組	28	9.75 (2.90)	10.14 (2.14)	1.01
4組	34	10.03 (2.21)	10.32 (2.11)	0.89
5組	31	9.58 (2.57)	10.71 (2.02)	2.96*
6組	31	10.03 (2.48)	11.06 (2.13)	3.02*

\* $p < .05$ 

すべての学級で事前テストより事後テストの平均点が高くなっている。統計的な手法による検定の結果、6学級中4学級において、事後テスト得点の平均値が有意に高くなっていることが明らかとなった。

## (2) 知識の獲得・保持に及ぼす影響の検討

学級ごとの学習直後テストと3ヶ月後テスト得点の平均値と標準偏差を求めた(表4)。

表4 知識テストの平均得点(標準偏差)

組	n	学習直後		3ヶ月後		t
		平均	(SD)	平均	(SD)	
1組	25	6.36	(1.29)	6.60	(1.26)	1.44
2組	31	7.10	(1.03)	7.35	(1.23)	0.35
3組	26	6.35	(1.07)	6.57	(1.47)	0.77
4組	33	7.45	(0.90)	7.03	(1.45)	-1.69
5組	30	7.30	(1.27)	7.30	(1.42)	0.00
6組	31	7.39	(1.24)	7.13	(1.56)	1.02

\* $p < .05$ 

学習直後テストの得点率は79.4～93.1%と、概ね良好なものであった。次に、それぞれの学級における学習直後テストと3ヶ月後テストの得点を比較し、学習によって獲得した知識をどの程度記憶しているか(保持)を検討した。6学級中4学級は、平均値が低下していない。この4学級中3学級は、問題解決能力テスト得点が有意に高くなった学級であることは注目に値する。統計的な手法による検定の結果、学習直後テストと3ヶ月後テストの平均値に有意な差は認められず、知識が保持されていることが明らかとなった。

## (3) ポートフォリオによる検討

筆者が指導した児童55人を対象とした調査の結果、次のような児童の実態が明らかとなった。

100%の児童が自らの言葉で問題を定義した。

96.4%の児童が、適切な条件制御をした実験計画を立案・実行し、実験結果から結論を導き出した。

## 考察

以上の結果から、逆向思考による学習活動は問題解決能力の育成並びに知識の獲得とその保持に良い影響を与える可能性が示されたとと言える。

文部科学省が小中学生を対象として実施した理科の実験・観察に関する「特定課題調査」の結果に対し、国立教育政策研究所は「見通しをもって実験・観察方法を考案することに課題がある」ことを指摘している。本研究より得られた知見はこの課題に対する有効な授業方略となる。