

指導資料

 鹿兒島県総合教育センター

小学校理科 第276号

— 小学校，特別支援学校対象 —

平成22年4月発行

科学的な思考力，表現力を高める小学校理科学習指導の工夫 — 言語活動の充実を通して —

平成20年3月に公示された学習指導要領では，思考力，判断力，表現力等の育成の観点から基礎的・基本的な知識・技能の習得，活用が重視され，各教科等において言語活動の充実を図ることが求められている。

理科における言語活動については，小学校学習指導要領解説理科編「第4章指導計画の作成と内容の取扱い」の1(2)で，科学的な思考力や表現力の育成を図る観点から，「観察，実験の結果を整理し考察する学習活動」や「科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動」の充実を挙げている。

そこで本稿では，これらの学習活動を充実させ，科学的に考えたり，表現したりする力を育成するための留意点や指導の工夫例等について述べる。

1 科学的な思考力，表現力と言語活動

理科の学習とは，「児童の既にもっている自然についての素朴な見方や考え方を，観察，実験などの問題解決の活動を通して，少しずつ科学的なものに変容させていく営み^{※1}」である。その過程においては，児童自らが事象と事象，あるいは事象と既習事項等とを比較

することによって問題を明確にし，事象と既習事項等とを関連付けたり，推論したりして，その事象が生じる原因を考えることで，予想や仮説を立てる。また，児童が既習事項等の中から適用できることを基にして観察，実験の計画を立て，条件を制御しながら観察，実験を行い，得た情報を表やグラフ等に整理，考察し，それを基に相互に話し合うなどして結論を導くことで，科学的な知識を得ることになる。

この過程において，比較，関連付け，あるいは推論などの問題解決の能力を活用しながら論理的に思考し，図表に表現する活動や話し合う活動などの一連の言語活動を充実させることによって，科学的な思考力や表現力が高まっていくものと考えられる。

2 理科における言語活動の指導に当たって

(1) 理科学習の全体を通して指導する

前述のような一連の問題解決の過程において，「観察，実験の結果を整理し考察する学習活動」を充実したのものにするためには，この活動だけに着目するのではなく，まずもって観察，実験前の活動を充実させるこ

とが不可欠であると言える。

また、「科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動」についても、その場面としては、予想や仮説を立てる場面、観察、実験の結果を整理する場面、予想や仮説と結果とを比較したり友達と考えを交流したりする場面、及び結論をまとめる場面などの多様な場面が考えられる。

理科における言語活動の指導に当たっては、以上のことに留意して、理科学習を部分的にとらえるのではなく、理科学習の全体を通して指導することが求められる。

(2) 理科の教科特性を踏まえる

理科は、児童が自らの諸感覚を働かせて、観察、実験などの具体的な体験を通して事象を調べることにより、実感を伴った理解を目指している。つまり、理科では、具体から抽象へ至る認識の過程を大切にしたい指導が求められる。この場合の具体とは、主に自然の事象にかかわる体験を指し、抽象とは問題解決の過程を経て身に付ける言葉や概念を指している。

例えば、豆電球と乾電池、導線を一つの輪のようにつないだら豆電球に明かりがつくつながり方があるという活動を体験することが具体である。その体験を通して「回路」という科学的な言葉を理解する。このように、「回路」という言葉がどのような状況を説明する言葉なのかを、児童が、具体的に豊富な体験を通して咀嚼そしゃくすることにより、具体を抽象化した言葉として理解するとともに、概念を構築していくことになる。

理科における言語活動の指導に当たっては、

以上のような、体験を基に認識していくという教科特性を踏まえる必要がある。

すなわち、言語活動が大切であるからといって、言葉だけの理解にとどめるのではなく、事象にかかわる具体的な体験を通じた問題解決の活動を経て言葉の意味を理解し、概念を構築する過程を大切にすることがある。

3 「観察、実験の結果を整理し考察する学習活動」の充実

(1) 観察、実験の目的と結果までの予想を含む見通しを明確にもたせる

例えば、結果から結論を導きだす際、「結果からどういうことが言えますか。」と尋ねても、児童が何を回答してよいか迷ったり、的を外れた考えを述べたりすることがある。これは、児童に「実験で何を確かめるのか」あるいは「どのような結果が予想されるか」などという「見通し」をしっかりともしないままに実験を行わせたことが要因の一つであると考えられる。

そもそも観察、実験は自分の予想や仮説を検証するための活動である。観察、実験を的確に行うには、「何を、どのように調べたら、何が分かる」というような明確な見通しをもつことが必要である。これを曖昧あいまいにしたままで観察、実験を行っても、児童が「なるほど、そうか!」と納得し、実感する学びにはつながりにくい。

そこで、次のような考える視点を与える発問や定型文を提示するなどの工夫が大切である。

ア 発問の工夫例

(ア) 既習事項等を活用させる発問と反応例

《例：3年「磁石の性質」》

※ 着磁した釘が磁石になっているか調べる方法を考える場面

教師：「釘が磁石になっているか確かめるには、何をどのように調べたらいいかな？今までに学んだことを使って調べる方法はないかな？」

児童A：「自由に動けるようにした磁石は南北を指したから、釘を水に浮かべてみたら分かるのではないかな。」

児童B：「磁石を方位磁針に近づけると、一方の極が近づいてきたから、釘を方位磁針に近づけてみたら分かると思う。」

(イ) 結果の予想までを含んだ見通しをもたせる発問と反応例

《例：3年「磁石の性質」》

教師：「結果は、どうなりそうかな？そのことから何が言えるかな？」

児童：「釘を方位磁針に近づけると、どちらか一方の極が近づいてくると思う。そうなったら、釘が磁石になると言える。」

このように、児童に結果の予想まで含んだ「見通し」をしっかりとらせておくことで、実験後の考察では、自分の考えが正しかったのか否かを基準として結果から分かることを論理的に考えることができる。また、「何を、どう調べたら、どうなって、そのことから何が言える」という考察も明確になる。

イ 定型文の提示

児童によっては、考えていることを論理的に整理できないために、既習事項等を活用して予想や仮説を立てたり、実験方法を考えたりすることが難しいこともある。

そこで、実態に応じて、「()して、()となったら、()と言える。」のような定型文を児童に提示し、空欄にどのような言葉を入れるかを繰り返し考えさせることによって思考の型が形成され、同時に表現力の育成を図ることが考えられる。以上のように、観察、実験の目的と結果までの予想を含む見通しをしっかりとたせることが、「結果を考察する学習活動」の充実のために重要である。教師には、児童が解決の方向性を明確にもてるような丁寧な働きかけをすることが求められる。

(2) 結果の整理の仕方を身に付けさせる

結果について考察する際には、結果と予想や仮説とが一致しているかどうかについて比較・検討することで結論を出すことになる。しかし、結果が単なる数値や言葉として羅列されているだけでは、その概要や傾向をつかむことは困難である。

そこで、客観的に比較・検討しやすくするために、観察記録や実験結果を時系列や条件の違い、実験回数などに応じて表に整理したり、グラフに表したりするなど、「結果を整理させる」ことが大切である。

《例：5年「振り子の運動」》

※ 振り子の1往復する時間が何によって変わるかを調べるために、条件を制御しながら行った実験の結果を整理する場面

表 1

糸の長さを変えた場合		
	50cm	1m
1班	1.0	1.7
2班	0.9	1.5
3班	1.1	1.8
4班	1.2	1.8
5班	0.9	1.6

【変えない条件】
振れ幅, おもりの重さ

表 2

おもりの重さを変えた場合		
	10g	20g
1班	1.2	1.3
2班	0.9	1.0
3班	1.1	1.1
4班	1.3	1.3
5班	1.1	1.0

【変えない条件】
振れ幅, 糸の長さ

表内の数値は、振り子の10往復する時間を3回測り、その平均から1往復する時間を算出した時間(秒)を示す。

ここでは、変えた条件ごとに実験結果を表1, 2のように整理することで、各グループの結果が比較しやすくなり、ふりが1往復する時間に関する要因が糸の長さであることをとらえやすくなる。

しかし、児童は自分の考えをしっかりともてばもつほど、往々にして、自分の予想どおりの結果のみにこだわってしまう傾向がある。

例えば、おもりの重さと1往復する時間の関係についての表2の数値だけを見て判断すると、1, 2, 5班の結果から時間が変化するととらえる児童が出てくる。

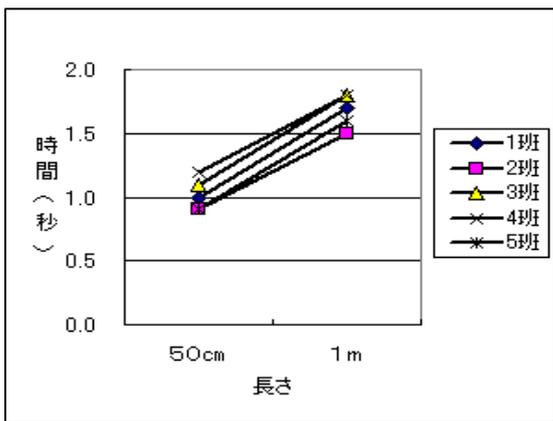


図 1 糸の長さを変えた場合

そこで、糸の長さとおもりの重さを変えたときのそれぞれの結果を図1, 2のようにグラフに表し、比較させる。視覚的にとらえやすくなることで、糸の長さを変えたときに比べ、おも

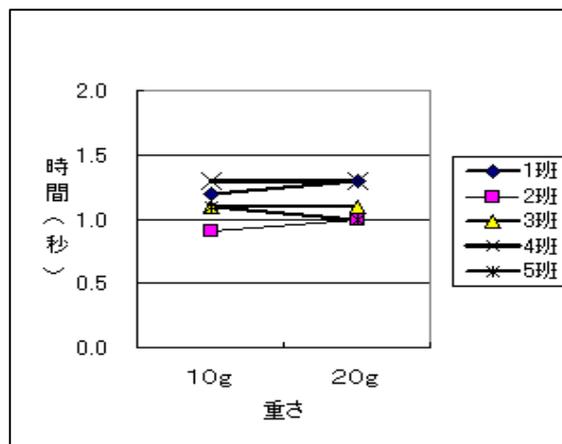


図 2 おもりの重さを変えた場合

りの重さを変えたときは時間の変化が小さいことに気付くことができる。そして、おもりの重さを変えても1往復する時間は変化しないと考え、結論付けることができるようになる。

以上のように、児童が「なるほど、このようなグラフで表わすと分かりやすい」などと思うような結果の整理の仕方を示し、児童に考え方を身に付けさせることが大切である。

(3) 結果と結論を明確に分けて記述させる

前述のように、「見通し」をもたせる過程で、「何を、どう調べたら、どうなって、そのことから何が言える」という結果の予想まで見通して観察、実験をしていれば、考察がまとめやすいものになる。

しかし、結果と考察の区別ができていないために、結果欄に結果と考察を書いてしまい、考察欄が感想文になっているノートを見ることがある。得られた結果や事実を基に考える過程をおろそかにすると、問題解決の過程が形だけのものになってしまいかねないことから、結果から結論につながる考察のステップを大切にしたい。そのためには、実験で得た数値を表やグラフに整理する際の事実の説明と、それを読み取って考えたことの説明とは

異なるということを理解させるような指導が重要である。

そこで、発達の段階や実態に応じて、例えば、結果や考察の欄にはそれぞれ何を書くのかを、次のように段階的に指導するようになる。

ア 「結果欄」には見たままの事実を書く。
→ 「～(実験)したら、～(結果)になりました。」

イ 「考察欄」には、結果から考えたこと(結論)を書く。
→ 「このことから、～ということが分かりました。」

考察で大切なことは、自分の予想や仮説と結果とを比較・検討したり、他の児童の結果と比較・検討したりして、より妥当性の高い結論を導き出すようにすることである。他教科等でも調べたことをノート等にまとめる機会はあるが、理科には児童自らが直接、観察、実験を行い、その結果について自ら考察を行うという特徴がある。そのため、観察、実験の結果や考察をどのように書くとよいのか、全体指導や個別指導を適宜行うことが大切である。

(4) 予想や仮説に基づいた思考を促す

観察、実験後に「何が分かったかな？」と発問しても、「教科書の先読み」や観察、実験そのものの記憶の再生によっても答えることができる。その場合、自分の予想や仮説と結果とを比較して一致しているかどうかを考えないため、科学的な思考力としての考察する力を育てることにはならない。

そこで、「予想通り解決できた(解決できなかった)ことは何か?」、あるいは「自分の予想(仮説)と結果とを比較して言えるこ

とは何か?」など、予想や仮説に基づいた思考を促すような発問をすることが大切である。

《例：6年「水溶液の性質」》

教師：「予想どおり、解決できた(解決できなかった)ことは何ですか?その結果と自分の予想と比較して言えることは、何ですか?」

児童：「わたしは、うすめた塩酸にアルミニウムが溶けた液を蒸発させて出てきたものは元のアルミニウムと同じものだと予想して、もう一度うすめた塩酸に入れてみたけど、予想と違ってあわを出さずに溶けた。この結果から、元のアルミニウムとは違うものになったということが言える。」

4 「科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動」の充実

(1) 根拠を基にして考え、論理的に説明する力を育てる

「科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動」では、「科学的」という言葉がもつ「実証性」、「再現性」をはじめ、誰もが妥当性を認め、その考えを共有できる「客観性」も必要となる。つまり、根拠を基にして考え、それを相手に伝わるように論理的に説明する力を育てることが大切である。

そこで、児童の発達の段階や実態に応じて、ここでも「わたしは()と思います。その理由は、()だからです。」などの定型文を提示し、論理的に説明する力を育てる工夫をすることが大切である。

《例：5年「物の溶け方」》

※ 水の温度を上げると水に溶けるホウ酸

の量が増えるかどうかを予想する場面

児童：「わたしは水の温度を上げても、たぶん 50ml の水に溶けるホウ酸の量はあまり増えないと思います。その理由は、食塩を使って同じような実験をしたとき、水の温度を上げても溶ける食塩の量はあまり増えなかったからです。だから、ホウ酸も食塩と同じように、水の温度を上げても溶ける量はあまり増えないのではないかと考えました。」

特に、根拠を明確にさせることは、思考力を高めるために重要である。例えば、「その理由は、食塩を使って同じような実験をしたとき、水の温度を上げても溶ける食塩の量はあまり増えなかったからです。」などと、事実を基にした根拠を書かせることによって、「科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりする活動」が強調されることにもなる。

また、児童がものごとを整理して考えるためには、先の例のように、主語や述語、条件を明確にしたり、あるいは、「だから」などの「つなぎ言葉」を用いたりして、筋道を立てて発表したり、書いたりする習慣を身に付けさせる必要がある。このように、学習活動の基盤となる言語に関する能力の育成を図ることで、論理的に考えたり、説明したりできるようになることが期待される。

なお、定型文の活用は、型通りに考えたり話したりすることができるようにすることが目的ではなく、ものごとを整理し、順序立てて論理的に考えることができるようにするための手段である。このことに留意して、段階的な指導を行っていく必要がある。

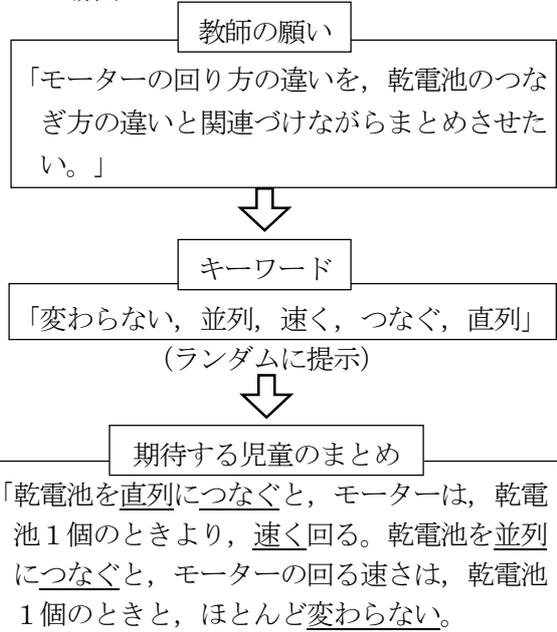
(2) 科学的な言葉等をキーワード化し、思考を促す

授業の終末において、見つけた自然のしくみや規則性について児童にまとめさせることは、思考力を育成する上で大切である。しかし、実態としては、教師がまとめることが多いのではないと思われる。思考力や記述能力を高めるためにも、知識の定着を図るためにも、効率よく、ねらいどおりのまとめを書かせたい。

そこで、例えば、「まとめに入れた方がよい言葉は何か」を話し合わせながら、いくつかの科学的な言葉等をキーワード化し、活用させることで、児童はまとめやすくなり、ねらいに即した思考を促すこともできる。

《例：4年「電気の働き」》

※ 乾電池を直列と並列につないだ際のモーターの回り方の違いを調べる学習のまとめの場面



学んだ知識を振り返りつつ、事象の説明に使用することは、児童にとっては学んだ知識の活用であり、このようにして活用された知

識が身に付き、実感を伴った理解につながっていくと考えられる。

(3) 学習したことを他の事象に適用して考えさせたり、科学的な言葉等を用いて説明させたりする活動を設定する

1 単位時間や単元の節目の終了時等において、学習したことを他の事象に適用して考えさせたり、科学的な言葉等を用いて説明させたりする活動を設定し、学習内容を広げ深めたり、あるいは日常生活との関連を図ったりすることが大切である。

具体的な活動として、以下の3点が考えられる。

ア 学習したことと関連のある事象について解釈、説明する活動

《例：3年「昆虫と植物」》

「体が頭、胸、腹の三つの部分からできていて、胸には3対6本のあしがあるもの」を「昆虫」ということを学習した後、他の生き物について観察させ、学習した言葉を使って昆虫かどうかを説明する活動を設定する。

児童は、体の分かれ方やあしの数に着目し、それぞれの生き物が昆虫であるかどうかを考えながら観察し、「僕はクモを見つけました。クモはあしが8本あるし、体も2つに分かれていますので、昆虫ではないと思います。」などと「昆虫」という言葉を使って説明する。このように、相手に理解してもらおうと、学習を振り返りながら筋道を立てて思考し、説明することで、思考力や表現力の高まりが期待できる。

イ 学習したことを活用して発展的な問題を解決する活動

《例：5年「物の溶け方」》

「食塩、砂、ミョウバンが混ざった粉から、ミョウバンだけを取り出す」という問題を与え、これまでに学習してきたことを生かして解決する活動を設定する。

児童は、「物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違う。」という学習を踏まえ、例えば、「まず、混ざった粉を温めた水に溶かしてろ過する。次に、ろ液を冷やして析出させると、ミョウバンだけを取り出せるのではないか」などと考えながら、問題を解決することになる。このように、発展的な問題を解決することで、学習したことを振り返り、個々の知識や技能を関係付けながら見通しをもって思考し、表現することになる。また、このような活動を通して、学習したことが「使える知識・技能になっている」と実感し、「できるようになった自分」を感じたり、学んだ充実感、達成感を味わったりすることができる。

ウ 学習をまとめて発表したり、ものづくりをしたりして説明する活動

(7) 学習をレポート等にまとめて発表する活動

《例：4年「電気の働き」》

つなぎ方による電流の強さの違いを、粒子モデル等を使って説明したり、光電池と乾電池の利点と欠点を説明したりしながら、電気の学習のポイントを解説書にまとめたり、他の学年の児童に説明したりする活動を設定する。

学習のまとめとして、このような活動を

設定することによって、説明する相手に合わせて、分かりやすいまとめや発表を目指し、図表やグラフ、実物や模型などを活用したり、結論、理由の順に論を展開したり、あるいは身の回りの出来事などと関連させるなどして、多様な思考や表現を経験でき、その力を高めることができる。また、この過程において、単元の学習を通して分かったところと曖昧^{あいまい}なところを振り返ることもできる。

(イ) ものづくりをし、説明する活動

《例：3年「昆虫と植物」》

飼育体験を生かして、モンシロチョウ等の成長過程を紙粘土等で模型として製作し、説明する活動を設定する。

このような活動を設定することにより、児童は、例えば、あしはどこから、どのように出ているか、観点をもって観察するなど、モンシロチョウ等の体のつくりを改めて詳しく観察しながら、昆虫の条件を満たす模型作りをすることができる。また、お互いの製作物を見比べることで、幼虫の前あしの形が違うことやサナギになるときに糸で体を固定することなど、観察の成果を基に指摘し合いながら改良していくことができる。

ものづくりにおいては、児童が理解していることであっても、児童の器用さ、根気強さなどの要因によって、本人が考えているとおりに再現できない場合もあることに留意する必要がある。大切なことは、製作物がどのようなつくりやきまり、仕組み等になっているのかをきちんと説明できることである。したがって、完成後に、製作したもののつくりやきまり、仕組み等を、知識や技能を活用しな

がら説明させる場を設定することが大切である。

科学的な思考力や表現力の育成については、これまでも重視されてきたが、教育課程実施状況調査等をはじめとする国内外の各種学力調査の結果等において指摘されているように、成果が十分に現れているとは言えない。今回の学習指導要領の改訂で言語活動の充実が強調された理由の一つは、科学的な思考力や表現力の育成を図るための、より具体的な学習活動が求められているからであると考えられる。それが、小学校理科においては、「観察、実験の結果を整理し考察する学習活動」や「科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動」である。

これらの学習活動の指導に当たっては、科学的な思考力や表現力が短期間に身に付く力ではないことなどを踏まえ、小学校3年生からの長期的な視点に立って、児童に科学的な思考力、表現力を育成するという意図を明確にした、計画的な言語活動を進めることが大切である。

【引用・参考文献】

- ※1 文部科学省「小学校学習指導要領解説理科編」
平成20年、大日本図書
- 日置光久著「『理科』で何を教えるか」
2007年、東洋館出版社
- 角屋重樹外編「小学校理科の学びせ方・教え方事典」
2005年、教育出版
- 森田和良編著「小学校理科 活用力を育てる授業」
2008年、図書文化社

(教科教育研修課)