

4 理科

(1) 理科における言語活動の充実の視点

ア 理科における「言語活動の充実」のとらえ方

新学習指導要領においては、科学的な思考力、表現力の育成を図る観点から、言語活動の充実を挙げている。そこで、具体的に示された小・中・高等学校を通して充実すべき学習活動をまとめると右のようになる。

問題を見だし観察、実験を計画する学習活動
観察、実験の結果を分析し解釈する学習活動
科学的な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

科学的な思考力、表現力は、問題解決

の過程を通して科学的な方法で問題を解決したり、解決したことを分かりやすく表現したりするなどの言語活動に意図的に取り組ませることで、高まっていくものととらえることができる。そこで、中教審答申(平成20年1月)で示された「六つの学習活動例」と新学習指導要領に示された

充実すべき学習活動を、問題解決の過程に関連付けて右のように「理科における言語活動例」として整理した。

イ 言語活動に取り組むための留意点

「問題を見だし観察、実験を計画する学習活動」では、観察、実験の方法や結果の見通しを明確にもたせることが重要である。このことは、何のための観察、実験であるかをはっきりさせ、結果をどのように考察すればよいかを明らかにすることにつながる。したがって、「観察、実験の結果を分析し解釈する学習活動」を充実させるためには、

問題解決の過程	理科における言語活動例
問題を見だし段階	習得した知識・技能を活用して新たな観察、実験等を計画する活動(事象を比較・分類することによって問題を見だし、既習事項を関連付けることによって見通しを発想するなどの活動)
見通しをもつ段階	予想や仮説の検証方法を考察する場面で、自分の考えを述べる場や、集団としての意思決定をするような場を設定するなど、話し合いながら考えを深め合う活動
観察、実験をする段階	観察、実験の結果をグラフや図表に整理し、予想と関連付けながら考察する活動
結果から結論を導き出す段階	自然事象に関する情報をグラフや図表などから読み取ったり、グラフや図表を用いて分かりやすく表現したりする活動
	観察、実験の結果について科学的な言葉や概念を使用して考えたり、説明したりするなど、概念や法則などを活用する活動
学びを生かし、身の回りの事象等との関連を図る段階	習得した知識・技能を活用して、他の関連する事象に当てはめて説明するなど、学習の成果と身の回りの事象等との関連を図る活動

この活動だけに着目するのではなく、観察、実験前の活動を充実させることが不可欠である。

また、「科学的な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、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、結論をまとめる場面などの多様な場面が考えられる。つまり、新学習指導要領に示されている充実すべき学習活動は、それぞれを部分的にとらえるのではなく、理科の学習全体を通して充実させるという視点が求められる。

理科は児童生徒が諸感覚を働かせて、観察、実験等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おり、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科学的な言葉や概念を指している。理科では、体験を基に認識していくという教科の特質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して、比較・分類して問題を見いだすなどの問題解決の活動を経て言葉の意味を理解し、科学的な概念を形成する過程(図10)を大切にすることが重要である。

科学的な思考力、表現力は、短期間に身に付く力ではないことなどを踏まえ、長期的な視点に立って、児童生徒に科学的な

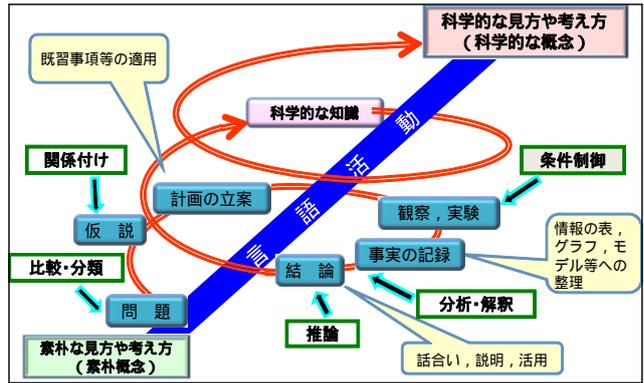


図10 科学的な概念を形成する過程

思考力、表現力を育成するというねらいを明確にした、意図的、計画的、継続的な言語活動を進めることが大切である。具体的には、児童生徒の既有知識に関する実態を分析し、身に付けさせたい力を育成するために効果的な言語活動を構想したり、言語環境を整える観点から理科室設営や図書室の活用を見直したりすることが考えられる。

(2) 言語活動の充実を図る学習指導の工夫

ア 本県における理科の言語活動の現状

理科の「言語活動の取組に関する調査結果」(図11)では、「観察、実験の結果について科学的な言葉や概念を用いて考えたり、説明したりする活動」や「習得した知識・技能等を活用して、学習の成果と身の回りの事象等との関連を図る活動」への取組は、全校種で80%より低くなっている。

また、これらに加えて、中学校では「新たな観察、実験等を計画する活動」

が低く、高等学校については全体的に低くなっているが、理科の特質を踏まえると、「観察、実験の結果を分析し解釈して自らの考えを導き出し、表現するなどの学習活動の充実」が求められる。

また、課題として、「言語活動の時間の確保」や「すべての単元で、どのように言語活動を位置付けていくか。」などが挙げられていた。単元のどこで、どのような言語活動を重視し、どのような方策を講じるかを具体的に位置付けた指導計画の工夫、改善も求められる。

イ 言語活動を充実させるための方策

「観察、実験の結果について科学的な言葉や概念を用いて考えたり、説明したりする活動」を充実させるためには、自分なりの考えをまとめ、グループや全体で話し合うなどして考えを練り上げる場の設定が必要になる。

ここでは、結果(事実)に基づいた考察をさせるために、「～と同じ(違う)ことは何か。」や「～と～はどのような関係があるか。」など、比較や関係付けなどの問題解決の能力を活用して考えさせる発問を行ったり、「～だと思えます。その理由は～です。」など根拠を明確にしたまとめの型を思考のモデルとして示したりすることが有効である。また、考察したことを論理的に説明し一般化するために、科学的な言葉や概念をキーワードとして示したり、主述を明

グラフの合計(%)は、「とてもあてはまる」,「ややあてはまる」の計

	小学校	中学校	高等学校	特別支援学校	合計(%)
言語活動例についての質問(以下の活動を行っているか)					80
① 習得した知識・技能を活用して新たな観察、実験等を計画する活動	27	35	70	87	87
② 予想や仮説の検証方法を考察する場面で、自分の考えを述べる場や、集団としての意思決定をするような場を設定するなど、話し合いながら考えを深め合う活動	44	56	83	89	89
③ 観察、実験の結果をグラフや図表に整理し、予想と関連付けながら考察する活動	55	55	88	90	90
④ 自然事象に関する情報をグラフや図表などから読み取ったりグラフや図表を用いて分かりやすく表現したりする活動	45	66	84	82	84
⑤ 観察、実験の結果について科学的な言葉や概念を用いて考えたり説明したりするなど、概念・法則などを活用する活動	45	67	78	79	78
⑥ 習得した知識・技能等を活用して、他の関連する事象に当てはめて説明するなど、学習の成果と身の回りの事象等との関連を図る活動	45	75	76	74	75

図11 「言語活動の取組に関する調査結果」

確にすることや「だから」などのつなぎ言葉を適切に用いるように指導したりすることも有効である。

話し合い活動では、自分の考えを説明しよりよい説明に修正するなどの話し合いの目的を児童生徒に理解させたり、話し合う時間や話し合った後どうするかを明確にしたりしておくことが大切である。考えを練り上げるためには、異なる考えに触れさせて多面的に考察させたり、分かりやすい説明を参考にして曖昧な考えを明確にさせたりすることが必要であり、そのためにグループの構成を変えたり違うグループと考えを交流させたりするなどの工夫が考えられる。

「学習の成果と身の回りの事象等との関連を図る活動」を充実させるためには、日常生活との関連を図った具体的な事象を考えたり、提示された事象を説明したりする場や、新たな課題に取り組みレポートにまとめて発表したり、ものづくりを行ったりする場の設定が必要になる。これらの活動は、学んだ知識や技能の活用であり、実感を伴った理解につながるものである。

場の設定としては、一単位時間の終末や単元末などが考えられ、児童生徒の実態や学習内容を踏まえた適切な時間確保が求められる。また、考えたり説明したりする場面では、学習内容とかかわりがある事象を準備しておき、実物や写真・図などで具体的に提示し、学習した用語やまとめの文を活用するように発問したり、具体物を操作させたりすることなどが有効である。

発問や思考のモデル、話し合いの場の工夫などの方策は、それぞれを効果的に組み合わせることにより充実した言語活動につながる。

ウ 指導内容に応じて重視したい言語活動の位置付け

効果的で効率的な指導を行うためには、具体的な言語活動を指導計画に位置付けておくことが大切である。次は、内容の構成の柱である「エネルギーの見方」の指導に当たって、「観察、実験の結果を分析し解釈する学習活動」を重視したい場合の言語活動例である。

学年・項目	指導のねらい	重視したい言語活動例
小学校 第3学年 「風やゴムの働き」	風やゴムの力を働かせたときの現象の違いを比較する能力を育てるとともに、それらの理解を図り、風やゴムの働きについての見方や考え方をもちことができるようにする。	・ 風やゴムの力と物が動いた距離などを関係付けて考え、風やゴムが物を動かす働きについて説明する。
小学校 第5学年 「振り子の運動」	振り子の運動の規則性について条件を制御して調べる能力を育てるとともに、それらの理解を図り、振り子の運動の規則性についての見方や考え方をもちことができるようにする。	・ 振り子が1往復する時間を変化させる条件について予想し、それを確かめる方法を話し合う。また、実験結果を整理した表やグラフから、振り子の運動の規則性を見だし説明する。
中学校 第1学年 「力と圧力」	力や圧力の実験を通して、力や圧力に関する基礎的な性質やその働きを理解させ、力の量的な見方の基礎を養う。	・ ばねの伸びの実験結果をグラフに表し、力の大きさと伸びを関係付けて考え、規則性を見だし説明する。 ・ 圧力の実験結果を基に、へこみ方と物体の接触面積を関係付けて考え、圧力の違いを面に垂直に働く力と面積から説明する。
中学校 第3学年 「力学的エネルギー」	仕事や力学的エネルギーの実験を通して、エネルギーを量的に扱うことができることや、運動エネルギーと位置エネルギーが相互に移り変わることを見いださせ、力学的エネルギーの総量が保存されることを理解させる。	・ 衝突実験結果を基に、位置エネルギーでは高さや質量と、運動エネルギーでは質量や速さを仕事と関連付けて考え、規則性を見だし説明する。 ・ 振り子の運動などの実験結果を基に、位置変化と運動変化を比較して考え、運動エネルギーと位置エネルギーは相互に移り変わることを説明する。
高等学校 物理基礎 「運動の表し方」	変位や速度などの物体の運動の基本的な表し方について、直線運動を中心に理解させる。	・ 物体の運動を測定し、その運動を速度と時間のグラフで表し、それらの関係を見いだすとともに、グラフの傾きやt軸との間の面積がそれぞれ加速度と移動距離を表していることを説明する。

(3) 言語活動の充実を図る学習指導の実践例

ア 小学校における実践例

(ア) 単元名 「もののかさと力」(第4学年)

(イ) 本時の目標 (4・5 / 7)

閉じ込めた空気に力を加えたときの体積と押し返す力の変化を関係付けて、空気鉄砲の玉が飛び出す仕組みを考えることができる。(科学的な思考)

(ウ) 言語活動の充実の視点

問題解決の過程の各段階で言語活動を設定(本時は2時間続きで時間を確保)

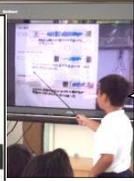
小グループでの説明から全体での話し合いへ...一人一人の考えの明確化

モデル図や結果の整理のためのワークシート等の活用...根拠や具体的イメージの明確化

ICTの効果的活用(ハイスピードカメラ, 電子黒板等)...事象の視覚的などらえやすさ

キーワードとなる言葉の明確化とその活用...科学的な概念の理解

(I) 本時の展開

過程	主な学習活動	指導上の留意点(言語活動の充実の工夫)	
つかむ	<p>1 本時のめあてを確認する。 空気でつぼむ玉は、なぜいきおいよく飛び出すのだろうか。</p> <p>2 予想や実験の方法、安全面について話し合う。 ・ とじこめた空気はちぢんだり、もとにもどったりするのではないかな。</p>  <p>モデル図</p>	<p>空気鉄砲の前玉が勢いよく飛び出す場面と、空気が漏れてあまり飛び出さない場面をスローモーション映像で提示し、「違いは何か」、「何がそうさせているのか」と発問することで問題意識を高めるようにする。 前時の学習でかいた空気鉄砲の玉が飛び出す仕組みのイメージについて話し合うことにより、体積の変化や押し返す力の変化に着目できるようにする。</p>	<p>【問題を見いだす段階】 二つの事象を比較させるときの視点を与えることで、解決すべき問題を明らかにする。</p> <p>【見通しをもつ段階】 空気鉄砲の玉が飛び出す瞬間のモデル図を用いながら、空気の性質について話し合い、見通しをもつ。</p>
調べる	<p>3 注射器の先をふさいで、ピストンを押すと空気の体積が小さくなるが、手をはなすと体積はもとに戻ることを実験し記録する。</p>	<p>閉じ込められた空気は、押し縮められるほど、体積が小さくなることや、押し返す力が大きくなること、手をはなすともとに戻るなど実験の結果を、数値や図表で記録できるようにワークシートを工夫する。</p>	<p>【観察,実験をする段階】 空気の体積変化と手応えを関係付けて考えることができるように、結果を整理する。</p>
まとめる	<p>5 実験結果について話し合い、閉じ込めた空気の体積の変化と押し返す力の変化を関係付けて考える。</p> <p>6 どのような仕組みで空気鉄砲の玉は飛び出すのか考え、説明する。</p> <p>7 実験の結果や考察をもとに学習問題についてまとめをする。 空気でつぼむ玉が飛び出すのは、うしろの玉をおすと、とじこめた空気がおしちぢめられ、もとにもどろうとして前の玉をおし出すからだ。</p> <p>8 どうしたらティッシュペーパーを玉にして飛ばすことができるか考えやってみる。</p>	<p>グループ全体で実験結果を発表し合い、だれがやっても、何度やっても、いつも同じ結果であること(客観性,再現性,実証性)をおさえるようにする。 空気鉄砲のモデル図を提示し、科学的な言葉や概念、モデル図を使って空気鉄砲の仕組みを説明できるようにする。 キーワードになる言葉を話し合い、それを使用して自分の言葉でまとめができるように助言する。</p> <p>習得した知識・技能等を活用し、他の関連する事象に当てはめて考えたことを説明する活動を設定し、閉じ込められた空気の性質についての理解を深めるようにする。</p>	<p>【結果から結論を導き出す段階】 見通しをもつ段階でのモデル図と結果を比較しながら考察する。</p> <p>【学びを生かし身の回りの事象との関連を図る段階】 学習したことを別の事象に当てはめて考える場を設定する。</p>

(オ) 成果と課題

十分な言語活動の場を確保し、一人一人の考えを全体で交流したことにより、空気の性質についての見方や考え方が深まり、説明が次第に明確になってきた。

児童一人一人の発表から、いくつかのキーワードに気付く児童はいたが、全ての児童がキーワードを使って説明し直すのは困難であった。キーワードと事象との関連について、全ての児童が共通理解できるまで話し合う活動が必要と思われる。

イ 中学校における実践例

(ア) 単元名 「力と圧力」(第1学年 1分野)

(イ) 本時の目標 (11 / 12)

水中に体積や重さが違う物体を入れたときの浮力の大きさを調べる実験を通して、浮力の大きさは水中の物体の体積に関係していることを理解できる。

(ウ) 言語活動の充実の視点

問題解決の能力を活用させる発問の工夫

浮力の大きさを体積や重さと関係付けて考察させる発問	「結果と予想を比較して、何が言えるのか。」
考察した内容を分かりやすく説明させる発問	「浮力の大きさは何に関係するのだろうか。そのことは何から言えるのか。」

どのように結果を分析し解釈したらよいかを、分かりやすくするワークシートの工夫

結果から、何と何を関係付けたらよいかを明確にさせる。	重さや体積の違いによる浮力の変化を対応させて、表に記録させる。
結果と考察を明確にして表現させる。	結果欄と考察欄をそれぞれ設けて記述させる。

(I) 本時の展開

過程	主な学習活動	指導上の留意点(言語活動の充実の工夫)																	
実験	<p>ニュートンはかりで、重さや体積が違う物体の浮力を求める。</p> <ul style="list-style-type: none"> 空気中の重さを測る。 水中の重さを測る。 浮力を計算する。 	<p>結果を予想させながら実験に取り組ませる。</p> <ul style="list-style-type: none"> フィルムケースに入れるおもりの数により重さの違いを設定する。 重さが同じで体積が異なる容器の使用により体積の違いを設定する。 																	
結果の整理・考察	<p>結果(重さが違う物体の浮力の大きさと、体積が違う物体の浮力の大きさ)から、浮力の大きさに関係する要因を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> 重さが重くなっても、浮力はほとんど変わらない。 体積が大きくなると、浮力は大きくなっている。 <table border="1" data-bbox="587 1187 973 1370"> <thead> <tr> <th></th> <th>おもりの種類</th> <th>浮力の大きさ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">重さ</td> <td>フィルムケースにおもり2個</td> <td>0.37 N</td> </tr> <tr> <td>フィルムケースにおもり4個</td> <td>0.37 N</td> </tr> <tr> <td>フィルムケースにおもり7個</td> <td>0.37 N</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">体積</td> <td>C ☉</td> <td>1.19 N</td> </tr> <tr> <td>B ☉</td> <td>0.56 N</td> </tr> <tr> <td>A ☉</td> <td>0.16 N</td> </tr> </tbody> </table>		おもりの種類	浮力の大きさ	重さ	フィルムケースにおもり2個	0.37 N	フィルムケースにおもり4個	0.37 N	フィルムケースにおもり7個	0.37 N	体積	C ☉	1.19 N	B ☉	0.56 N	A ☉	0.16 N	<p>測定値を正確に記録させる。</p> <ul style="list-style-type: none"> はかりの値は垂直に読ませる。 最小目盛の1/10まで読ませる。 <p>浮力が計算できない生徒には個別指導を行う。</p> <p>結果と考察を分けてワークシートに記録させ、「体積が大きくなったら、重さが重くなったら。」という考察の観点を明確にした発問を行う。</p>
	おもりの種類	浮力の大きさ																	
重さ	フィルムケースにおもり2個	0.37 N																	
	フィルムケースにおもり4個	0.37 N																	
	フィルムケースにおもり7個	0.37 N																	
体積	C ☉	1.19 N																	
	B ☉	0.56 N																	
	A ☉	0.16 N																	
まとめ	<p>分かったことを発表し、まとめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> グループで話し合い、グループの考えを全体に説明して、全体でまとめる。 <p>体積が大きくなると浮力は大きくなる。重さが変化しても浮力は変わらない。</p>	<p>まず個人で考えさせ、ワークシートに文章で説明させる。</p> <p>記録の表し方や考察の表現について、自分のものと比較させ、より分かりやすい記録や表現に気付かせ、修正させる。</p>																	

(オ) 評価問題の工夫

単元末の評価において、右のような科学的な見方や考え方を問う問題に取り組みさせた。

図のように高さの異なる穴(A, B, C)のついた容器に水を入れると、どのように水が吹き出すか、図で表しなさい。また、なぜ、そのような吹き出し方になるのか理由も書きなさい。



(カ) 成果と課題

考察において、浮力の要因は何に関係があるかを発問で明確にしたことで、どのようにまとめればよいかははっきりし、多くの生徒が体積に関係があることを説明できた。

ワークシートを工夫したことで、結果と考察を明確にして記録することができた。

分かったことを論理的な表現にすることに、困難さを感じている生徒が多い。

ウ 高等学校における実践例

(ア) 単元名 「運動の法則」(物理)

(イ) 本時の目標 (3 / 4)

力と運動の実験を行い、実験中に気付いたことを的確に表現し、実験結果をグラフで表すことができる。

グラフを分析し、力と加速度の関係、質量と加速度の関係を考察して運動の法則を見いだすとともに、運動方程式を導き出せる。

日常生活で見られる様々な物体の運動を、運動方程式と関連付けて説明できる。

(ウ) 言語活動の充実の視点

物理学の基本的な概念や原理・法則の理解を深め、確実な定着を図るために、観察、実験を通じた学習に、自らの考えを論理的に表現する活動を積極的に取り入れる工夫を行う。

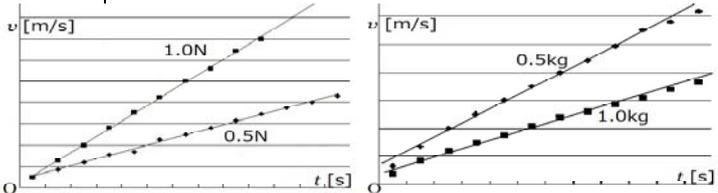
実験計画や操作方法、結果の予想の話合い

データのグラフ化

結果の分析や考察の発表、導き出された法則の説明

日常生活で見られる事象との関連付けの説明

(エ) 本時の展開

過程	主な学習活動	指導上の留意点(言語活動の充実の工夫)
導入	1 力の定義を説明する。	事前に、物体に力を加えたときの物体の運動の変化についてワークシートに記入させておく。 手で台車を引く場合、台車の速さが速くなるので、一定の力を保つことが難しかったことを思い出させる。
	2 前時の実験で記録タイマーのテープから作成したグラフを分析し、傾きが加速度を表すことを文章にまとめる。 3 体で感じた力と加速度の関係を発表する。	
展開	4 加速度の大きさは何の影響を受けるかを予想し、確かめる実験を計画する。 5 力や質量を変えた実験を行い、実験中に気付いたことを文章にまとめ、コンピュータを活用してデータをグラフ化する。	予想を基に、実験の計画を話し合わせる。 コンピュータを活用してデータをグラフ化し、比例、反比例の関係の見通しをもたせる。 ・ グラフを分析して自分の考えを発表させる。 ・ 日常の体験を基に自分の考えを発表させる。
	 	
終末	6 グラフを分析し、力と加速度の関係、質量と加速度の関係を発表する。 7 力と質量と加速度の関係式を導く。	力や質量をさらに変えたとき、グラフの形はどうかを予想させ、確かめさせる。 比例定数を k において関係式をつくらせる。
	8 力の単位と運動方程式の意味を理解する。 9 運動方程式を活用して、日常生活で見られる物体の運動を説明する。	

(オ) 成果と課題

力と加速度、質量と加速度の関係を予想し、確かめる実験の計画を話し合ったことで、主体的に実験に取り組むことができ、加速度が力と質量の影響を受けることを理解できた。

グラフを作成、分析したことで、比例、反比例の関係の見通しをもつことができ、確かめる実験を行って関係式を導き出し、運動方程式を理解できた。

次時に、測定値が理論値と一致しない理由について考察し発表できたが、「摩擦」という物理用語を使っただけの説明は難しく、用語を定着させることも必要であった。