

学校で「考える力」を教え育てるために

理科を通して仮説検証力を育てる

広島大学大学院教授 角屋重樹 かどや しげき

はじめに

本特集は、「考える力を育てる」ことを目指している。そして、考える力の一つとして、学校における理科を通しての仮説検証力を取り上げている。したがって、本稿の目的は、理科の授業において仮説検証力を育てるための手だてを明らかにすることになる。

理科の授業は、一般に問題解決過程をもとに展開される。このため、理科における仮説検証力は、自然の事物や現象に関する問題解決過程という文脈で考える必要がある。そこで、理科の授業において仮説検証力を育てるための手だてを明らかにするため、まず、自然事象を対象にした問題解決過程を明確にし、次に、明確にした問題解決過程と仮説検証の関係を検討し、検討した問題解

決過程を分析することから教師の手だてを顕在化する。

上述の考え方のもとに、本稿では、理科における問題解決過程、問題解決過程と仮説検証、仮説検証力を育てるための手だて、という項を設定し、本テーマを追究することにする。

I 理科における問題解決過程

理科における問題解決は、以下のような過程から成り立つことが多い。

① まず、子どもが、自然事象から説明できない事象である、問題を見いだす。

② 次に、見いだした問題に対して、説明できる予想あるいは仮説を発想する。以後、予想と仮説を一括して仮説と記す。

③ そして、発想した仮説の真偽を観察・実験で検討するため、観察・実験方法を立案し、観察・実験を実行し、結果を得る。以後、観察・実験を実験と略記する。

④ 得られた結果を、発想した仮説や実験方法との関係で見直し、新たな問題を見いだす。

①～④の過程のうち、とくに④で、得られた実験結果が発想した仮説の通りにならなかった場合に、さらに、以下の過程が必要になる。それらは、

- ⑤ 発想した仮説や実験方法を見直す。
- ⑥ 新たな仮説や実験方法を発想する。
- ⑦ 新たな仮説や実験方法で、再度実験を実行し、その結果を仮説や実験方法との関係で見直し、新たな問題を見いだし解決していく、というものである。

II 問題解決過程と仮説検証

前項の問題解決過程は、子ども一人ひとりが自然の事象に関して、問題を見いだし、問題となる事象に対して説明できる、仮説を発想することから始まる。次に、子どもは事象を説明できる仮説の真偽を実験で検討するために、実験方法を立案し、その実験方法を実行し、仮説

の真偽を検討する。したがって、理科における問題解決は、仮説に関する真偽の検討、つまり、仮説検証活動がその基底になっているといえる。

また、上述の仮説検証を基底とする問題解決過程は、子どもが、まず、①問題を見いだし、②その問題となる事象を説明するための仮説を発想し、③発想した仮説の真偽を確かめるための実験方法を立案し、④実験結果を得て、実験結果について考察し、⑤新たな問題を見いだす、という五つの場面に整理できる。したがって、仮説検証力を顕在化するためには、①～⑤の各場面における力を分析することが必要になる。

III 仮説検証力を育成する手だて

前項で述べたように、子どもの問題解決過程は、①～⑤の場面に整理できる。そこで、仮説検証力を顕在化するために、小学校理科の第五学年「植物の成長」を例に、①～⑤の各場面における教師の手だてを考える。

なお、以下において、教師の手だては(1)というように括弧付きの番号で、想定される子どもの反応は①というように丸囲いの番号で、それぞれを示す。

(Ⅲ―1) 問題を見いだす場面での手だて

教師が枯れたヘチマと成長していくヘチマを実物あるいは写真で提示する。そして、教師が次のような働きかけをする。

(1) 「これらの植物の違いは？」

① 「枯れていく」

② 「成長していく」

(2) 「何(性質、状態、関係など)がどのように異なるの？」

① 「一方のヘチマは成長していくが、他方のヘチマは枯れていく」

上述してきたことから、子どもが問題となる事象を見いだすためには、事象の中から違いを見いだすことが大切になる。これが仮説検証力育成のための手だて1である。

(Ⅲ―2) 仮説を発想する場面での手だて

子どもが問題となる事象を説明するための仮説を発想するためには、次のような教師の手だてが必要になる。

(1) 「何がそのようにさせている(関係している)の？」

「今まで学んだことで関係することはないかな？」

① 「アサガオを育てたときに、水や肥料、日光が大切だったので、水がヘチマの成長に関係する」と思う。

② 「肥料がヘチマの成長に関係する」と思う。

③ 「日光がヘチマの成長に関係する」と思う。

(2) 「今までのことから、『ヘチマの枯れる、成長するという違いは、水や肥料、日光に関係する』というように整理できる」

(Ⅲ―3) 仮説の真偽を確かめるための実験方法を立案

する場面での手だて

子どもが仮説の真偽を確かめるための実験方法を立案するためには、次のような教師の手だてが必要になる。

(1) 「仮説が正しいことを、どのようにして調べるの？」

「今まで学んだことを使って調べる方法はないかな？」

① 「発芽の条件を調べたときに、調べる条件だけに

注目し、それ以外の条件をそろえて比較するという実験をしたので、この実験方法を用いればよい」と思う。

② 「だから、ヘチマの成長に水が必要かどうかを調べるためには、水を与える植物と水を与えない植物

の成長を比べる実験をすればよい」と思う。

(2) 「予想される結果はどのように表すことができるかな？」

① 「水がヘチマの成長に関係するのではないか」という場合は、水を与えるを与えないが、ヘチマの枯れる枯れないに関係するので、

水を与える ↓ ヘチマは枯れない

水を与えない ↓ ヘチマは枯れる
と表すことができる」

上述してきたことから、子どもが仮説や実験方法を発想するためには、既習の学習事項をもとに考えることが大切になる。これが、仮説検証力育成のための手だて2である。

(Ⅲ-4) 実験結果を得て、実験結果について考察する
場面での手だて

子どもが結果を得てそれを考察するためには、次のような教師の手だてが必要になる。

(1) 「得られた結果はどのようになったの？」

① 「得られた結果は、

水を与えた ↓ ヘチマは枯れなかった

水を与えなかった ↓ ヘチマは枯れた

となった」

(2) 「この実験結果と仮説を比較したら、どのようなことがいえるかな？」

① 「この結果は、水がヘチマの成長に関係する、つまり、水を与えるとヘチマは枯れないのに、水を与えないとヘチマは枯れるという仮説と同じだった」

(3) 「だから、水がヘチマの成長に関係するといえる」
② 「だから、水がヘチマの成長に関係するといえる」
どのようなことがいえるかな？」

① 「肥料の場合も水の場合の結果と同じだったので、『肥料がヘチマの成長に関係する』といえる」

(4) 「日光の影響を調べた実験結果と仮説を比較したらどのようなことがいえるかな？」

① 「日光の場合も水の場合の結果と同じような結果だったので、『日光がヘチマの成長に関係する』といえる」

上述してきたことから、子どもが考察するためには、仮説や実験方法と実験結果の関係から、仮説や実験方法の妥当性を振り返ることが大切といえる。これが仮説検証力育成のための手だて3である。

(Ⅲ―5) 新たな問題を見いだす場面での手だて

子どもが新しい問題を見いだすようにするためには、次のような教師の手だてが必要になる。

(1) 「今日学んだことはどのように整理できるかな？」

① 「水や肥料、日光の三つの条件を調べる実験から、『水や肥料、日光がヘチマの成長に必要である』という知識を得た」

(2) 「今日の学習から、何が明確になって、何がまだ明確になっていないかな？」

① 「ヘチマ以外の植物も同じことがいえるかどうかを調べるのがまだ不明確です」

上述してきたことから、子どもが新たな問題を見いだすためには、知識や技能、それらを得る手続きを確認し、これから追究する問題を明確にすることが大切になる。これが仮説検証力育成のための手だて4である。

まとめ

今まで述べてきたことから、問題の見だし、仮説の発想、実験方法の立案、結果の考察、新たな問題の見だし、という仮説を検証する力の育成のための手だては、以下のように整理できる。

(1) 子どもが問題を見いだすためには、事象の中から違いを見いだすことができるようにすること。

(2) 次に、子どもが事象を説明できる仮説やそれを検証する実験方法を発想するために、既習の学習事項を想起できるようにすること。

(3) そして、子どもが仮説の真偽を検討するために、仮説や実験方法と実験結果の関係から仮説や実験方法を評価できるようにすること。

(4) さらに、子どもが次々と新たな問題を見いだすために、得た知識や技能と、それらを得る手続きを確認し、次に追究する問題を明確にすること。