

小学校 理科

小学校理科から中学校理科への

滑らかな接続を図る指導の在り方の一考察

—植物の学習における系統性を明確にした指導計画と教材の作成を通して—

義務教育課 指導主事 柴田 一 宏

要 旨

小学校理科から中学校理科への滑らかな接続を図る指導の在り方を、植物の学習における系統性を明確にした指導計画と教材の作成を通して考察するとともに、指導計画と教材の一例を提案するものである。

キーワード：小学校理科 中学校理科 植物の学習 系統性 滑らかな接続

I 主題設定の理由

2008年1月に中央教育審議会より示された「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について（答申）」では、理科の改善の基本方針の中で、「科学的な概念の理解など基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から、『エネルギー』、『粒子』、『生命』、『地球』などの科学の基本的な見方や概念を柱として、子どもたちの発達の段階を踏まえ、小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化を図る方向で改善する」と述べている。また、小学校の改善の具体的事項の中で、「各学年で重点を置いて育成すべき問題解決の能力については、現行の考え方を踏襲しつつ、中学校との接続も踏まえて見直す」と述べている。また、中学校の改善の具体的事項の中で、「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、生徒が目的意識をもって観察・実験を主体的に行うとともに、観察・実験の結果を考察し表現するなどの学習活動を一層重視する。その際、小学校で身に付けた問題解決の力を更に高めるとともに、観察・実験の結果を分析し、解釈するなどの科学的探究の能力の育成に留意する」と述べている。つまり、学習指導要領改訂に当たって、小学校理科と中学校理科の接続を踏まえた指導が重視されているのである。

一方で、平成23年度に実施した青森県学習状況調査の質問紙調査の結果を基に、国語、社会、算数、理科のそれぞれの授業がよく分かると答えた児童・生徒の割合を小学校と中学校で比較すると、理科ではその差が25.7ポイントと4教科の中で一番大きいことが分かった（図1）。

また、小学校理科教育実態調査及び中学校理科教師実態調査に関する報告書（平成21年4月科学技術振興機構）によると、小学校教員は82%が生物分野の内容が、「大好き」または「好き」と回答しているにもかかわらず、47%が生物分野の内容の指導について「苦手」または「やや苦手」と回答している。それに対して、中学校教員は、28%が生物分野の内容の指導について「苦手」または「やや苦手」と回答している。つまり、小学校教員は、生物分野の内容を好んではいるが、中学校教員と比較すると苦手としていることが分かった。

そこで、本研究では、小学校理科から中学校理科への滑らかな接続を図る指導の在り方を、植物の学習を例に取り上げ、系統性を明確にした指導計画と教材の作成を通して、考察する。

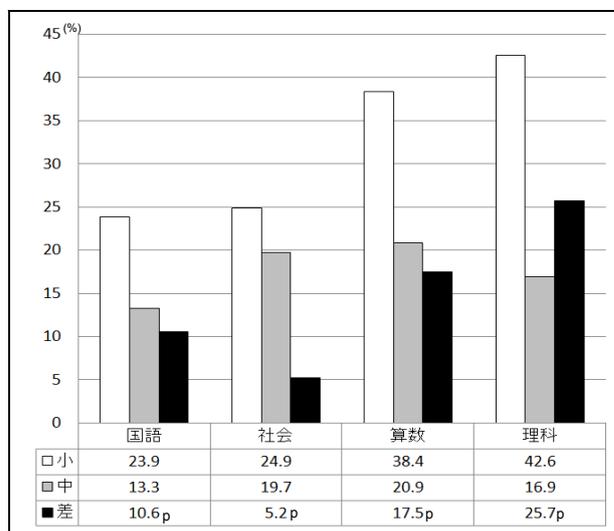


図1 授業がよく分かると答えた児童・生徒の割合

II 研究目標

小学校教員が苦手意識をもっている分野のうち植物の学習において、中学校理科との系統性を明確にした指導計画と教材の作成を通して、小学校理科から中学校理科への滑らかな接続を図る指導の在り方について考察する。

III 研究の実際とその考察

小学校理科から中学校理科への滑らかな接続を図るためには、次の四つの点について系統性を明確にした指導計画を作成することが必要であると考え、その試案を示すこととした。

- ・目標及び内容の系統性
- ・教科書に表記されている重要語句の系統性
- ・教科書で取り上げている植物の系統性
- ・植物の学習で使用する観察・実験器具と薬品の系統性

また、小学校第6学年「植物の養分と水の通り道」で用いる系統性を意識した教材を提案する。

ここでは、「系統性」を「小学校理科と中学校理科の目標や内容などに見られるつながり」と定義して研究を進める。

1 目標及び内容の系統性

(1) 目標の系統性について

小学校学習指導要領及び中学校学習指導要領（平成20年3月告示）において、小学校と中学校の理科の目標は表1のように示されている。また、それぞれの目標の系統性を捉えるために、小学校学習指導要領解説理科編（平成20年8月）及び中学校学習指導要領解説理科編（平成20年9月）に示されている目標の解説を比較した。

表1 小学校と中学校の理科の目標の比較

小学校理科の目標	中学校理科の目標
自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。	自然の事物・現象に進んでかかわり、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に探究する能力の基礎と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う。
自然に親しむ	自然の事物・現象に進んでかかわる
児童が関心や意欲をもって対象とかかわることにより、自ら問題を見だし、以降の学習活動の基盤を構築すること。	生徒が主体的に疑問を見付けるために不可欠であり、学習意欲を喚起する点からも大切なこと。
見通しをもって観察、実験などを行う	目的意識をもって観察、実験などを行う
児童が見出した問題に対して、予想や仮説をもち、それらを基にして観察、実験などの計画や方法を工夫して考える。	観察、実験を行う際、生徒自身が観察や実験を何のために行うか、観察や実験ではどのような結果が予想されるかを考える。
問題解決の能力を育てる	科学的に探究する能力の基礎と態度を育てる
<ul style="list-style-type: none"> ・第3学年 身近な自然の事物・現象を比較する。 ・第4学年 自然の事物・現象を働きや時間などと関係付ける。 ・第5学年 自然の事物・現象の変化や働きを、それらにかかわる条件に目を向けて調べる。 ・第6学年 自然の事物・現象についての要因や規則性、関係を推論する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自然の事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを主体的に行い、得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する学習を進めていくことが重要である。 ・日常生活や社会とのかかわりの中で、科学を学ぶ楽しさや有用性を実感しながら、生徒が自らの力で知識を獲得し、理解を深めて体系化していくようにすること。
自然を愛する心情を育てること	
<ul style="list-style-type: none"> ・第3, 4学年 生物を愛護する態度 ・第5, 6学年 生命を尊重しようとする態度 	
自然の事物・現象について実感を伴った理解を図る	自然の事物・現象についての理解を深める
実感を伴った理解とは、具体的な体験を通して形づくられる理解、主体的な問題解決を通して得られる理解、実際の自然や生活との関係への認識を含む理解である。	知識を体系化するとともに科学的に探究する学習を支えるために重要である。
科学的な見方や考え方を養う	科学的な見方や考え方を養う

表1から小学校と中学校の理科の目標は、「自然に対して、関心と意欲をもってかかわることから、主体的にかかわることへ。見通しをもって観察、実験を行うことから、目的意識をもって観察、実験を行うことへ。第3学年～第6学年の問題解決の能力から、自然の事物・現象を科学的に探究する能力へ。自然を愛する心情を育てることから、科学を学ぶ有用性を実感していくことへ。実感を伴った理解から、自らの力で獲得した知識を体系化することへ」という系統性があると捉えた。最終的に小学校理科と中学校理科は、科学的な見方や考え方を養うという点を共通の目標としている。

この目標の系統性を踏まえ、本研究では、特に問題解決の能力と科学的に探究する能力の系統性を指導計画に示すことが重要であると考えた。その理由は、小学校学習指導要領解説理科編（平成20年8月）において、「問題解決の能力は、その学年で中心的に育成するものであるが、下の学年の問題解決の能力は上の学年の問題解決の能力の基盤となるものであることに留意する必要がある。また、内容区分や単元の特性によって扱い方が異なることや中学校における学習につなげていくことにも留意する必要がある」と述べられているが、小学校の教員は問題解決の能力と科学的に探究する能力の系統性を十分に意識して指導しているとは言えないからである。そこで、実際の指導に生かせるように、小学校と中学校における理科の問題解決の能力と科学的に探究する能力の系統性を整理した（表2）。

表2 小学校と中学校における理科の問題解決の能力と科学的に探究する能力の系統性

小学校理科			中学校理科	
第3学年	比較	同じところと、違うところを見付けて比べてみる。	分析・ 解釈	分析するためには、条件を制御して観察、実験した結果を、比較したり、関係付けたりして一つ一つの要素について推論する。 分析したことを根拠として、論理的に思考し自分なりに理解する必要がある。これを筋道立てて、レポートにまとめたり説明したりする。
第4学年	関係付け	何がもとになって変化しているのかを考える。		
第5学年	条件制御	変化させると、変化させないものを、区別して調べる。		
第6学年	推論	調べたことをもとにして、理由・関係・きまりを考える。		

(2) 内容の系統性について

図2は、学習指導要領解説理科編に示されている「生命」を柱とした内容の構成のうち、植物の内容を含んだものを太線囲みで示したものである。

校種	学年	生物の構造と機能		生物の多様性と共通性		生命		生命の連続性		生物と環境のかかわり	
小学校	第3学年	昆虫と植物 ・昆虫の成長と体のづくり ・植物の成長と体のづくり								身近な自然の観察 ・身の回りの生物の様子 ・身の回りの生物と環境とのかかわり	
	第4学年	人の体のづくりと運動 ・骨と筋肉 ・骨と筋肉の動き		季節と生物 ・動物の活動と季節 ・植物の成長と季節							
	第5学年					植物の発芽、成長、結実 ・種子の中の養分 ・発芽の条件 ・成長の条件 ・植物の受粉、結実		動物の誕生 ・卵の中の成長 ・水中の小さな生物 ・母体内の成長			
	第6学年	人の体のづくりと動き ・呼吸 ・消化・吸収 ・血液循環 ・主な臓器の存在		植物の養分と水の通り道 ・てんぷんのでき方 ・水の通り道						生物と環境 ・生物と水、空気とのかかわり ・食べ物による生物の関係	
中学校	第1学年	植物の体のづくりと動き ・花のづくりと動き ・葉・茎・根のづくりと動き		植物の仲間 ・種子植物の仲間 ・種子をつくらない植物の仲間						生物の観察 ・生物の観察	
	第2学年	動物の体のづくりと動き ・生命を維持する働き ・刺激と反応		生物と細胞 ・生物と細胞		動物の仲間 ・脊椎動物の仲間 ・無脊椎動物の仲間					
	第3学年			生物の変遷と進化 ・生物の変遷と進化		生物の成長と殖え方 ・細胞分裂と生物の成長 ・生物の殖え方		遺伝の規則性と遺伝子 ・遺伝の規則性と遺伝子		生物の環境 ・自然界のつり合い ・自然環境の調査と環境保全 自然の恵みと災害 ・自然の恵みと災害 自然環境の保全と科学技術の利用 ・自然環境の保全と科学技術の利用	

図2 「生命」を柱とした内容の構成

この内容の構成を基に、植物の内容について、図3～5のように植物の体のづくりと働き、植物の生命のつながり、植物と環境の三つに分けて系統性を捉えることにした。以下に、小学校学習指導要領解説理科編に示されている具体的な内容が中学校理科のどの内容と系統性があると捉えたのかを述べる。

図3は、植物の体のつくりと働きに関する内容の系統性を示したものである。第3学年(1)昆虫と植物のイでは、植物の育ち方には種子から発芽し子葉が出て、葉がしげり、花が咲き、花が果実になった後に個体は枯死するという、一定の順序があるということを捉えられるようにする。また、植物の体は根、茎及び葉からできている、根は地中にあること、茎は葉や花をつけることなどの体のつくりの特徴を捉えられるようにする。

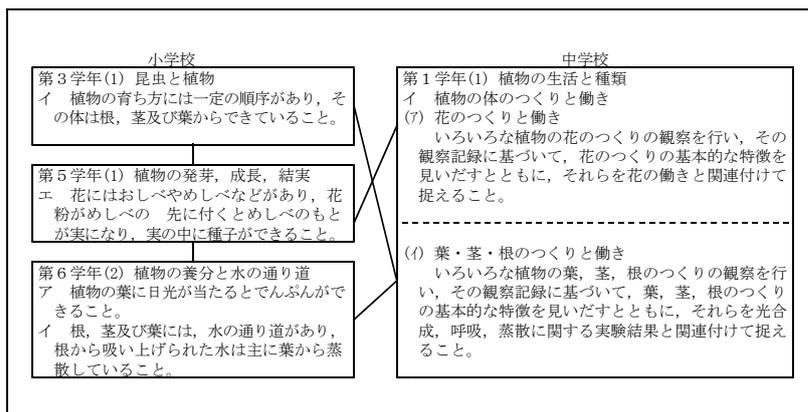


図3 植物の体のつくりと働き

また、第6学年(2)植物の養分と水の通り道のアでは、日光とでんぷんの働きを調べるため、日光が当たっている何枚かの葉で、アルミニウム箔などを被せて遮光した葉と遮光しない葉の対照実験を行い、ヨウ素でんぷん反応によって日光が当たっている葉のでんぷんの存在を調べ、植物が自ら体内ででんぷんをつくりだしていることを推論を通して捉えられるようにする。また、イでは植物に着色した水を吸わせ、茎や葉などを切って、その体の内部のつくりを観察することから、植物の体内には水の通り道があり、すみずみまで水が行きわたっていることを捉えられるようにする。また、何枚かの葉に透明な袋で覆いをして袋につく水の量を観察することから、根から吸い上げられた水は主に葉から水蒸気として排出されていることを捉えられるようにする。これらの内容は、中学校第1学年(1)植物の生活と種類のイ植物の体のつくりと働きの(4)葉・茎・根のつくりと働きの内容と系統性があると捉えた。次に、第5学年(1)植物の発芽、成長、結実のエでは、身近な植物について、おしべやめしべなど花のつくりを調べたり花粉を観察したりする。この内容は中学校第1学年(1)植物の生活と種類のイ植物の体のつくりと働きの(7)花のつくりと働きの内容と系統性があると捉えた。

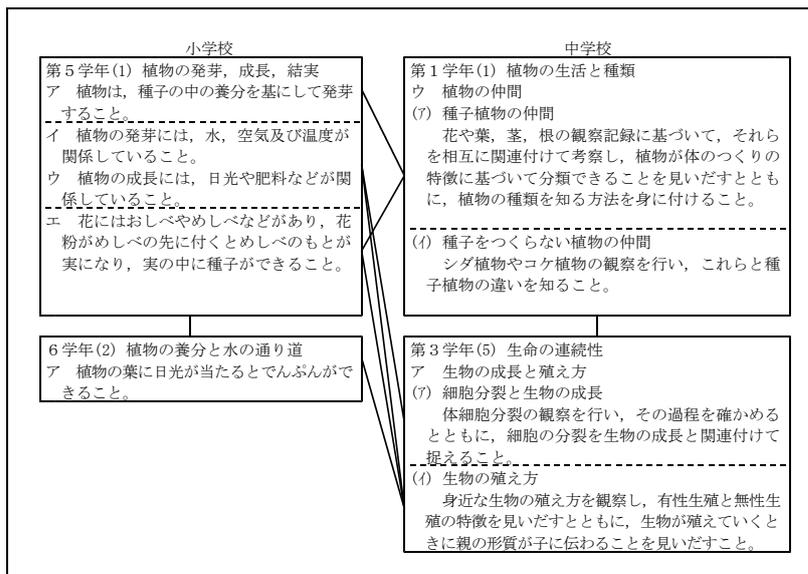


図4 植物の生命のつながり

図4は、植物の生命のつながりに関する内容の系統性を示したものである。第5学年(1)植物の発芽、成長、結実のアでは、適当な温度下で種子に水を与えると、種子は水を吸い、種子の中の養分を使って根や芽を外に出す発芽をし始めることから、発芽前後の種子の中の養分の存在を調べ、発芽と種子の養分との関係を捉えられるようにする。また、エでは、花粉をめしべの先に付けた場合と付けない場合で実のでき方を比較しながら調べ、結実するには受粉することが必要であることを捉えられるようにする。これらの内容は中学校第1学年(1)植物の生活と種類のウ植物の仲間の(7)種子植物の仲間の内容と系統性があると捉えた。次に、第5学年(1)植物の発芽、成長、結実のイでは、身近な植物の種子を用いて、植物の種子が発芽するために必要な環境条件を、例えば、水や空気の条件を一定にして温度の条件を変えるなど、条件を制御しながら発芽の様子を調べ発芽には水、空気及び適当な温度が必要なことを捉えられるようにする。またウでは、植物が成長するのに必要な日光や肥料などの環境条件について、適した場合とそうでない場合を設定するなど条件を制御しながら育てて両者の成長の様子を比較しながら調べ、植物の成長は、日光や肥料などに関係することを捉えられるようにする。この内容は、中学校第3学年(5)生命の連続性のア生物の成長と殖え方の(7)細胞分裂と生物の成長と系統性があると捉えた。さらに、第5学年(1)植物の発芽、成長、結実の

イ、ウ、エと第6学年(2)植物の養分と水の通り道のアの内容が、中学校第3学年(5)生命の連続性のア生物の成長と殖え方の(イ)生物の殖え方の内容と系統性があると捉えた。

図5は、植物と環境に関する内容の系統性を示したものである。第3学年(2)身近な自然の観察のアでは、タンポポやチューリップなどの様々な種類の植物を観察し、それぞれに固有の形態があることを捉えられるようにする。様々な種類の植物を見たり触れたりするなど直接観察することを通して、植物の色、形、大きさ、手触りなど諸感覚で確認できる特徴を捉えられるようにする。また、イでは、

植物に集まる昆虫や植物に生息する昆虫の様子を観察し、昆虫には植物の花の蜜を吸ったり、植物の葉などを食べたりして生活しているものがあることや、植物やその生育する場所をすみかにしているものがあることに気付くようにする。このような活動から、生物は、その周辺の環境とかかわって生きていることを捉えられるようにする。第4学年の(2)季節と生物のイでは、植物を育てたり、身近な植物を一年を通して定期的に観察したりして、その成長と季節とのかかわりを捉えられるようにする。暖くなる夏までは体全体の成長が顕著に見られ、寒くなり始めると体全体の成長はほとんど見られないが結実するなど、季節によって植物の成長の仕方に違いがあることや、冬になると種子をつくって枯れたり形態を変えて越冬したりすることなど、観察を通して季節による植物の成長の様子を捉えられるようにする。これらの内容は、中学校第1学年(1)植物の生活と種類のア生物の観察の(ア)生物の観察の内容と系統性があると捉えた。次に、第6学年(3)生物と環境のアでは、植物の生活を観察したり資料を活用したりして調べ、植物は水が不足すると枯れてしまうこと、植物は光が当たると二酸化炭素を取り入れて酸素を出すことなどから、生物は周囲の環境とかかわって生きていることを捉えられるようにする。また、イでは、植物を食べている動物がいることや、その動物も他の動物に食べられることがあることを調べ、生物には食う食われるという関係があることを捉えられるようにする。これらの内容は、中学校第3学年(7)自然と人間のア生物と環境の(ア)自然界のつり合いと、(イ)自然環境の調査と環境保全の内容と系統性があると捉えた。

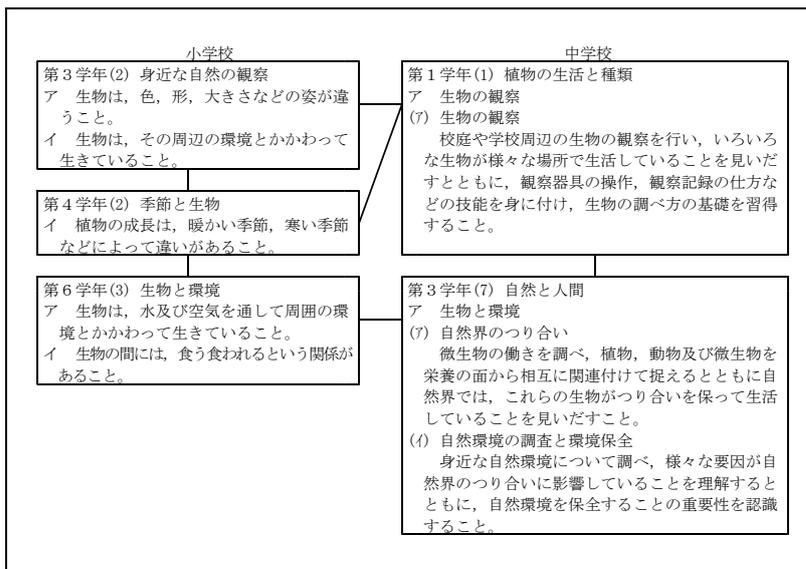


図5 植物と環境

2 教科書に表記されている重要語句の系統性

表3は、小学校理科と中学校理科の教科書に表記されている、「植物」に関する重要語句の数を比較したものである。ここでの重要語句とは、ゴシック体で強調して表記されているものとした。表3からは、小学校理科と中学校理科で共通に表記されている重要語句の数は2～4で、逆に重要語句の数の差は41～53であり、中学校では重要語句の数が格段に多くなっていることが分かる。

このことから、小学校理科において、中学校理科の重要語句を意識した指導が必要であると考えた。そこで、表4ではA社において表記している重要語句を取り上げ、その系統性を捉えることにした。

表3 教科書に表記されている重要語句数

	A社	B社	C社	D社	E社
小学校	13	13	8	16	17
中学校	56	55	52	62	70
共通した表記の重要語句数	4	3	2	4	3

表4 教科書に表記されている重要語句の系統性

※は小・中で同じ表記の重要語句

学年	単元名	語句	系統性がある中学校理科の重要語句	中学校の学年・単元名
第3学年	昆虫と植物	根	主根, 側根, ひげ根, 根毛	第1学年 植物の体のつくりと働き, 植物の仲間
		茎	道管, 師管, 維管束	
		葉	葉脈, 網状脈, 平行脈, 葉緑体, 気孔, 蒸散 [※] 双子葉類, 単子葉類	
第5学年	植物の発芽, 成長, 結実	種子 [※]	種子 [※] , 胚, 胚珠, 子房, 果実, 受粉 [※]	第1学年 植物の体のつくりと働き
		発芽	種子 [※]	
		でんぷん	光合成	第3学年 植物の成長と殖え方
		め花	柱頭, 子房, 胚珠, 受粉 [※] , 果実, 種子, 卵細胞	
		めしべ	やく, 花粉 [※] , 精細胞	
		お花		
おしべ	受粉 [※] , 受精, 精細胞, 卵細胞 有性生殖, 無性生殖, 受精卵, 胚, 発生			
花粉 [※]				
第6学年	植物の養分と水の通り道	蒸散 [※]	蒸散 [※] , 気孔, 師管, 維管束 葉脈, 網状脈, 平行脈, 葉緑体 光合成	第1学年 植物の体のつくりと働き

表4から、小学校理科において、重要語句の系統性を意識した次のような指導が考えられる。

(1) 小学校第3学年の昆虫と植物

植物を観察するとき、単子葉類と双子葉類の植物の根や葉を比較して観察することによって、中学校で学習する根や葉脈の特徴に気付くことができると考える。また、茎を観察する場合でも、茎の手触りなどから中学校で学習する養分や水の通り道を実感することができると思う。

(2) 小学校第5学年の植物の発芽, 成長, 結実

種子のつくりを観察するとき、種子の中にはすでに子葉や根のもとになるものが形成されていることに気付かせることによって、中学校で学習する胚の存在に気付くことができると考える。

種子は植物の体のどの部分に当たるのか、また、果実と種子の違いに触れることで、中学校で学習する胚珠、子房の違いに気付くことができると考える。

めしべやおしべのつくりを観察するとき、それぞれの特徴に目を向けることによって、中学校で学習する柱頭の特徴や子房のふくらみ、花粉や、やくに気付くことができると考える。

受粉についての実験をすることで、受粉したときのみ実がなることを学習する。このとき、受粉の不思議さを感じさせることによって、中学校で学習する精細胞、卵細胞、受精卵そして発生に対する興味や関心が生まれると考える。また、チューリップの球根と種子などに触れる機会を設けることによって、中学校で学習する有性生殖と無性生殖に気付くことができると考える。

(3) 小学校第6学年の植物の養分と水の通り道

植物の養分と水の通り道を学習するとき、中学校で学習する気孔を「葉から水蒸気が出て行く穴」、維管束を「養分や水の通り道」、光合成を「日光が葉に当たることによってでんぷんができる」という言葉で学習する。このような言葉を一つ一つ丁寧に指導することによって、中学校で学習する語句に系統性をもたせることができると考える。

さらに、顕微鏡を使って気孔や維管束を観察するとき、単子葉類と双子葉類の植物を比較することによって、中学校で学習する植物の分類の仕方に気付くことができると考える。

小学校と中学校の理科で系統性が捉えにくい重要語句として、次の語句が挙げられる。

中学校第1学年の種子をつくらぬ植物の仲間の学習における重要語句は、「シダ植物, 孢子, コケ植物」であり、中学校第3学年の細胞分裂と生物の成長と生物の殖え方の学習における重要語句は、「形質, 遺伝, 減数分裂, 対立形質, 純系, 優性の法則, 優性, 劣性, 分離の法則, DNA」である。

3 教科書で取り上げている植物の系統性

表5は、各教科書会社において、小学校理科と中学校理科で共通して取り上げている植物である。

表5 小学校と中学校の理科教科書会社別で共通して取り上げている植物

A社	B社	C社	D社	E社
タンポポ ヒマワリ ホウセンカ アサガオ ジャガイモ マツ	タンポポ ホウセンカ トウモロコシ オモチャカボチャ	タンポポ ホウセンカ アサガオ	タンポポ ヒマワリ ホウセンカ アサガオ ジャガイモ	タンポポ ヒマワリ ホウセンカ アサガオ トウモロコシ

教科書会社ごとに、取り上げている植物の種類数は次のようになっている。A社は、小学校10種類、中学校36種類で、共通して取り上げているのが6種類。B社は、小学校11種類、中学校33種類で、共通して取り上げているのが4種類。C社は、小学校9種類、中学校34種類で、共通して取り上げているのが3種類。D社は、小学校11種類、中学校36種類で、共通して取り上げている植物が5種類。E社は、小学校11種類、中学校34種類で、共通して取り上げているのが5種類であった。

ここでは、A社において小学校理科と中学校理科で共通して取り上げている植物が、それぞれどのように扱われているのかを整理して、系統性を捉えることにした(表6)。

表6 小学校と中学校の理科で共通して取り上げられている植物の扱われ方

【タンポポ】			
校種	学年	単元名	扱われ方
小学校	第3学年	自然の観察	生きものの様子を調べる導入
	第4学年	季節と生物	冬越しをする植物としての一例
中学校	第1学年	生物の観察	全体、部分、見えないところを調べる 花がどのように変化をするかの一例
	第3学年	植物の仲間 生物と環境	被子植物の双子葉類の中の合弁花に分類 生態系の中の生産者としての一例
【ヒマワリ】			
校種	学年	単元名	扱われ方
小学校	第3学年	昆虫と植物	栽培して育てて、その育ち方と植物の体のつくりを観察
中学校	第1学年	植物の体のつくりと働き	葉のつき方と光の受け方
【ホウセンカ】			
校種	学年	単元名	扱われ方
小学校	第3学年	昆虫と植物	栽培して育てて、その育ち方と植物の体のつくりを観察
	第6学年	植物の養分と水の通り道	養分と水の通り道を調べるための給水実験
中学校	第1学年	植物の体のつくりと働き	根や茎のつくりを調べるための給水実験
	第3学年	植物の仲間 生物の成長と殖え方	被子植物の双子葉類としての一例(発芽時の子葉) 受粉と、花粉中の精細胞の移動の観察
【アサガオ】			
校種	学年	単元名	扱われ方
小学校	第5学年	植物の発芽、成長、結実	花のつくり(ヘチマとの比較)を観察
中学校	第1学年	植物の体のつくりと働き 植物の仲間	葉の働きのうち、光合成を調べる実験 被子植物の双子葉類の中の合弁花に分類
【ジャガイモ】			
校種	学年	単元名	扱われ方
小学校	第6学年	植物の養分と水の通り道	日光と植物の養分の実験
中学校	第3学年	生物の成長と殖え方	無性生殖と有性生殖をする植物の一例
【マツ】			
校種	学年	単元名	扱われ方
小学校	第6学年	植物の養分と水の通り道	気孔の観察により、大気汚染を調べる
中学校	第1学年	植物の体のつくりと働き	裸子植物の一例、花と種子の観察

4 植物の学習で使用する観察・実験器具と薬品の系統性

表7は、植物の学習で使用する観察・実験器具と薬品を小学校理科と中学校理科で比較したものである。植物の学習において、小学校で使用する観察・実験器具や薬品の多くは、中学校でも、引き続き使用していることが分かる。中でも、小学校の段階においては、顕微鏡の使い方を定着させることが重要である。小学校第5学年で、初めて顕微鏡を使用するとき、顕微鏡の使い方を定着させるとともに、これ以降の学習においても児童一人一人に顕微鏡を用いた観察実験の時間を確保し、技能を身に付けさせることが必要である。

表7 小学校と中学校の理科で使用する観察・実験器具と薬品の比較

※は中学校で初めて使用する薬品

小学校	中学校
<p>第3学年 昆虫と植物、身近な自然の観察</p> <ul style="list-style-type: none"> 虫眼鏡 <p>第4学年 季節と生物</p> <ul style="list-style-type: none"> 虫眼鏡、温度計 <p>第5学年 植物の発芽、成長、結実</p> <ul style="list-style-type: none"> 顕微鏡、スライドガラス、カバーガラス ヨウ素液 <p>第6学年 植物の養分と水の通り道</p> <ul style="list-style-type: none"> 顕微鏡、スライドガラス、カバーガラス ヨウ素液、エチルアルコール <p>第6学年 生物と環境</p> <ul style="list-style-type: none"> 気体検知管 	<p>第1学年 植物の生活と種類</p> <ul style="list-style-type: none"> ルーペ、顕微鏡、スライドガラス、カバーガラス、双眼実体顕微鏡、温度計 気体検知管 ヨウ素液、エチルアルコール、石灰水 ※BTB溶液 ※炭酸水素ナトリウム <p>第3学年 生物の成長と殖え方</p> <ul style="list-style-type: none"> 顕微鏡、温度計 塩酸 ※染色液(酢酸カーミン、酢酸オルセイン) ※シヨ糖水溶液

5 小学校理科と中学校理科の滑らかな接続を図るための指導計画の試案

図6、図7は、前述の1～4に挙げた、小学校理科と中学校理科の系統性を明確にした指導計画の試案を作成し、当センターWeb ページの授業情報システムに、掲載したものの一部である。小学校理科の指導計画(左図)の中で、中学校理科との系統性を示している部分にカーソルを近づけると、その内容が表示されるように作成した(右図)。その中で、教科書に重要語句として示されている語句は、赤色で表示した。植物教材については、ビデオクリップにハイパーリンクを設定し、その植物の特徴を視覚的に捉えられるようにした。また、図7の指導計画では、系統性を意識した教材にハイパーリンクを設定した。

小学校への滑らかな接続を図るための指導計画				中学校への滑らかな接続を図るための指導計画			
<p>第5学年 植物の発芽、成長、結実</p> <p>ねらい 植物が育て、植物の発芽、成長及び結実の様子を調べ、植物の発芽、成長及び結実とその条件についての考えをもつことができるようにする。</p> <p>問題解決の能力 発芽や成長のために必要な条件を探るために、変える条件と変えない条件を区別して実験を行う</p> <p>自然現象への関心・意欲・情熱 科学的な思考・表現 観察・実験の技能 自然現象についての知識・理解</p> <p>評価規準 植物の発芽や成長、結実の様子について予想が立てられ、観察・実験の結果と照らし合わせて、植物の発芽や成長、結実の条件を説明できる。植物の発芽や成長、結実の様子を調べ、植物の発芽、成長及び結実とその条件についての考えをもつことができる。</p> <p>植物教材 インゲンマメ(マメ科) 5月下旬～6月上旬 6月中旬～7月上旬 7月中旬～8月上旬 8月下旬～9月上旬</p> <p>小単元 時 主な学習活動 重要語句 観察・実験用具 他 薬品</p> <p>4 ① 種子が発芽する条件 ☆種子は、どんなときに発芽するのか。 これまでに経験などを基に、発芽に必要な条件について考える。 ※種子が発芽する条件を探る。 ※種子が発芽するためには、水、空気、適当な温度が必要なのか。</p> <p>② 種子のつくりと養分 ☆種子の中心、どうなっているのか。 ※胚や芽のまわりにもなるものがあるのか。 ※種子の中のつくりを調べる。</p> <p>③ 女子葉はどのような部分でできているのか。 ※種子の中の養分を調べる。 ※インゲンマメが成長する条件を探る。</p> <p>④ 花のつくり ☆花は、どのような部分でできているのか。 ※花のつくりを調べる。 ☆花は3つに別れている。それらは、どのような役割をしているのか。 ※めしべとおしべの様子を調べる。</p> <p>⑤ おしべのほたけ ☆おしべの花がめしべの奥につく実ができるのか。確かめる。 ※花物のほたけを調べる。</p> <p>★まとめ 植物の発芽・成長・変容について、まとめる。</p>		<p>第1学年(1) 植物の生活と種類</p> <p>ねらい 植物が育て、植物の発芽、成長及び結実の様子を調べ、植物の発芽、成長及び結実とその条件についての考えをもつことができるようにする。</p> <p>問題解決の能力 発芽や成長のために必要な条件を探るために、変える条件と変えない条件を区別して実験を行う</p> <p>自然現象への関心・意欲・情熱 科学的な思考・表現 観察・実験の技能 自然現象についての知識・理解</p> <p>評価規準 植物の発芽や成長、結実の様子について予想が立てられ、観察・実験の結果と照らし合わせて、植物の発芽や成長、結実の条件を説明できる。植物の発芽や成長、結実の様子を調べ、植物の発芽、成長及び結実とその条件についての考えをもつことができる。</p> <p>植物教材 インゲンマメ(マメ科) 5月下旬～6月上旬 6月中旬～7月上旬 7月中旬～8月上旬 8月下旬～9月上旬</p> <p>小単元 時 主な学習活動 重要語句 観察・実験用具 他 薬品</p> <p>4 ① 種子が発芽する条件 ☆種子は、どんなときに発芽するのか。 これまでに経験などを基に、発芽に必要な条件について考える。 ※種子が発芽する条件を探る。 ※種子が発芽するためには、水、空気、適当な温度が必要なのか。</p> <p>② 種子のつくりと養分 ☆種子の中心、どうなっているのか。 ※胚や芽のまわりにもなるものがあるのか。 ※種子の中のつくりを調べる。</p> <p>③ 女子葉はどのような部分でできているのか。 ※種子の中の養分を調べる。 ※インゲンマメが成長する条件を探る。</p> <p>④ 花のつくり ☆花は、どのような部分でできているのか。 ※花のつくりを調べる。 ☆花は3つに別れている。それらは、どのような役割をしているのか。 ※めしべとおしべの様子を調べる。</p> <p>⑤ おしべのほたけ ☆おしべの花がめしべの奥につく実ができるのか。確かめる。 ※花物のほたけを調べる。</p> <p>★まとめ 植物の発芽・成長・変容について、まとめる。</p>		<p>第1学年(1) 植物の生活と種類</p> <p>ねらい 植物が育て、植物の発芽、成長及び結実の様子を調べ、植物の発芽、成長及び結実とその条件についての考えをもつことができるようにする。</p> <p>問題解決の能力 発芽や成長のために必要な条件を探るために、変える条件と変えない条件を区別して実験を行う</p> <p>自然現象への関心・意欲・情熱 科学的な思考・表現 観察・実験の技能 自然現象についての知識・理解</p> <p>評価規準 植物の発芽や成長、結実の様子について予想が立てられ、観察・実験の結果と照らし合わせて、植物の発芽や成長、結実の条件を説明できる。植物の発芽や成長、結実の様子を調べ、植物の発芽、成長及び結実とその条件についての考えをもつことができる。</p> <p>植物教材 インゲンマメ(マメ科) 5月下旬～6月上旬 6月中旬～7月上旬 7月中旬～8月上旬 8月下旬～9月上旬</p> <p>小単元 時 主な学習活動 重要語句 観察・実験用具 他 薬品</p> <p>4 ① 種子が発芽する条件 ☆種子は、どんなときに発芽するのか。 これまでに経験などを基に、発芽に必要な条件について考える。 ※種子が発芽する条件を探る。 ※種子が発芽するためには、水、空気、適当な温度が必要なのか。</p> <p>② 種子のつくりと養分 ☆種子の中心、どうなっているのか。 ※胚や芽のまわりにもなるものがあるのか。 ※種子の中のつくりを調べる。</p> <p>③ 女子葉はどのような部分でできているのか。 ※種子の中の養分を調べる。 ※インゲンマメが成長する条件を探る。</p> <p>④ 花のつくり ☆花は、どのような部分でできているのか。 ※花のつくりを調べる。 ☆花は3つに別れている。それらは、どのような役割をしているのか。 ※めしべとおしべの様子を調べる。</p> <p>⑤ おしべのほたけ ☆おしべの花がめしべの奥につく実ができるのか。確かめる。 ※花物のほたけを調べる。</p> <p>★まとめ 植物の発芽・成長・変容について、まとめる。</p>		<p>第2学年(1) 植物の生活と種類</p> <p>ねらい 植物が育て、植物の発芽、成長及び結実の様子を調べ、植物の発芽、成長及び結実とその条件についての考えをもつことができるようにする。</p> <p>問題解決の能力 発芽や成長のために必要な条件を探るために、変える条件と変えない条件を区別して実験を行う</p> <p>自然現象への関心・意欲・情熱 科学的な思考・表現 観察・実験の技能 自然現象についての知識・理解</p> <p>評価規準 植物の発芽や成長、結実の様子について予想が立てられ、観察・実験の結果と照らし合わせて、植物の発芽や成長、結実の条件を説明できる。植物の発芽や成長、結実の様子を調べ、植物の発芽、成長及び結実とその条件についての考えをもつことができる。</p> <p>植物教材 インゲンマメ(マメ科) 5月下旬～6月上旬 6月中旬～7月上旬 7月中旬～8月上旬 8月下旬～9月上旬</p> <p>小単元 時 主な学習活動 重要語句 観察・実験用具 他 薬品</p> <p>4 ① 種子が発芽する条件 ☆種子は、どんなときに発芽するのか。 これまでに経験などを基に、発芽に必要な条件について考える。 ※種子が発芽する条件を探る。 ※種子が発芽するためには、水、空気、適当な温度が必要なのか。</p> <p>② 種子のつくりと養分 ☆種子の中心、どうなっているのか。 ※胚や芽のまわりにもなるものがあるのか。 ※種子の中のつくりを調べる。</p> <p>③ 女子葉はどのような部分でできているのか。 ※種子の中の養分を調べる。 ※インゲンマメが成長する条件を探る。</p> <p>④ 花のつくり ☆花は、どのような部分でできているのか。 ※花のつくりを調べる。 ☆花は3つに別れている。それらは、どのような役割をしているのか。 ※めしべとおしべの様子を調べる。</p> <p>⑤ おしべのほたけ ☆おしべの花がめしべの奥につく実ができるのか。確かめる。 ※花物のほたけを調べる。</p> <p>★まとめ 植物の発芽・成長・変容について、まとめる。</p>	

図6 小学校第5学年「植物の発芽、成長、結実」の指導計画

中学校への滑らかな接続を図るための指導計画					
第6学年 植物の養分と水の通り道			系統性のある中学校理科の学習内容		
ねらい	植物を観察し、植物の体内の水などの行きや来てを調べ、養分を調べ、植物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。				
問題解決の能力	実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて推論する		中学校の科学について探究する能力・分析・解釈		
評価標準	自然現象への関心・意欲・態度 植物の体内の水などの行きや来てを調べ、養分を調べ、植物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。	科学的な思考・表現 観察の結果を整理し、植物の体内の水などの行きや来てを調べ、養分を調べ、植物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。	観察・実験の技能 観察の結果を整理し、植物の体内の水などの行きや来てを調べ、養分を調べ、植物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。	自然現象についての知識・理解 植物の体内の水などの行きや来てを調べ、養分を調べ、植物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。	
植物教材	植物の種類 ジャガイモ(ナス科) アスパラガス(アスパラ科) セロリ(セリ科)	観察の時期 4月上旬～5月下旬 4月上旬～5月下旬	観察時期 6月上旬～7月中旬 6月上旬～7月中旬 4月上旬～5月下旬	観察時期 7月中旬～8月上旬 7月中旬～8月上旬 8月上旬～9月中旬	ビデオカメラ
単元	時	主な学習活動	重要語句	主な観察、実験用具 他	家品
植物の養分と水の通り道	5	① 植物と日光の関係を探よう ☆植物と日光の関係について、6年生で調べたことをもとに、考える。 ☆植物に日光が当たると、でんぷんがつかれるか調べる。 ※葉に日光が当たると、でんぷんがつかれるか調べる。 また、エチルアルコールで脱色し、すりつぶしの方法で調べる。 ※1つは植物の葉のでんぷんを調べる。 ※葉の表面を観察する。	◆でんぷん	◆忠眼鏡、顕微鏡、スライドガラス、カバーガラス	◆ヨウ素液 ◆エチルアルコール
	5	② 植物の中の水の通り道 ☆植物が水を吸収し入れた水は、くちや葉の中をどのように通っていくのか。 ※植物の中の水の通り道を探る。 ※水の動きを観察する。 ☆葉まで運ばれた水は、その後どうなるのか調べる。 ※水が葉から出ていくか調べる。 ※葉から水蒸気が出ていく穴を観察する。	◆蒸気 ◆葉から水蒸気が出て行く穴	◆顕微鏡、スライドガラス、カバーガラス	◆ヨウ素液 ◆エチルアルコール
	5	★まとめ ・植物と日光の関係、植物の中の水の通り道について調べる。 ※マツの葉の水蒸気が出ていく穴を観察する。	◆水の通り道		

中学校への滑らかな接続を図るための指導計画					
第6学年 植物の養分と水の通り道			系統性のある中学校理科の学習内容		
ねらい	植物を観察し、植物の体内の水などの行きや来てを調べ、養分を調べ、植物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。				
問題解決の能力	実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて推論する		中学校の科学について探究する能力・分析・解釈		
評価標準	自然現象への関心・意欲・態度 植物の体内の水などの行きや来てを調べ、養分を調べ、植物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。	科学的な思考・表現 観察の結果を整理し、植物の体内の水などの行きや来てを調べ、養分を調べ、植物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。	観察・実験の技能 観察の結果を整理し、植物の体内の水などの行きや来てを調べ、養分を調べ、植物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。	自然現象についての知識・理解 植物の体内の水などの行きや来てを調べ、養分を調べ、植物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。	
植物教材	植物の種類 ジャガイモ(ナス科) アスパラガス(アスパラ科) セロリ(セリ科)	観察の時期 4月上旬～5月下旬 4月上旬～5月下旬	観察時期 6月上旬～7月中旬 6月上旬～7月中旬 4月上旬～5月下旬	観察時期 7月中旬～8月上旬 7月中旬～8月上旬 8月上旬～9月中旬	ビデオカメラ
単元	時	主な学習活動	重要語句	主な観察、実験用具 他	家品
植物の養分と水の通り道	5	① 植物と日光の関係を探よう ☆植物と日光の関係について、6年生で調べたことをもとに、考える。 ☆植物に日光が当たると、でんぷんがつかれるか調べる。 ※葉に日光が当たると、でんぷんがつかれるか調べる。 また、エチルアルコールで脱色し、すりつぶしの方法で調べる。 ※1つは植物の葉のでんぷんを調べる。 ※葉の表面を観察する。	◆でんぷん	◆忠眼鏡、顕微鏡、スライドガラス、カバーガラス	◆ヨウ素液 ◆エチルアルコール
	5	② 植物の中の水の通り道 ☆植物が水を吸収し入れた水は、くちや葉の中をどのように通っていくのか。 ※植物の中の水の通り道を探る。 ※水の動きを観察する。 ☆葉まで運ばれた水は、その後どうなるのか調べる。 ※水が葉から出ていくか調べる。 ※葉から水蒸気が出ていく穴を観察する。	◆蒸気 ◆葉から水蒸気が出て行く穴	◆顕微鏡、スライドガラス、カバーガラス	◆ヨウ素液 ◆エチルアルコール
	5	★まとめ ・植物と日光の関係、植物の中の水の通り道について調べる。 ※マツの葉の水蒸気が出ていく穴を観察する。	◆水の通り道		

図7 小学校第6学年「植物の養分と水の通り道」の指導計画

6 小学校第6学年「植物の養分と水の通り道」で用いる系統性を意識した教材

(1) 身近な野菜を用いた系統性を意識した教材

ここでは、第6学年「植物の養分と水の通り道」での教材を提案する。

用いるのは、セロリ（セリ科）と、アスパラガス（ユリ科）である。児童にとって身近な野菜であり、中学校で学習する双子葉類と単子葉類の植物であることから、維管束の並びなどを比較しながら観察できると考えた。また、植物の養分と水の通り道を観察しやすくするために吸水させる水を着色する。その水を着色する材料として、食紅や万年筆のインクなどを試したが、いずれも吸水に時間がかかったり、色付きが不十分だったり満足な結果を得られなかった。現在のところ、スタンプ台の赤色の補充インクが、最も有効である。セロリの場合、図8のように2時間程度で吸水している状態を肉眼で確認できた。この結果により、葉脈も水の通り道であることを実感できるものとする。アスパラガスは、外側から観察しても、肉眼では変化が確認されなかった。しかし、輪切りにすることで維管束を観察することができた。

顕微鏡で維管束を観察するために、吸水したセロリとアスパラガスを薄く輪切りと縦切りにして、スライドガラスにのせる。実際に観察したものが図9、10である。薄く切る作業は容易なので、児童一人一人に経験させることができる。条件がよいと、維管束の中を水が移動するのを観察できる。また、倍率を100～400倍にすると螺旋状の構造を見ることもできる。

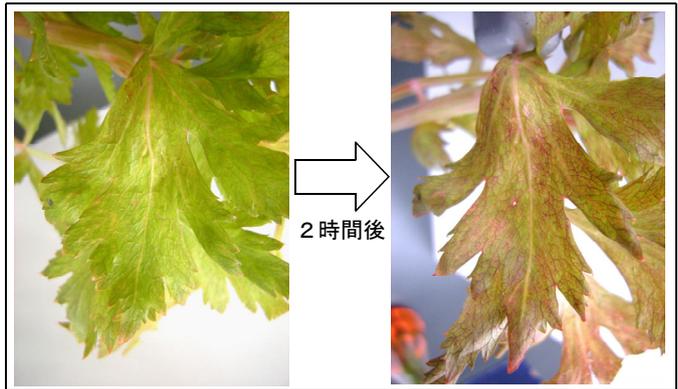


図8 セロリの葉の色の変化



図9 セロリの維管束(輪切り×40・縦切り×40)



図10 アスパラガスの維管束(輪切り×40・縦切り×100)

(2) 容易な方法で作成できる系統性を意識した教材

気孔の観察を容易にするために、スンプ法で教材を作成する方法を述べる。

スンプ法とは、Suzuki's Universal Micro-Printing Methodの略称で、接着剤などで透明レプリカを作成することによりその表面の構造を観察する方法で鈴木式万能顕微鏡印画法とも言う。

まず、採取した葉の裏面の汚れをよく拭き取り、木工用ボンドを塗る。乾いたことを確認したら、セロハンテープをそのまま使って、乾いた木工用ボンドをはぎ取る(図11)。はぎ取ったセロハンテープをスライドガラスに貼り、顕微鏡で観察する。木工用ボンドの代わりに、透明マニキュアを使うこともできる。マニキュアの方が速乾性があるが、含まれている成分によっては、換気をしながら作業を進める必要がある。図12と図13は、この方法で観察したツバキ(ツバキ科)とツユクサ(ツユクサ科)の気孔である。この方法であれば、様々な植物の気孔の透明レプリカを容易に作成して観察することができる。また、周りの気候によって、開いた状態の気孔や閉じた状態の気孔も観察できる。ここでも、観察させる植物として、双子葉類と単子葉類を準備し、中学校で学習する気孔の並び方や葉脈の特徴にも気付かせることができる。

ただし、この方法は、やわらかい葉の植物には適していないと思われる。シロツメクサやオオバコなどの葉で試したが、十分な結果は得られなかった。



図11 スンプ法の一部

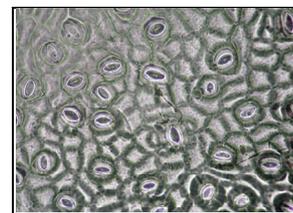


図12 ツバキの気孔×100

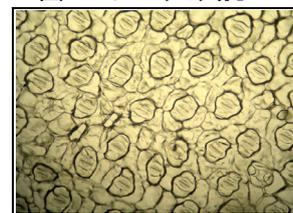


図13 ツユクサの気孔×100

IV 研究のまとめ

本研究では、小学校理科から中学校理科への滑らかな接続を図るために、植物の学習において、内容、重要語句、取り上げられている植物、観察・実験器具と薬品などの系統性を明確にした指導計画と、小学校第6学年「植物の養分と水の通り道」における系統性を意識した教材の試案を提案した。この指導計画と教材は、当センターWeb ページの授業情報システムに掲載してあるので、多くの教員に活用されることを期待する。また、指導計画や教材の試案は一つの例であるが、これをベースに他の分野の指導計画や教材の作成も試みたい。

V 本研究における課題

植物の学習に焦点を絞って本研究を進めたが、中学校の学習内容を詳しく見ると、小学校の他の分野の学習との系統性を見いだせるものもあった。そこで、小学校の分野をA区分のエネルギーと粒子、B区分の地球まで広げて、更に系統性を明確にする必要がある。

<参考文献>

文部科学省 2008 『小学校学習指導要領解説 理科編(平成20年8月)』

文部科学省 2008 『中学校学習指導要領解説 理科編(平成20年9月)』

青森県教育委員会 2011 「青森県学習状況調査報告書」(平成23年度)

<引用URL>

中央教育審議会 2008 『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について(答申)』

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/news/20080117.pdf (2011.10.25)

<参考URL>

学校図書 「小学校理科 H23 年間指導計画作成資料」「中学校 平成24~27年度版 指導計画作成資料」

<http://www.gakuto.co.jp/junrika/down.html> (2011.11.28)

<http://www.gakuto.co.jp/hirika/down.html> (2011.11)

お茶の水大学 「植物のからだのはたらき 気孔と道管の観察」

<http://www.cf.ocha.ac.jp/sec/newprogram/6kikandoukan.pdf> (2011.10.11)