

新しい眼球模型を利用した理科の授業の試行

Experimental class work utilizing a new eyeball model

羽多野 隆 美・楠 木 宏

Takami HATANO・Hiroshi KUSUKI

四天王寺大学紀要

大学院 第16号

人文社会学部・教育学部・経営学部 第55号 2013年3月

短期大学部 第63号

(抜刷)

新しい眼球模型を利用した理科の授業の試行

羽多野 隆 美・楠 木 宏

小学校における理科の授業は、自然界で生じるいろいろな現象やその仕組みを理解させるための学習活動である。これらの事象は時間的、空間的な範囲を超えて存在したり発生したりする。学校における授業の際には、これらの存在する時期や場所が一致しないことが多い。そのために多くの場合、理科の学習指導の補助として、各種の教材や教具を使用せざるを得ない。しかし、理科的内容のうち、特に生物分野での授業で使用する教材、教具の多くは単に外観や構造を示しただけのものが多く、その機能までも付加されたものは少ない。そこで本研究では眼球に関する効果的な指導方法とその指導上の効果を明らかにすることを目的として新しい概念の眼球模型の開発を行いその教育上の効果について検証を行った。研究の結果、次のことを明らかにすることができた。(1) だれでも簡単にしかも安価に入手できるプラスチック製のキャンディ容器を用いて、従来から存在する教具のように単に形態上の特徴を示すことだけではなく、その機能も具現することのできる新しい概念の眼球模型を開発することができた。(2) この開発した教具を使用して授業を試行した。その後、子供たちに授業に関するアンケート調査を実施して、その教育効果を検証した結果、多くの子供たちは眼球の構造、ものが見える仕組みについて十分に理解できたと評価することができた。(3) 科学への関心や興味についても理解が深まり筋道だったものの考え方や調べ方についても理解と関心が深まるなど十分な教育上の効果が認められた。

キーワード：眼球模型 理科教育 凸レンズ 網膜 教具

1. はじめに

最近の科学の発達は著しく、特に電子機器の発展には目をみはるものがある。特に子供たちが夢中になっているテレビゲームでは、コンピュータによる CG が当たり前となり、映画の世界でも CG や 3D による映像が本物とほとんど差異がないくらいに作られている。子供は言うにおよばず、大人までもが、臨場感溢れる疑似体験を味わい楽しむことができる。学校の授業においても情報コミュニケーション技術 (ICT) 教育が盛んとなり、コンピュータシミュレーションにより空気が圧縮される様子など、今までみることのできなかった現象を簡単にみることができるようになってきた。また、デジタルスチールカメラやビデオムービーカメラなどの遅速度撮影や高速度撮影を利用して、時間のかかる植物の発芽や成長の様子を時間を短縮して観察したり、弾丸がガラスを打ち抜く様子を時間を引き延ばして見たりすることも簡単に可能になってきた。このように ICT 教育におけるコンピュータの活用は疑義をとなくまでもなく大変に有効である。しかし、これらの現象を液晶画面上で見るとは、あくまでも間接的な観察や体験であり、実際のものではない。また、コンピュータシミュレーションは、場合によ

ては撮影者や授業者の都合の良ように加工したり、編集したりして製作することも可能である。理科の授業は、先にも述べたとおり、自然現象の仕組みや働きを理解させるための学習活動である。理科では「自然が先生そのものである」とよく言われる。そのためにはコンピュータによるシミュレーションではなく自然界の出来事を実際に体験したり、観察したり、実験したりすることが特に必要である。しかし、小、中学校の授業のカリキュラムは自然現象を時間的、空間的に考慮されて設定されているのではないので、授業活動の中で、その自然現象をうまく活用できるとは限らない。また、教室内という限られた環境ではいろいろな制約を受けることが多い。実物を提示できないことも多く、この場合、自然や事物の構造を児童・生徒らに理解させるのに教材、教具を使用せざるを得ない。骨格模型や人体模型、地層模型などは、どの学校にもあり、その代表的なものとしてあげることができる。

しかしながら、現在おこなわれている理科の授業で扱う教材、教具の多くは、単に外観や構造を示しただけのものが多く、その機能を付加しているものは少ない。地球、月、太陽の関係を表した三球儀のように、日食や月食の仕組みを地球外から見えるように作られたものはあるが、これも、地球、月、太陽の大きさや位置関係を正確に表現しているとはいいがたい。加藤繁樹（2006）は、よりよい授業のための教材、教具の開発について「良い授業を行うための資質としては指導力、分析力、理解力、構成力などが挙げられるが、さらに、よりよい理科の授業を行うためには要領を得た教材や教具の開発が重要である。特に地域教材の開発は身近な教材を扱うということを取り分けて重要である。理科では教材、教具の良し悪しで授業の良し悪しが左右されるといっても過言ではない」と述べている。このようなことから眼球に関する効果的な指導方法とその指導効果を明らかにすることを目的として目の構造上の特徴をよく表しながら、しかもその機能も表すことのできる新しい概念の眼球模型の開発を行い、これを使用して授業実践を試みた。この結果、子供が眼球の構造を十分に理解すると共に網膜上に結像する仕組みを筋道だてて理解することができ、また、科学への関心や興味についても理解が深まるなどの教育効果を得ることができたのでその結果を報告する。

2. 研究方法

市販されているプラスチック製のキャンディ容器と拡大鏡のレンズを使用して新しい型の眼球模型を開発し、これを使用して三重県伊勢市内の K 小学校 6 年 A 組（32 名）で目の仕組みと目の中で像が映る仕組みについて授業を実施した。他方、教育効果を比較検討するために従来型の眼球模型を使用して同様の授業を同校 6 年 B 組（30 名）で実施して、両学級の児童に対して目の仕組みと像が映る仕組みの理解、科学への関心と興味、自然科学で行われるものの考え方、調べ方、発表の仕方、命の大切さ、自然の大切さに関する 22 項目の内容について 5 段階評価による回答方法でアンケート調査を行い新しい型の眼球模型を使用した授業実践についてその評価を行った。

3. 眼球模型の開発

今回考案した眼球模型はプラスチック製の球体容器を眼球にみたてその瞳孔にあたる部分

に凸レンズをはめ込み瞳孔の反対側の位置に網膜を設定し、ここに像が映るようにした。今回、試作した眼球模型は従来の形態的特徴を表すと共に機能的特徴として網膜に位置する部分に外界の景色が映るように工夫されている。安価に、手軽に製作が可能で子どもたちは簡単に目の仕組みを理解できると共に網膜上の結像の様子も確認することができる。これらの体験を通して子どもたちに驚きと感動を与えることができた。

眼球模型は以下のようにして製作を行った(図1)。使用材料は眼球として直径約10cmの透明プラスチック製の球形キャンディ容器と水晶体として市販の拡大鏡のレンズである。このほかにサンドペーパー、黒色油性サインペン、スプレー式速乾塗料(黒、白)、マスキングテープなどである。使用するレンズの焦点距離は球形キャンディ容器の直径の長さと同じものがよい。誰もが簡単に製作できるように、これらの材料は100円ショップなどで購入可能な、できるだけ安価でしかも一般的に購入が容易であるものを使用するように心がけた。はじめに、プラスチック容器の瞳孔に当たる部分に直径5cmの円と網膜にあたる部分に直径8cmの円を黒色油性ペンで描く。円はできるだけ真円になるようにボール紙で型紙を作り、これをあてがいながらその円をなぞるように描く。次に目の瞳孔に相当する部分に傷をつけないように、同じ大きさに切った円形のマスキングテープをはりつける。瞳孔部分以外の容器の内側部分の表面をすりガラスのようにサンドペーパーで均等に、かつ滑らかに擦り傷をつける。これは後から吹き付ける塗料が付きやすくするためと、網膜部分に映る像を見やすくするためである。まんべんなく擦り傷をつけ終わったら、網膜部分に先の瞳孔部分と同様に円形に切ったマスキングテープを貼り付ける。マスキングテープを貼り付けた瞳孔部分と網膜部分を除いた容器の外側全体に黒色塗料を吹き付ける。塗料が乾燥したら、その上に白色塗料を吹き付ける。くれぐれも入光部に当たる瞳孔部分と結像部に当たる網膜部分に塗料が付着することのないように細心の注意を心がける。容器に吹き付けた塗料が十分に乾燥したら、瞳孔部分と網膜部分に保護のために貼り付けたマスキングテープを取り除く。次に、水晶体に相当するレンズを貼りつける。拡大鏡のプラスチックの枠からレンズを取り外し、そのレンズを、プラスチックキャンディ容器の内側の表面に貼り付ける。容器の表面は湾曲しており、その表面にレンズを装着しにくいので、黒色に色を塗った短い円筒形の枠を作成してこの枠にレンズを貼り付けるように固定し、さらにこの枠を球形容器の内側の瞳孔部分に貼り付ける。レンズは焦点距離がプラスチック容器の直径と同じ長さのものが良いが多少の誤差があっても結像に支障はない。なお、複数の同じ眼球模型を作成する際には、安価な拡大鏡は同じ商品であっても、焦点距離がかなり異なることがあるので注意を要する。最後に、プラスチック容器の外側部分にあたかも人体から取り出した眼球のように、瞳孔の周囲に光彩を描き、黒茶色か青色に着色する。さらに、眼球の周囲は血管を描くなどして実物に近いように塗装を行い、完成させた。

このキャンディ用透明プラスチック容器を採用する前に、理科の実験に使用するガラス製の500mlのフラスコを使用して試作を行ったが、レンズがフラスコの球体部の内側部分にうまく装着できなかったり、網膜に相当する部分にトレーシング紙が貼りにくかったり、材質がガラスであるために塗料がはげやすかったりして、思ったように製作することができなかった。また、フラスコの長い筒部分も子供たちにとっては異常に見えたようである。その後、理科教材

店から直径 10cm のプラスチック製の透明な球の紹介を受け、これを使用して製作を試みた。しかし、この透明容器は小学校における実験材料費としては高価であり、いろいろな試行錯誤の結果、安価でどこでも入手しやすい試作を行ったプラスチック容器を使用するに至った。

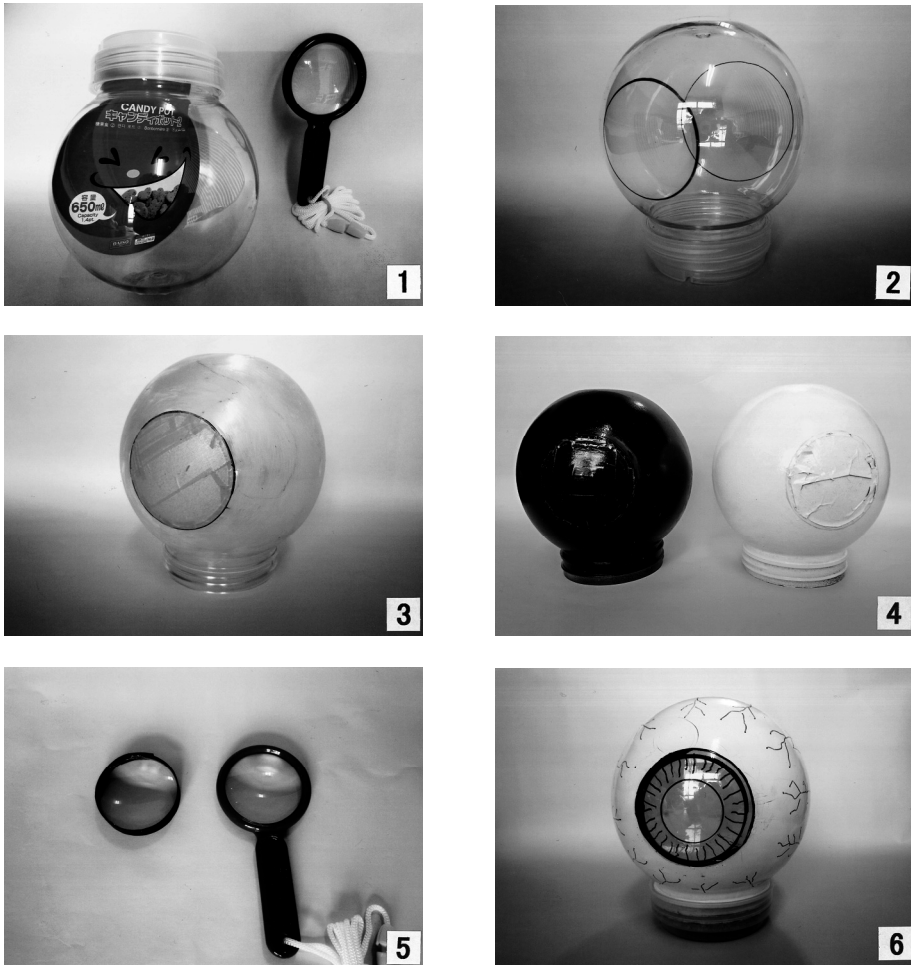


図 1. 眼球模型の製作過程

1.プラスチックキャンディ容器と市販の拡大鏡。容器内の紙片は取り除く。 2.容器の外側の虹彩と網膜にあたる部分に黒色油性ペンで円を描く。 3.容器の外側の虹彩や瞳孔にあたる部分にマスキングテープを貼り、容器全体に擦り傷をつけ、その後、網膜にあたる部分にもマスキングテープを貼る。 4.容器の外側全体を黒色塗料を塗り、乾燥後、さらにその上に白色塗料を塗る。 5.拡大鏡からレンズをはずし、レンズに円筒形の枠を取りつける。 6.レンズを容器内側の虹彩部分に取り付け、外側に人の眼球のように虹彩、瞳孔、血管などを描く。

4. 開発した眼球模型を使った授業

今回開発した新しい型の眼球模型を使用して三重県伊勢市立K小学校の6学年A組で以下に述べるような授業を試行した(図2)。同様にB組では比較検討するために従来型の眼球模型を使用して授業を実施し、その違いを児童に対するアンケート形式により調査をおこない両者の指導上の効果の比較検討を行った。



図2. 新型眼球模型を使用して行われた授業の様子

(1) 単元名 人や動物の体のつくりと働き

～ 目の働き ～

(2) 単元の目標

・人やほかの動物の体の働きについて興味・関心をもち、観察したり、資料を活用したりして推論しながら調べ、人やほかの動物の体のつくりと働きをとらえようとする。(関心・意欲)

・消化、呼吸、排出器官の仕組みを理解し、生物と環境のかかわりを追求する活動を通して、体の各器官が相互にかかわりあって生命を維持しているという考えを持つことができるようにする。(思考)

・人や動物では、食べものは消化され養分として吸収されること、呼吸によって酸素を取り入れ、二酸化炭素を出すこと、血液の流れで各臓器がつながっていることを理解する(知識・理解)

・実験や観察、資料などを通して人や動物の体のつくりと働きを調べ、その結果を図や言葉で表現することができるようにする。(技能)

(3) 指導上の留意点

①児童について

開発した眼球模型を使用して授業を実施した6学年A組は男子児童17名、女子児童15名の合計32名の学級である。子どもたちは素直で学習意欲のある子どもが多い。男女の仲もよく、

異学年間の活動でも、最上級生として下級生に対して優しく接することができる。授業に対する取り組みは熱心で与えられた課題に対してもすばやい取り組みが見られる。人の話を聞くことは少し苦手な子どももいるが自分の考えを持ち発言のできる子どもも多い。学級全体としては落ち着いた態度の児童が多く、教師は静かな雰囲気の中で授業に臨むことができる。特に理科に対していろいろなことに興味を持っている児童が多い。観察や実験が大好きで最近では金環日食の観察やジャガイモの栽培の世話やカメの飼育などを楽しみながら取り組んでいる。ただ、科学的根拠に基づいてものごとを考えたり筋道を立てて予想したりすることや自分で判断して行動すること、見通しを持って考えることは少し苦手である。授業中は活気があるように見えるが、発表する児童に偏りがある。

従来型の眼球模型を使用して授業を行った 6 学年 B 組は男子児童 15 名、女子児童 15 名の合計 30 名の学級である。まとめやすい学級で、皆でお楽しみ会などの行事を企画するときも協力しあって楽しんで行っている。1 年生の給食の手伝いや教師の仕事などの手伝いも喜んですることができる。6 年生とはいえ、多少幼いところもあるが人懐っこい子どもたちの多い学級である。授業中も教師の指示をよく聞き授業が楽しく進められる。児童の中には「あっ、そうなんだ」、「わかった！」などと活動的に発言する子どもも多く、学ぶことを互いに喜び合える子どもたちである。発言する児童の多くは男子である。進んで発言できない子どもも 4、5 名いる。発言するだけでなく、黒板に自分の意見を書きに行くのを楽しみにしている児童も多い。ただし、授業中の話し合い活動で意見をつながながら進めることができるのは 10 名程度であり、全体で授業を作るまでには至っていない。理科の授業では観察、実験を特に好んでいるようである。学級の中の数人は実験や観察の結果から、論理的に考えることができ始めているが、その子どもたちの意見が中心となって授業が進んでいくことが多く他の子どもたちの出番が少なくなることもある。

②教材について

子供たちは 5 学年で、動物の誕生の学習を通して生命が誕生するまでの過程について詳しく学習している。日常の生活からも子供たちは動物の誕生、その後の成長、死、また新たな命の誕生というサイクルで生命が連続していることをとらえている。また、人や動物の体の中の仕組みについても日常生活の中で、体の中には心臓があり血液が流れていること、息をしなければ生きていけないこと、骨が体の各部分を支えていること等を部分的ながらも理解している。

本単元では、食べものが口や胃、腸の中で消化されながら変化し、栄養分として腸から吸収されたり、吸収されなかったものは肛門から排出されたりすることなどを学習する。また、人や他の動物の呼吸や吸気を調べ、人も他の動物も呼吸によって、体内に酸素を取り入れ、体外に二酸化炭素を排出していることをとらえるようにする。さらに心臓の働きによって血液が体内の各部に送り出され、取り入れた養分や酸素を体内で循環させ、二酸化炭素を運び出していることを学習する。これらの活動を通して、人および他の動物の呼吸、消化、排出、循環などの働きについての見かたや考えかたを持つことができるようにするとともに、体の内部のつくりや働きを筋道をたてて追究する能力や生命を尊重する態度を育成することが目的である。

この学習の後で「人や動物の体のつくりと働き」の発展的内容として「目の学習」を行う。

子供たちは「人や動物の体のつくり」の中で、呼吸、消化、排出、循環を学習している。本単元の学習すべてが生物として生きて行く上で非常に大切な働きであるが、体の内部で生じていることで外部から見えにくく、子供たちが興味を持つ学習活動であるといいがたい。しかし、目は日常生活の中で、起きてから寝るまで活動しているし、錯覚などの身近で不思議な体験もする。目の構造模型を使用することによりその仕組みもより深く理解できる。子供たちが体のつくりのひとつとして興味を持って学習できる内容である。

③指導について

学習は次のように展開させていきたい。単元の導入では、人や動物が生きていくために外界から取り入れる必要なものを考える。そして、それが空気、食べもの、水であることを理解する。その後、動物と空気との関係、動物と食べものや水との関係を明らかにしていく。動物と空気との関係では、動物が酸素を取り入れて二酸化炭素を排出していることを石灰水や気体検知管を用いて調べる。次に消化や排出について、資料を用いたり、実際に実験で確かめながら消化の仕組みについて理解を深める。そして、人の生命活動に必要な酸素と養分が血液に取り入れられていることから、血液の働きに着目し、自分自身の体で心臓の拍動数や腕の脈拍数を調べ、その拍動と脈拍の動きがほぼ同じことから心臓を中心とした血液の循環が体全体で行われていることを学習する。

呼吸、消化、排出、循環の学習の後、体のほかの部分の発展学習として「目の学習」を行う。この授業では、まず、両目を開けて目の前に差し出した両手の人差し指どうしが合わせられるかどうかを試してみる。次に片目をつぶって同様にやってみるが、今度はうまく合わせられない。ここで、目が二つある意味を説明する。次に、人間の眼球の仕組みの学習に入るが、この学習には目の構造を図示したワークシートを使用する。ワークシートを利用すると次のような利点がある。パワーポイントで示された眼球構造図を、子どもたちがノートに写すと時間がかかり、不正確になりがちだが、それを防げるし、時間の節約ができる。また、カラー刷りで配布するので、血管の静脈、動脈などの少しの違いもよく判別できる。このワークシートには、眼球でおぼえさせたい各部分の名称は括弧で示し、名称が書かれていない。これは、授業で一つ一つを示し、書き写すことにより名称を確実に覚えさせたいからである。一つ一つを示すことは、机間巡視のときに、クラス全員が正しく書けているかどうかをすぐさま確認できる。

このワークシートで扱う各部分の名称は目の構造を示す基本となるものばかりで、日常生活でもよく耳にするもので6学年の子どもにとって特に難しいものではない。ワークシートを用い、眼球の構造を学習した後、今回、試作した眼球模型を使い、目の構造や外の景色がうつる仕組みについて説明を行う。その後、厚紙で作られた目の錯覚を利用した「ふしぎな箱」（鈴木 2009）を作成して目の不思議体験を行う。この「ふしぎな箱」は、表面に市松模様が印刷された型紙で、説明書に従って切り取り、折って製作する。内側に市松模様のある、一見、三角錐状のものが出来上がる。これを手のひらの上に載せて腕を伸ばし注視するとへこんでいる部分にある市松模様が錯覚によって盛り上がっているように見える。さらに、手のひらの上に載せた状態で左右に動かすと錯視により立方体のように見える。子供たちは不思議そうに興味を示すので、おもしろい教材として利用できる。本単元の学習の最後に動物の体全体を考え、

その内部のつくりのすばらしさを実感しながら学習をまとめる。

(4) 指導計画 (全 9 時間)

- ・ 食べものの消化と吸収の働きを調べよう (第 1 次) 2 時間
- ・ 呼吸の働きを実験から確かめよう (第 2 次) 2 時間
- ・ 心臓と血液の働きを調べよう (第 3 次) 2 時間
- ・ 生命を支える仕組みを調べよう (第 4 次) 1 時間
- ・ 目の仕組みやその働きを知ろう (第 5 次) 1 時間(本時)
- ・ 人や動物の体の仕組みや働きについてまとめよう (第 6 次) 1 時間

(5) 本時の指導

①本時の目標

- ・ 目のつくりや働きに興味を持ち、進んで学習に取り組もうとする。
- ・ 目の構造の基本となる名称や仕組みを知る。
- ・ 目でものが見える仕組みを筋道だて考え、予想から答えを導き出そうとする。
- ・ 生命の大切さと不思議さを感じ、自分や動物の生命を尊重しようとする態度を養う。

②本時の展開 (45 分)

準備物：眼球模型、「目の仕組み」のワークシート、「ふしぎな箱」の工作用

学 習 活 動	指 導 上 の 留 意 点
1. 全員で視覚の実験を行う。	・両目を開けて、伸ばした両手の人差指どうしを合わせる。次に片目をつぶって同様に行う。その後、目が2つある理由を説明する。
2. 本日の課題を確認する。	
目のつくりについて知ろう	
3. 目の各部分について知っている名称を発表する。	・日常生活で子どもたちが知っていたり聞いたことのある目の各部分の名称を発表させる。 ・ワークシートをもとに、目の構造を説明して各部分の名称を記入させる。 【A組】 ・新型眼球模型を見せて各部分の名称を確認させる。 ・目の網膜部分に景色が映る理由を図示して説明したあと、新型眼球模型を見せて外の景色が映る仕組みを確認させる。 【B組】 ・従来型眼球模型を見せて各部分の名称を確認させる。
4. 目の構造について学習する。	

5. 「ふしぎな箱」を作成する。 6. 本時のまとめをする。	・目の各部分の名称を学習するときに、眼球構造模型を見せてその部位を確認させる。 ・目に景色が映る理由を図示して説明する。 【A, B組】 ・人種による光彩の色の違いなど、子どもたちが疑問に思っていることを説明する。 ・へこんでいる部分が、目の錯覚によって、盛り上がって見える「ふしぎな箱」を作成させ、どうしてその様に見えるかを説明する。 ・授業を受けて考えたこと等をアンケート用紙に記入させる。
--	---

5. アンケート調査結果と考察

文部科学省の小学校学習指導要領理科編によると小学校6学年の生命・地球の内容では、人の体の消化器官、呼吸器官、循環器官などの構造とその働きについて学習するが、日ごろ、どうして視力が低下するのか、ものが見える仕組みなど目に興味を示す児童が多い。本研究を実施するにあたり、両組の子供たちに「目のことについて、不思議だと思っていること、調べてみたいことはないか」について自由記述式のアンケート調査を実施したところ、次のような回答が得られた（表1）。この結果、A組では視力の低下についての疑問が多かったが、両組で多い疑問は、目はどのようにして、ものを見ることができるのかということに疑問を持っている子供が多いことがわかった。

表1. 目に関する授業前アンケート調査結果

子どもが疑問に思っていること	A 組	B 組
なぜ、目がわるくなる（視力が低下する）？	18	3
なぜ、目でものが見える？	9	7
なぜ、日本人と外国人の目の色は違う？	3	3
なぜ、目には黒い所と白い所がある？	3	7
なぜ、目はふたつある？	2	1
目の構造はどうなっている？	2	5
涙の出るわけ？涙の働きは？	2	4
なぜ、太陽を直接見てはいけない？	2	0
なぜ、目は黒と白なの？	0	2
なぜ、まばたきをする？	0	3
なぜ、目の大きさが人によって違う？	0	1
目の病気について	0	1
目の錯覚について	0	1
その他	1	2

このようなことから、人の体の仕組みと働きの発展的学習として目の構造やその働きについて新しい概念の眼球模型を使用して学習指導を行った。このような授業では、教具として従来型の眼球模型を使用するのが一般的である。しかし、この教具は目の構造を立体的に示したもので精巧であるがかなり高価なものであり、どこの学校にも備えられているというものではない。備えられていない学校では、説明図を黒板に貼りつけて説明を行いながら授業を行う。また、高価なものなので子どもたちは直接に手を触れさせてもらえないことも多い。このようなことから安価でしかも簡単に製作のできる眼球模型の考案と試作を行った。今回開発した眼球模型は眼球の構造を示すとともに網膜上に見た像が映る仕組みが付加された新しい概念の眼球構造教具である。また、文部科学省の中学校学習指導要領の第1分野の目標には物質やエネルギーに関する事物、現象に対する関心を高め、その中に問題を見出し意欲的に探求する活動を通して規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させるとあり、その具体的内容として身近な事物、現象についての観察、実験を通して光や音の規則性、力の性質について理解させると共に、これらの事象を日常生活と関連付けて科学的にみる見方や考え方を養うことが記されている。実際には光と音の内容として、凸レンズの働きについて実験を行い、物体の位置と映される像の位置および像の大きさの関係を見いだすことが学習内容としてあげられている。今回開発した眼球模型は凸レンズが使用されており外界の景色を網膜上に映しだすことができることから、中学校のこの学習に際して、凸レンズの働きの教材としても活用することができる。小野瀬倫也（2011）は、「小、中、高等学校という連携した学校教育の中で「生命」領域の学習内容の系統性を踏まえること」の重要性について示しているが、今回の眼球模型を使用した授業でも小学校における目の学習から中学校の光のレンズの学習に展開が可能であり更にその先の高等学校の生物や物理の学習内容にも発展的に接続できる。このことは、関連内容を機能的に接続することができ、能率の良い学習活動が可能となる。寺崎正人（2010）は、「理科的思考力の類型化とその指導について述べているが、これによると理科的思考力を16種類に分類してその類型化を行っている。この中でモデル思考と実証的思考をあげ、教室内に持ち込めない複雑な事物、現象についてはモデルを設定したりして、客観的に子どもを理解納得させることが教育効果をあげる」としている。今回の新型眼球模型はこのモデルに該当し、目の仕組みや像を映し出す仕組みを理解させ、教育効果をあげるために有効であるものと考えられる。

以上の観点に立ち、この新しい眼球構造模型を使用して「目の仕組み」の授業を実験的に三重県内の小学校6年A組、B組の2学級で試行した。A組では新しい眼球構造模型を複数個使用し、各班（5-6名）でそれぞれ1個ずつ使用できるようにした。教育効果を比較検討するためにB組では従来型の眼球模型を学級全体で1個を使用して授業を実施した。両方の学級で授業を実施した後、それぞれの学級の児童に対して、目の仕組みと像の映る仕組みの理解（6項目）、科学への関心と興味（9項目）、自然科学的なものの考え方、調べ方、発表のしかた（4項目）、いのちの大切さ、自然の大切さ（3項目）の合計22項目について5段階評価による回答方法でアンケート調査を実施して、種々の観点から新型の眼球模型を使用した授業実践についてその評価を行った。アンケート結果については表2に示し、そのアンケートの各調査項目に

ついて最も多く回答された選択肢の学級全員に対する割合を学級別、男女別に図 3 に示した。これらの資料を分析、検討した結果、以下に述べる事が明らかになり、従来型の眼球模型を使用して行った授業よりも新しい概念で製作した眼球模型を使用した授業のほうが子どもの理解を助けることができ、授業を効果的に進めることのできる教具であることがわかった。以下にそのアンケートの調査結果を述べる。

表 2. アンケート調査結果

アンケート項目		A 組					B 組				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
(1) 学習した目の各部分の名称と位置を眼球模型で確認できたか	男	0	1	3	4	10	0	5	1	4	7
	女	0	0	5	4	6	0	1	6	4	2
(2) 眼球では、外の景色が網膜に倒立して映ることがわかったか	男	0	0	0	2	16	0	0	2	5	10
	女	0	0	0	4	11	0	0	3	5	5
(3) 網膜に外の景色が映る仕組みをうまく説明できるか	男	0	2	8	6	1	4	1	3	4	4
	女	1	5	6	2	1	0	5	4	3	1
(4) 目のつくりや外の景色が見える仕組みがよくわかったか	男	0	0	1	9	8	1	2	4	5	5
	女	0	0	4	5	6	0	0	6	5	1
(5) 生きものの体が精巧にできていると感じたか	男	0	0	1	7	10	2	0	4	5	6
	女	1	0	1	3	10	1	2	4	3	3
(6) 目のつくりの学習後、目と体の各部分がつながっていると感じたか	男	0	1	2	7	8	1	3	1	5	6
	女	1	2	0	5	7	1	1	4	5	2
(7) 目のつくりの学習後、目とレンズの働きに共通点があることがわかったか	男	0	0	6	9	3	2	1	5	5	4
	女	0	2	5	5	3	1	2	2	6	2
(8) 眼球模型を使用した目のつくりの授業は楽しかったか	男	0	0	2	3	10	0	0	2	5	10
	女	0	0	0	5	10	0	1	0	5	7
(9) 目のつくりの学習後、もつと目や体のことを知りたいと思ったか	男	0	3	2	8	4	0	1	3	5	8
	女	1	0	3	4	7	1	1	6	3	2
(10) 目のつくりの学習後、自然や生きものについて関心が深まったか	男	0	1	5	9	2	0	3	1	8	4
	女	2	0	2	9	2	0	2	9	1	1
(11) 目のつくりの学習後、身近な自然の中にはわからないことがたくさんあると思ったか	男	0	0	2	7	9	0	2	3	6	6
	女	0	2	2	4	7	0	1	2	8	2
(12) 目のつくりの学習後、理科を学習することは大切だと思ったか	男	1	0	3	8	6	1	3	1	7	5
	女	1	0	6	5	3	0	2	9	2	0
(13) 目のつくりの学習後、身近なことでわからないことをもっと知りたいと思ったか	男	0	1	4	11	2	0	1	6	4	6
	女	1	0	4	5	5	0	3	7	2	1
(14) 目のつくりの学習後、科学的なことに関心が深まったか	男	0	2	5	8	3	0	1	4	9	3
	女	2	0	6	5	2	1	3	6	3	0
(15) 目のつくりの学習後、自然に対して親しみや関心が増えたか	男	0	1	4	9	4	0	3	6	5	3
	女	0	3	4	6	2	1	0	8	4	0
(16) 目のつくりの学習後、自然についてもっと知ろうとする気持ちが強くなったか	男	0	1	4	10	3	0	3	3	5	5
	女	0	2	4	4	5	1	3	6	2	0
(17) 目のつくりの授業での実験や観察の際、それを自分から進んで行ったか	男	0	0	6	8	4	1	1	4	9	2
	女	0	0	10	2	3	0	1	10	2	0
(18) 目のつくりの授業での実験や観察の際、「なぜ、どうして」と思いながら行ったか	男	0	0	3	11	4	0	2	7	3	5
	女	2	0	4	6	3	0	0	4	6	3
(19) 理科でわからないことは、どのように調べたらよいかわかったか	男	0	1	6	9	2	0	3	7	3	4
	女	0	1	8	3	3	2	0	8	3	0
(20) 目や体の学習後、目や体の仕組みを考える際、生きていることを感じるようになったか	男	0	0	3	8	7	0	1	4	4	8
	女	0	1	2	3	9	0	0	5	3	5
(21) 目のつくりの学習後、目の仕組みの不思議さを感じるようになったか	男	0	0	4	8	6	0	2	3	4	8
	女	0	1	0	5	9	0	0	3	4	6
(22) 目のつくりの学習後、身近な自然は人切だと感じるようになったか	男	0	0	5	7	5	0	2	2	7	6
	女	0	0	4	2	9	0	0	6	5	2

* 数字は人数を表示

* 児童数は、A組33名、B組30名。無回答があり合計数と人数は一致しない

* アンケートの表示段階例は1. 最も悪い 2. 少し悪い 3. ふつう 4. 少しよい 5. 最もよい

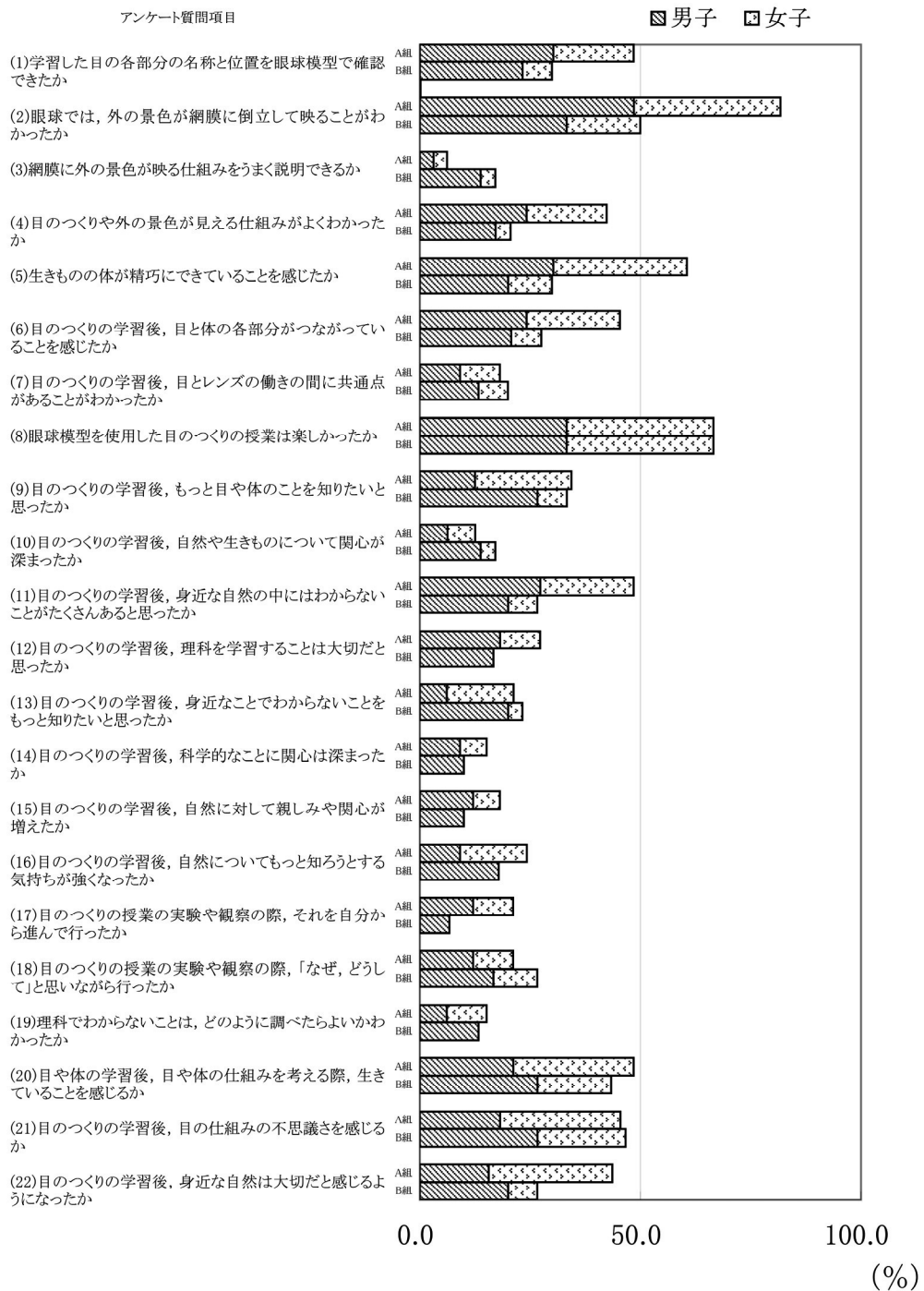


図3. 各調査項目における最も多かった選択肢の学級全員に対する割合

(1) 目の仕組みと像が映る仕組みの理解

今回の授業で最も基本的な学習内容である眼球の構造について「学習した目の各部分の名称と位置を眼球模型で確認できたか」の問に対しては、A組では「とてもよくできた」とする児童は48%で、「できた」、「よくできた」をあわせると96%にもなった。従来型のものを使用したB組の場合の理解は「とてもよくできた」とする児童は30%であった。試作した眼球模型を使用した授業が、その内容を理解する上で大変効果があったことがわかる。

遠西昭壽(2011)は、「理科では実感して学ぶことの意義とその重要性について小学校の理科教育では、観察や実験を通して実体験を行い、その中で子ども自身が実感することが重要である」としているが、「眼球では外の景色が網膜に倒立して映ることがわかったか」の問に対しては、今回の眼球模型を使用した授業では、網膜に像が倒立状態で映る様子を見てA組の子供たちは歓声を上げ、網膜上に逆に映し出された外の景色を不思議そうに見とれていた。この仕組みが理解できた児童はA組では「とてもよく理解できた」が82%で、「よく理解できた」を加えるとクラスの全員が理解できたことになる。一方、B組の「とてもよく理解できた」の回答は58%であった。新型模型を使用しての授業が大変、効果があることがわかった。

「生きものの体が精巧にできていると感じたか」、「目のつくりの学習後、目と体の各部分がつながっていると感じたか」の問に対しては、A組では「とても精巧」だと感じた児童が61%、また、目と体の各部分とのつながりについても「とてもよくわかった」とする児童が45%であった。B組ではそれぞれについて、A組の約半数であり、A組の児童はB組の児童よりも人の体の精巧さ、目と体のいろいろな部分とのつながりについてより深く理解できたといえる。児童は、目の仕組みの理解を通して目と脳のつながり、目と体のつながりがあることを強く感じたと思われる。この点から「人の体の精巧さ」についても十分に理解できたように思われる。この点についても授業中に人の体のつくりの精巧さについて目のつくりを中心に網膜には水晶体のレンズ作用により倒立像が映し出されるが脳では正立像として判断していることの説明を行った。

「目のつくりの学習後、目とレンズの働きに共通点があることがわかったか」の問に対しては、眼球には凸レンズがあり、倒立像が網膜に映し出される様子はよく理解できたが「とてもよくわかった」を回答する子供は両組ともに少なかった。このことは、児童はこれまでに凸レンズの働きについて簡単に学習しているものの6学年では凸レンズの性質について十分な知識がないことによるものと思われる。「よくわかった」「とてもよくわかった」の合計はA組では60%、B組では57%であり、それほど大差がなかったが、その働きの共通性の理解についてはA組の児童は「よくわかった」という回答が42%もあった。「わかった」「よくわかった」「とてもよくわかった」の合計では93%にも達し、B組よりも明らかに多くの子どもは理解を深めたことがわかった。また、「目のつくりや外の景色が見える仕組みがよくわかったか」に対する回答もA組では眼球模型で実際に確認を行っているので「わかった」「よくわかった」「とてもよくわかった」と回答した子どもが全員でB組を大きく上回った。

(2) 科学への関心と興味

「眼球模型を使用した目のつくりの授業は楽しかったか」の質問に対して「とても楽しかつ

た」と回答をした児童がA組で 67%，B組で 57%であった。A組のほうが高率であるがB組もかなりの高率であった。両組ともに目のつくりについて楽しく授業に参加できたことが伺える。「目のつくりの学習後、もっと目や体のことを知りたいと思ったか」の質問に対して「思った」「よく思った」「とてもよく思った」と回答した児童の合計はA組が 88%，B組の同回答は 90%に達した。両組ともに目や体の仕組みについて学習したいと考える児童が多くいることがわかった。特にA組では勉強意欲の高い子供たちの中に多くみられた。「目のつくりの学習後、身近な自然の中にはわからないことがたくさんあると思ったか」との質問に対する回答はA組では「とても思った」が 48%であった。「思った」「よく思った」「とてもよく思った」の合計は 93%にも達した。B組では「とても思った」は 27%であった。子どもたちは網膜上に映った像が倒立していたことに驚き、身近にもわからないことがたくさんあることに改めて気がついたようである。「目のつくりの学習後、理科を学習することは大切だと思ったか」の問に対する回答はA組では、「思った」「よく思った」「とても強く思った」の合計は 93%にも達した。B組では同合計は 80%であった。A組の本回答も網膜上の倒立像の印象が強く、しっかり理科の勉強をしなければならないと、その必要性を感じたようである。新しい型の眼球模型を使用した授業で、その内容以外の理科全体の内容に興味や関心が深まったことが推察され、ひとつの教材や教具が他の領域の内容に対しての興味や関心へも影響を及ぼすことがわかった。「目のつくりの学習後、自然や生きものについて関心が深まったか」の問に対しては、A組は「少し深まった」「とても深まった」の合計は 69%であり、B組の同合計は 48%であった。明らかにA組のほうが高率であった。B組が高率でなかった理由としては、目のつくりの学習と自然や生きものについての関連性について十分に考えが及ばなかったことが考えられる。「目のつくりの学習後、身近なことでわからないことをもっと知りたいと思ったか」の質問に対しては、「少し思った」「とてもよく思った」の合計はA組では、69%，B組は 43%でA組のほうが高率であった。子供たちは網膜上に正立像が映るものと思っていたが、予想に反して倒立像が映ったことは大変な驚きであった。この不思議な体験から、身近にはわからないことがたくさんあることに気づき、これらのことをもっと知りたいとするその気持ちが高い回答率につながったものと考えられる。「目のつくりの学習後、科学的なことに関心が深まったか」の問に対しては「少し深くなった」「とても深くなった」の合計は、A組は 54%，B組は 50%で特に顕著な差異は認められなかった。1回の授業で科学的なものごとに対する関心がそんなに深められるはずがないし、また、「科学的なこと」という内容の理解が十分でなかったことが回答結果につながったことが予想される。「目のつくりの学習後、自然に対して親しみや関心が増えたか」の質問に対しては「少し増えた」「とても増えた」の合計はA組が 63%，B組は 40%で、A組のほうが高率であった。「目のつくりの学習後、自然についてもっと知ろうとする気持ちが強くなったか」の問に対しては「少し強くなった」「とても強くなった」の合計はA組は 66%，B組は 43%であり、A組のほうが高率であった。眼球模型の網膜上に外の景色が写ることを体験したことが高率の回答結果につながったものと考えられる。

加藤俊也（2012）は、理科好きな子供の育成のための方法として、「理科クラブなどで研究テーマを設定したり、研究推進をさせたりすることによって理科の研究に積極的に取り組ませ

ることを提案したり、日本学生科学賞や自然観察コンクールなどへの積極的な参加」について述べている。また、最近の小、中、高等学校と大学の連携講座や「わくわく実験教室」の実施なども増加しているがこれらにも積極的に参加を勧めている。これらの活動への参加者の中から理科好きの子供が増加し、このことが授業における理科の学習活動にも好影響を与えらる。いろいろな科学行事への参加経験のある児童は眼球模型を細部にわたって観察している姿がみられたが、今後の学習活動においてもいろいろな行事への参加者が授業における学習活動に積極的に参加すれば、その教育上の効果がよりいっそう大きくなることが期待される。

(3) 自然科学的な考え方、調べ方の育成、発表のしかた

「目のつくりの授業での実験や観察の際、それを自分から進んで行ったか」の問に対して、A組は「進んで行った」と「とても進んで行った」の回答の合計は 51%、B組では 44%であった。両組ともに回答は高率ではなかったが、A組では新しい眼球模型が各班に配置されており、だれもが自由に触れることができたので、B組よりもわずかではあるが高い比率となったものと考えられる。「目のつくりの授業での実験や観察の際、なぜ、どうしてと思いながら実験や観察を行ったか」の問に対しては、A組は「よく思った」「とてもよく思った」の合計はA組は 73%、B組では 57%であった。A組では子供たちが実際に倒立した景色を見ており、その結果、回答が高率になったと考えられる。「理科でわからないことは、どのように調べたらよいかかわったか」の質問に対してはA組の「よくわかった」「とてもよくわかった」の合計は 51%、B組では 33%であった。両組ともに低率であったが、このことは授業の中で調べる方法について学習しなかったことによるものと考えられる。「網膜に外の景色が映る仕組みをうまく説明できるか」という質問を設定したが、この間には両組共に良い回答結果は得られなかった。これは、内容については十分理解できていても、その学習内容を発表し説明するとなると別問題で、今後は、このような発表する、表現するという能力を育てる訓練も必要であることがわかった。

理科で最も必要とされる科学的思考力を育成するために、子どもたちを学習活動にどのように参加させればよいかということについて村山功（2005）は、「授業では学習者自身に実験や観察を通して現象の探求や仮説の検証に取り組ませる必要があり、積極的に学習活動に参加させることが何よりも大切である。このようにすれば科学的に筋道だてて考えることができるようになる」と述べている。今回の目の仕組みの授業でも子供たちは積極的に学習活動に参加し、現象の探求を行うことができ、科学的思考力の育成に効果的であったと考えられる。

(4) いのちの大切さ、自然の大切さ

「目や体の学習後、目や体の仕組みを考える際、生きていることを感じるようになったか」との質問に対しては、A組の「少し感じるようになった」「とてもよく感じるようになった」の合計は 81%、B組では 63%であった。A組のほうが高率であるが、これは網膜上に外の景色が映っている様子を見た体験が生きているものと考えられる。「目のつくりの学習後、目の仕組みの不思議さを感じるようになったか」の質問に対してはA組の「少し感じるようになった」「とてもよく感じるようになった」の合計はA組は 84%、B組は 74%であった。大差はないが、A組のほうが高率である。網膜上に景色を見た体験が目の不思議さを感じることにつながったものと考えられる。「目のつくりの学習後、身近な自然は大切だと感じるようになったか」

の質問に対しては、A組の「少し感じるようになった」「とてもよく感じるようになった」の合計は72%、B組では67%であった。両組とも大差はないがA組のほうがわずかに高率である。授業内容と周囲の自然に対する感覚が繋がったことによるものと考えられる。

今回の目の仕組みについては眼球模型の提示を行ったが、最近の理科の授業、特に生物分野の授業ではできるだけ実際の内容に近づけようとする考えが強く、教具として実物を利用するケースが増加している。このことについて中学校における生命尊重の教育として和田智司（2006, 2008）は、「最近では、できるだけ実物を使用した実験が行われることが多い。授業でブタの内臓や眼球の解剖と観察とかアジ（魚）の解剖などを授業で行っているが、生命尊重の考えを育むためには動物の体の構造と機能の概念と生命に関する価値観の確かなとらえとその両者が融合した状態、つまり、概念と価値観が融合した態度を育むことの3点が重要である」と述べている。小学校の児童においては、生命の尊重に関してまだ十分な認識が醸成されていないことを考え合わせれば、今回の目の仕組みの授業では眼球模型を使用したほうが教育上の効果があがると考えられる。

6. 結論

本研究では眼球の仕組みと働きに関する効果的な指導方法とその指導上の効果を明らかにすることを目的として実施された。その教育上の効果についてアンケート調査により明らかにした。この結果は以下の通りである。

（1）新しい概念の眼球模型の開発は、次のように行った。だれもが簡単にしかも安価で入手できるプラスチック製のキャンディ容器と塗料、サンドペーパーなどを用いて製作した。本模型の特徴はこれまでの眼球模型とは異なり、瞳孔部分のレンズを通して網膜部分に像が映し出されるような機能を付加したことである。

（2）新しく開発した眼球模型を使用して授業を試行した。その後、授業を実施した学級の子供たちに授業に関するアンケート調査を実施した結果、授業内容を十分に理解できたことがわかった。今回製作した新型の眼球模型を使用した授業では従来型の眼球模型を使用した授業に比べて網膜上に結像するその仕組みがよくわかり、子供たちは十分に理解でき、高い教育効果が得られた。実際に授業中にも網膜上の結像の様子を見て、子供たちは「本当だ」とか「不思議！」と言いながら見とれていた。子供たちは網膜上に倒立像が映し出されることがわかり、これを脳で正立像に変換することに感心した様子で人の体や脳が実に精巧に働いていることも十分に理解できたようである。このことはアンケートの「生きものの体が精巧に作られている」とか、「目と体の部分がつながっていると感じるか」などに対する回答では「とても強く感じた」という回答がB組に比較してA組では大変高率であったことから理解できる。凸レンズの働きについては中学校1学年の「光と音」の中の学習内容である。今回の学習経験は中学校での学習活動への導入として使用することもできる。目の働きを理解することにより、凸レンズの働きやカメラの仕組みの理解とも関連することであり、その際の助力ともなる。両組の児童は、ともに科学に強い関心を示しているが、A組のほうがどの項目についてもB組よりも高い比率を示す傾向にある。A組ではどの項目も90%近い高率を示している。中でも、「目の

学習後、身近な科学的なことでわからないことをもっと知りたいか」の回答では「知りたい」「もっと知りたい」「もっと深く知りたい」と回答したものの合計は 93%にも達している。B 組はいずれの項目についても大差はないものの A 組に比べて回答率は低い傾向にあった。

(3) 新しく開発した眼球模型を使用して眼球の仕組みを学習することによって科学への関心や興味が深まるとともに筋道だったものの考え方や調べ方ができるようになり高い教育効果を得ることができた。今回の目の仕組みや働きの学習活動はただ単にその学習活動のみで終わるのではなく、これらの学習活動を基にして科学全体に興味を持つ子供が増加した。このことは理科の学習を深めることにより理科に対する疑問や関心もだんだんと深まって行くことを示していると考えられる。アンケートの回答結果からも裏付けられるように今回の授業のあと、「目や体のことをもっと知りたい」「もっと理科を勉強したい」と考える子供が増加した。また、自然に親しみや関心が増えたと考える児童、科学的分野に関心が深まったとする児童も増加したことがわかる。理科の学習活動では個々の学習内容を理解、記憶することが大切なことは言うまでもない。しかし、それ以上に大切なことは子供たちが、理科の学習活動を通じて自然科学の理念にのっとった科学的に筋道だった思考ができるようになることである。つまり「なぜ?」「どうして?」という疑問を持ち、それを解決する能力を培うことである。アンケートの回答結果によると、「どうしてそのようになるのかと思って実験や観察をしたか」の質問に対して A 組では 52%の児童は「そのように思っておこなった」と回答している。B 組においてはこのような傾向はみられなかった。この結果から見てもこの新型の眼球模型は、A 組の児童が科学的思考をする上でその助力となっていることが考えられる。命の大切さ、自然の大切さなどに関しては両組ともに授業の後で感じる児童は見られたが両組の顕著な差は見られなかった。男女差についてはどの項目についても顕著な差異は認められなかったが、一般的に見て男子は女子よりも目の仕組みなどにより深く理解できたと回答する傾向にあった。しかし、目の仕組みの不思議さ、身近な自然は大切かとの質問に対しては、とても不思議とか、とても大切と回答する女子のほうが多く、自然の不思議さ、大切さについては、女子のほうにより強く感じていることが伺われた。

今回実施した従来型の眼球模型と新型の眼球模型を使用した授業全体を比較してみると新型の眼球模型を使用して実施した授業のほうが目の仕組みの理解と共に、網膜上にどのように結像するかなどについて十分に理解が深まった。今回試作した眼球模型は安価で手軽に製作ができる大変有意義な教具であることがわかった。

引用文献

- 小野瀬倫也 2011. 学びの系統性を重視した理科の小・中連携カリキュラム, p.538, 理科の教育 No.709, 東洋館出版社
- 加藤繁樹 2006. 「よい授業」のための教材・教具の開発, p.440-441, 理科の教育 No. 648, 東洋館出版社
- 加藤俊也 2012. 科学が好きな生徒をもっと科学好きに, p.365-368, 理科の教育 No. 719, 東洋館出版社
- 鈴木光太郎 2009. 不思議な箱, p.54-55, 視覚トリックの世界, 扶桑社
- 寺崎正人 2010. 科学的思考力の効果的な指導のあり方, p.231-234, 理科の教育 No. 693. 東洋館出版社

- 遠西昭壽 2011.「実感を伴った理解」とはどういうことか, p.81-84, 理科の教育 No. 703, 東洋館出版社
- 村山功 2005. 科学的思考力を育成する授業づくり, p.444-447, 理科の教育 No. 636, 東洋館出版社
- 和田智司 2006. 21 世紀に求められる生命尊重の教育, p.310-313, 理科の教育 No. 646, 東洋館出版社
- 2008.「生物」を学ぶから「生命」を学ぶへの「進んだかわり」をめざして, p. 758-760, 理科の教育 No. 676, 東洋館出版社
- 新型眼球模型の製作と授業用指導案を作成するために使用した参考文献
- 板倉聖宣 1984. 光と虫めがね, p.70-94, 仮説実験授業研究 5, 6, 仮説社
- ・小野田三男 1984. 光と虫めがね, p.178-226, 3, 4, 仮説社
- 香川県小学校理科教育研究会 1990. わたしの体, p.19-63, 「ひとのからだ」完全授業化のプログラム, 理科教育 12 月号臨時増刊 No. 283, 明治図書
- 嶋田治 1987. 目の物理学, p.100-103, 身近な理科・物理編 50 題, 東洋館出版社
1987. 凸レンズ, p.130-133, 身近な理科・総論 50 題, 東洋館出版社
- 玉田泰太郎 1987.「光」の授業, p.193-208, 理科 5 年の授業, 小学校教育実践選書, あゆみ出版
1989. ヒトのからだ, p.64-83, 理科 6 年の授業, あゆみ出版
- 渡辺美紀子 1989. 目のしくみ p.196-197, 楽しくわかる「実験・観察」, 新生出版

付記

本論文は 2 名の執筆者が共同で研究した成果であり担当部分の抽出はできない。

新しい眼球模型を利用した理科の授業の試行

Experimental class work utilizing a new eyeball model

Takami HATANO&Hiroshi KUSUKI

One of the fundamental objectives of the elementary school science curriculum is to understand various scientific phenomena and their mechanisms in the natural world. However, the classroom setting does not easily lend itself to observation of these phenomena due to the constraints of location and schedule. It is important to use a variety of educational materials to effectively teach these concepts in the classroom. Until now, particularly in biology classes, the educational materials have usually only described external appearance and structure, and seldom explained the structure's functions. For this reason, the authors developed educational materials which utilize new methods for teaching the structure of the human eye. These materials explain not only the structure of the eye, but also how an image is projected onto the retina. This paper details a method of constructing a model of an eyeball using a polystyrene candy container from a local discount store that can be easily and cheaply made by all. The authors used this model to teach students in a test classroom and evaluated its effectiveness with a student questionnaire. It was found that almost all of the students demonstrated adequate understanding of the structures of the eye and how an image is projected upon the retina. This experiment showed improved educational results by using an eyeball model to teach students the structure and function of the eye. Furthermore, this class work increased the students' feelings of caring about nature and that nature is important. Students also began to think of natural science in a more logical way.