

くらしにおける先端科学の役割についての理解を 促進するための実践的研究

橋本 健夫*・楠本 正信**・林 朋美***

(平成16年10月31日受理)

A practical Study on the Clear Understanding of Roles of the Frontier Science
in our's Daily Life

Tateo HASHIMOTO*・Masanobu KUSUMOTO**・Tomomi HAYASHI***

(Received October 31, 2004)

Summary

The high technologies of the frontier science brought about great change in our life. The progress of science made our life more comfortable, but it brought the serious problems to us. This situation requires the understandings of high technologies from children who are going to live in the future.

Therefore, the class for understandings of clone was organized and practiced in elementary school and high school. And, the class were evaluated by these pupils.

This attempt resulted in success, because the pupils had good times in the class according to the evaluation. And the evaluation of the class by my colleague brought several tasks for improvement.

はじめに

自然科学が生み出した先端技術は、人々の暮らしを大きく変えようとしている。その結果、従来の生活では見聞きしなかった様々な言葉が人々の身近なところで飛び交うようになった。特に生物分野に関しては、分子生物学や遺伝子工学の発達により生命の誕生の仕組みが解明される段階にきており、その成果を利用した技術は、自然界の仕組みを越えた新しい生命を世に送るようになった。このような状況は、子どもたちの世界をも巻き込み、彼らの生活に大きな影響を与え始めている。

一方、子どもたちの生活を支える学校教育は、社会の変化や進展に即した形で展開されてきた。それは、社会が要求する人々を作り上げなければならないという責務を負っているからである。このために日本に於いては、中央教育審議会などを中心として時代を先取りした形で定期的に学校教育の内容が見直しを検討され、分かりやすい文言を付して答申

* 長崎大学教育学部

** 長崎大学教育学部附属小学校

*** 長崎大学教育学部

が出される仕組みになっている。約10年毎に行われる学習指導要領の改訂は、その答申を具体的に示す結果となっている。

しかし、自然科学の発達はその社会の予想を遙かに超えたものとなっている。また、その成果が、人々の生活に素早く還元されるという図式も定着し始めている。従って、時代を先取りしているはずの学校教育の内容が、人々の暮らしの後からついていくという状況が生まれ初めている。特に、食品として提供されるものが、遺伝子工学の産物であることも少なくない状況になっているが、それらに関する知識を学校教育で習得することは現在の段階では難しい。さらに、ゲノム分析を利用した医療活動も始まっているが、これらの内容が学校教育に組み入れられる可能性は低い。それは、現在の学校教育の中で理科等に配当されている時間数は徐々に少なくなっており、内容も大きく削減しなければならない状況になっているからである。

そこで、暮らしに合った理科教育のあり方を探る意図で、現在の小学校の理科には含まれない内容を取り上げ、実践する中でその組み込みの是非について検討したいと考えた。具体的には、遺伝子工学を取り上げ、ゲノム時代といわれる将来の社会を生きる児童の学習に適切かどうかを調べることにした。

社会や自然科学の発展と理科学習

近代科学の誕生後の社会に大きな影響を与えた産業革命は、科学と技術の結びつきの大切さを人々に実感させることに成功した。その結果、人々は科学技術を身に付け社会に大きく羽ばたこうと近代科学の発展を後押しする結果となった。この時代は、封建社会から市民社会への転換期でもあり、社会の発展には自然科学がなくてはならないという認識が定着する始まりでもあった。

近代科学の誕生や市民国家の誕生は、教育という面でも大きな変革をもたらした。市民の子弟を一カ所に集め、優秀な教員のもとで教育するという学校教育の考え方が急速に広まっていったのである。さらに、初等段階での教育の重要性が認識され、18世紀のフランスやイギリスの初等教育法の制定に至った。加えて、初等教育の内容が生活基盤を作るという考え方から読み書きを中心とする内容になりがちであったが、産業の発達とともに自然科学的な内容が付加されるようになった。つまり、社会の変化とともに学校の教育が変わることが必要であるとの認識もできていったのである。

日本の学校は、ヨーロッパで作られた学校制度を移入することから始まった。自然科学の教育に関してもその内容はヨーロッパで使われているものを翻訳してスタートした。そして、明治19年に理科という教科を創設することによって、徐々に日本的な自然科学教育を展開させてきた。その一方で、自然科学教育が国の礎となるという考え方が生まれてきた。それは、産業を急速に発展させなければならないという

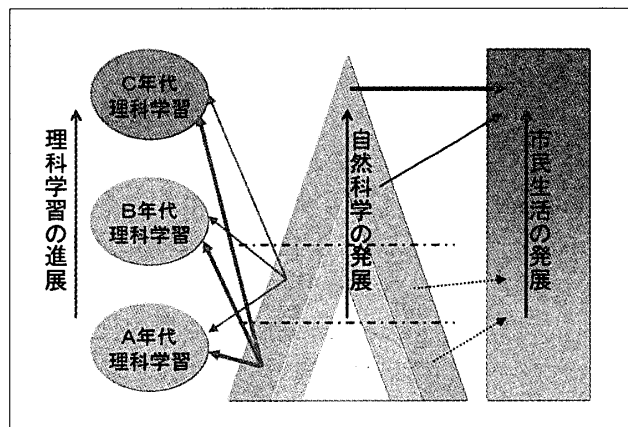


図1 自然科学の発展と理科学習及び市民生活

命題とも結びついて発展した。明治以降の歴史は、科学の発達が市民生活を豊かに、さらには多様にしてきたことを示している。特に、第二次世界大戦の敗戦という心身共に疲弊した日本社会の蘇生を下支えしてきたものは、自然科学の発達で生み出された数々の技術である。また、この中で見落としてはならないことは、自然科学や技術をスムーズに受け入れ、より応用性のある技術に進化させてきた市民一人一人の教養の高さと活動力に富んだ精神である。つまり、新しい自然科学の成果を十二分に理解して受け入れ、それらの危険性をも承知した上で、どのように活用していくかという確固たる信念の共有が不可欠なのである。特に、新しい技術の誕生が、個人の豊かさに結びつく現代においてはなおさらである。

振り返って、学校教育に焦点を当てると、それは社会の変化に即応することを苦手としている。これは、学習の必要性や着実性の検討に十分な時間をかけるシステムになっているからである。社会の変化が緩やかであるときは、この方式も多くの人々から支持されると考えられる。しかし、急速な社会変化がもたらされる時代にあっては、新しい学習内容に果敢にチャレンジする必要もあると考えている。そして、その結果を分析し、新しい内容を組み込む工夫を常に怠らないようにすべきである。

戦後、それぞれの時代の教育は、学習指導要領の改訂という作業を通して決められ、行われてきた。自然科学の発展が緩やかであった時代は、その作業も円滑であった。しかし、自然科学の量が多くなり、発達速度が加速された場合には、自然科学の成果を学習に取り込むことは非常に難しくなった。それは、自然科学の基礎的なものを学習するだけで学校での時間が一杯になったからである。その結果として、図1に示すように、市民生活での自然科学の成果の利用と学校教育の内容との乖離が進むことになったのである。

小学校理科と先端科学としての遺伝子工学

遺伝子工学の発達は、従来の医療技術では手の施しようがなかった難病や遺伝子疾患に対して治癒の朗報をもたらす可能性を生み出している。その一方で、それは人間に対して従来の自然界では遭遇しなかった危険をもたらす可能性も生じさせている。加えて、クローン技術などを例に挙げるまでもなく、従来の道徳観や倫理観を揺るがす事態も見られるようになった。

ただ、現在の学習内容決定のシステムからは、この内容をただちに小学校の理科の内容として取り上げる可能性は少ない。それは、生物学という基礎ができていない子どもたちに先端の生物学が学習できるはずがないとの考え方である。その考え方は正しい一面を持っている。しかし常にそのような考えていると、生活の中に入り込んでいる先端科学の成果を何の疑問も持たずに利用する市民を育成する恐れが生じてくることになる。それでは、学校教育の目的が達成されたというわけにはいかない。時代が変われば、その社会が求める人物像も変化する。

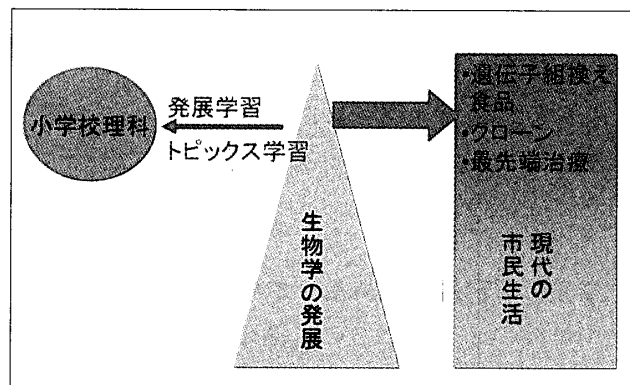


図2 小学校理科への先端科学の取り込み

それに的確に対応する教育早急に確立されていかなければならないはずである。

情報化が進む社会にあって、より身近になって行くであろう遺伝子工学への関心をどのように育てるべきなのであろうか。一つの答えは、より若い時代からの学習内容として組み込むことである。遺伝子工学に関する簡単な知識は、現在のところ高等学校の学習内容として用意されているが、将来的には中学校或いは小学校の学習内容となっていくべきものである。それを見据えて小学校での遺伝子工学に関する学習を試みることにした。

小学校における生物領域の先端科学の内容を学ぶ小単元の編成

まず、子どもたちの生活に入り込んだ先端科学への関心を芽生えさせ、関心を高める学習をどのように構成すべきかについて検討を加えた。その結果、人の体について学習を済ませた小学校6年生を対象に行うことが妥当であろうという結論に達した。それは、5年生で人や動物の誕生について学んでいること、そしてそれまでに、運動と体温、脈拍など体が様々な環境に適応してどのように反応するかについて学び、人の体の不思議さや素晴らしさに関心が向いているであろうということ、さらには、少年期から青年期への自己の体の変化を感じ始めるころであることから学習への動機付けの環境が整っていると判断したからである。

加えて、学習の導入としては子どもたちが日頃意識しないもの、具体的には「生きていること」には欠かせない事象を取り上げ、彼らの目や思考を引きつけたいと考えた。つまり、「生きている」とはどのようなことなのか、「生き物」とはどのような特徴を持っているのかを導入部に用い、その後の展開の円滑化を図った。小単元の時間数としては、小学校の各教科等への配当時間が厳格に決められていることも考慮して2時間とした。2時間の学習の展開は図3のようになっている。

一方、本授業の目的を達するためには子どもたちが細胞や核についての理解を持つ必要がある。しかし、これらはいずれも中学校や高等学校での理科の内容となっている。そこで、それらを家庭学習での課題とし、保護者を巻き込んだ学習にした。そうすることによって、本授業の目標とすることが家庭での話題となり、家族の問題として先端科学への関心が高まると考えたからである。授業後の調査によれば、このもくろみはある程度成功したと考えることができる。従って、一般の学校教育の展開にあたって、家庭学習の効果的な組み合わせを検討すべきとも考えている。

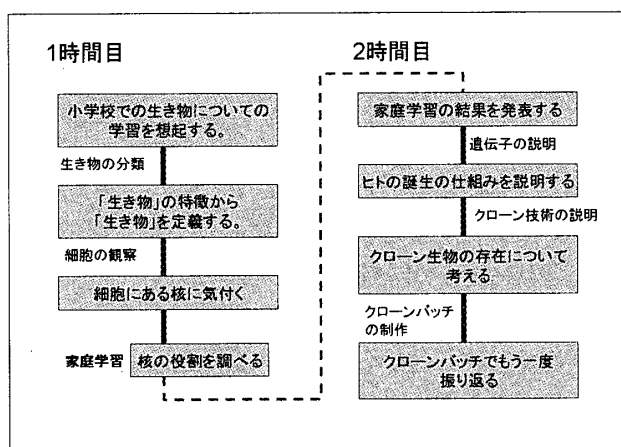


図3 小単元の学習展開の概要

小単元の学習展開にあたっての工夫

小学校の子どもたちの特性の一つは、「これはおもしろそうだ」と感じた瞬間にそれに没頭することである。その状態を引き起こすものとしては様々なものが考えられる。あえて代表的なものを挙げるとすれば、教員の言葉であり、提示された事象であり、用いられ

たワークシートなどである。そこで、ワークシートや授業に用いる図が彼らの関心を引くように工夫を行った。いくつかを例示したい。

○ワークシート

子どもたちの目を引きつけるために教科書等で試みられているキャラクターを登場させ、吹き出しをつけて問いかけをした。これは、子どもたちに好評で、授業中に「かわいい」などの声が聞こえてきた。ただ、選択肢を使っでの回答がなじまないと考えたために、記述が多くなり6年生といえども負担をかけたのではないかと考えている。図4と図5は実践に用いたワークシートである。

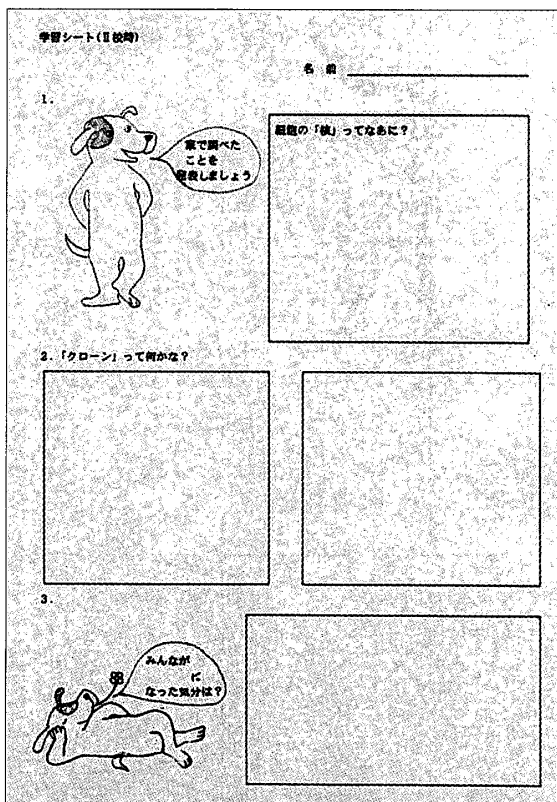


図4 ワークシート1

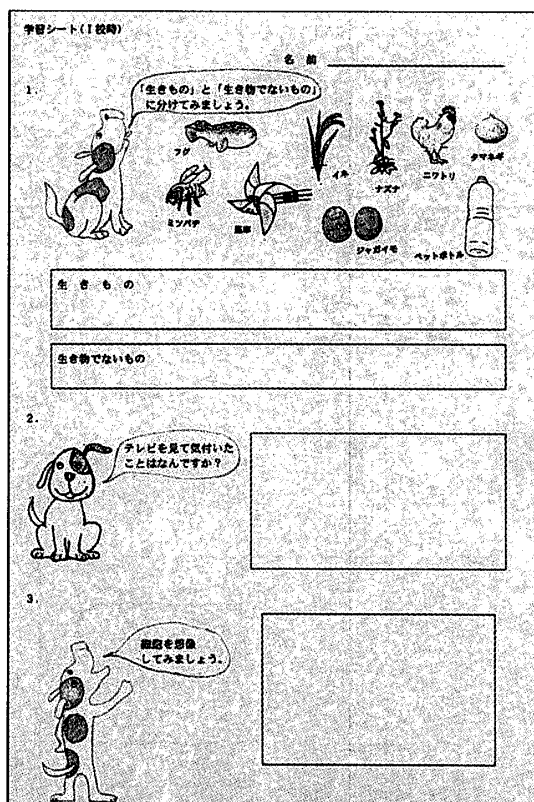


図5 ワークシート2

○教材としての図

授業の内容が既習事項では理解しにくい場合には、仕組みを説明する図を提示しては理解を求めた。それらを、図6～9として掲げているが、難易度は高いかもしれない。分かりやすいように工夫はしたつもりであるが、それにも限界がある。この点が今後の課題として残っている。ただ、子どもたちに自分に身近なものとして考えてもらうために、学級担任の名前を付けた図となっている。これは、担任が子どもたちとの会話の中で家族のことをよく紹介しているということであったので、それを活用したのである。

○クローン社会を実感させるために用いたお面

本単元の終末部にクローン社会を実感し、クローンに対しての自分なりの考え方を持つという時間を設けた。これは、本学習の目的を達成するために不可欠な時間である。この

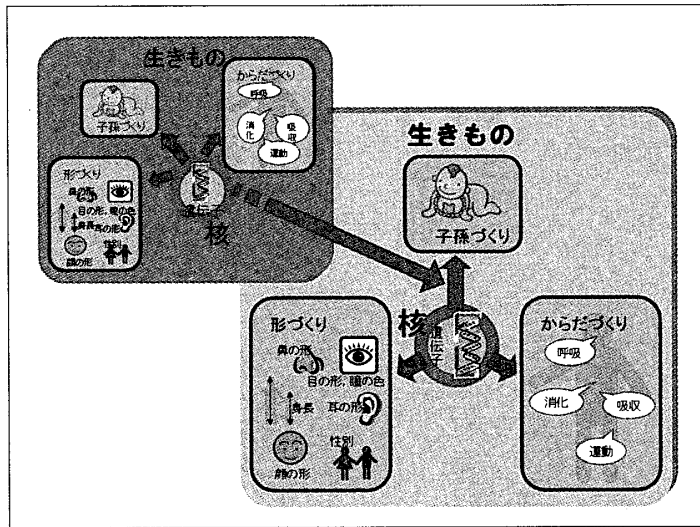


図6 生き物と遺伝子の説明に使用した図

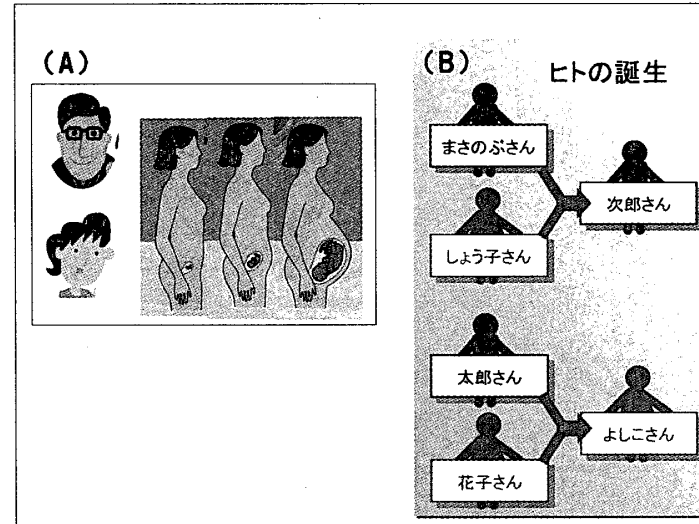


図8 ヒトの誕生の説明に使用した図

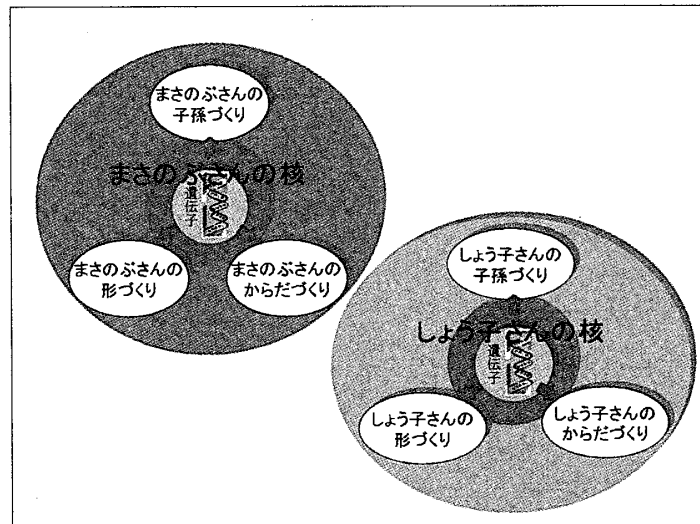


図7 ヒトの遺伝子の役割の説明に使用した図

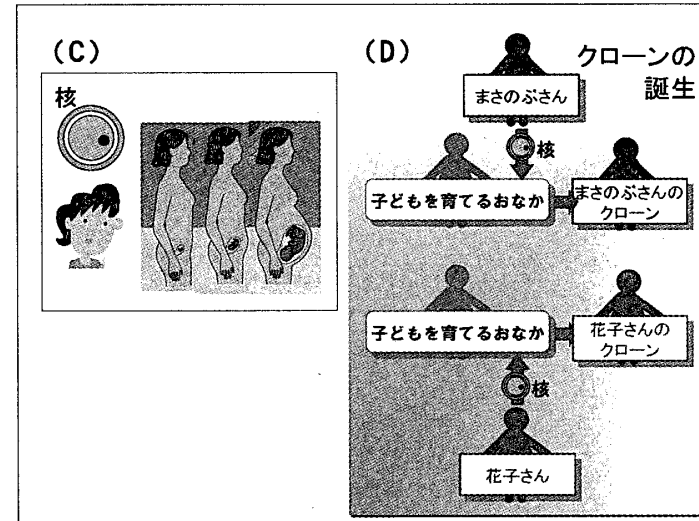


図9 クローンの誕生の説明に使用した図

時間の効果的な持ち方について検討を重ねた。その結果、子どもたち全員が同じ顔になることによって、クローン社会を実感でき、その状況に対する彼らの鋭い感性を引き出せるのではないかと考えた。次に、誰の顔にするかということであるが、子どもたちに最も身近で親しみを抱いている学級担任が適切であるとの結論に達した。そこで、学級担任の写真をデジカメで撮り、それを実物大にプリントし、図10のようにゴムひもをつけることによって担任のお面を作った。



このお面は、学習終末部に子どもたちに目をつぶってもらい、彼ら一人一人に教員の方で装着した。彼らが目をあけた時、笑い声が起これるとともに、「イヤダー」「気持ち悪いー」という声も大きく起こった。

図10 クローン社会を実感するためのお面

子どもたちの学習への取り組み

授業の最初こそ緊張した面持ちであったが、次第に慣れ活発な意見の発表がみられるようになった。また、大学の教員が教壇に立ったためか、学習への意欲は最後まで途切れることはなかった。さらに、家庭学習にも積極的に取り組み、インターネットでの調査結果も見られた。ワークシートの記述も予想以上であり、難しく投げ出すのではないかとの授業前の懸念はその時点で消えた。さらに、にわか教員の問いかけに全員が積極的に答えようとしてくれたことは非常に心強かった。

また、2時間という短期決戦であるにも関わらず、教材が幅広くなりその理解にとまどうのではないかという心配も、授業進行中は感じなかった。これらのことは、授業の導入部で「生きている」ことを考えさせたことが有効に働いていたのかも知れない。

子どもたちが最も活発になったのは、担任教員の顔のお面を全員がつけた場面であった。ここは、前にも述べたように、クローン人間が出現したらという仮想世界を具体化した一場面であり、クローン技術について考えるきっかけを作ることを意図したものであった。彼らは自分の周りの顔が全て担任の顔になることによって、クローン社会の怖さを実感したようである。これによって、授業の目標の達成への光が見えたと考えている。

小学生の授業に対する反応

小単元の授業の構成や工夫点については前述した通りであるが、子どもたちはどのように学習に取り組みどのような変容をしたのであろうか。ワークシートの記述や授業後のアンケート調査などをもとに述べてみたい。

「生き物」について、子どもたちが本授業の前から知っていたこととして挙げていること、また、授業で知ったことを挙げてもらった結果が、図11である。このように、彼らは「生き物」を大きくは「呼吸するもの」或いは「動くもの」として捉えている。授業後には、それが「細胞があるもの」や「核あるもの」に変わる。これは、本授業が細胞レベルでの実践であったことを考えれば至極当然の結果である。ここで問題なのは、小学校低学年の頃から動物の飼育や植物の栽培などを通して動物や植物が次世代を作ることを学んでいるにも関わらず、「生き物」と同時にそれらが浮かんでこないことである。生物にとって子孫を残すことは最重要課題であり、そのための仕組みや活動があること、またそれが

生物界の多様性を支えていることの認識が必要であるとして、理科の学習内容に繰り返し取り上げられてきた。この意図が殆ど理解されないままになっている現実が浮かび上がった。この状況は、大学生にも見られるのであるが、小学生の段階も同じであることは驚きであった。「誕生」の不思議さこそが、生物への理解につながると考えているのは著者だけではないと思う。また、本授業で中心的に取り上げた核の役割については、図12に示すように生き物を作り出すのに欠かすことができないものであるとの認識は持たすことができたのではないかと考えている。

そして、クローン社会をどのように認識したかについての問い、「クローン人間を作った方が良いと思いますか」に対して、97%の子どもたちは「作ってはいけない」と答えている。彼らは何故そのように答えたかについては、図13に示す通りである。多くの子どもたちは「個人の良さが失われる」、「気持ち悪い」、さらに「同じはいや」ということを理由にしている。「こわい」ということを挙げた子どももいる。このように見てみると、差があることの大切さを直感的に学んだと考えることができる。生物を理解するにあたっては、多様であることの楽しさの理解も重要である。この一歩が本授業において認識させることができたのではないだろうか。

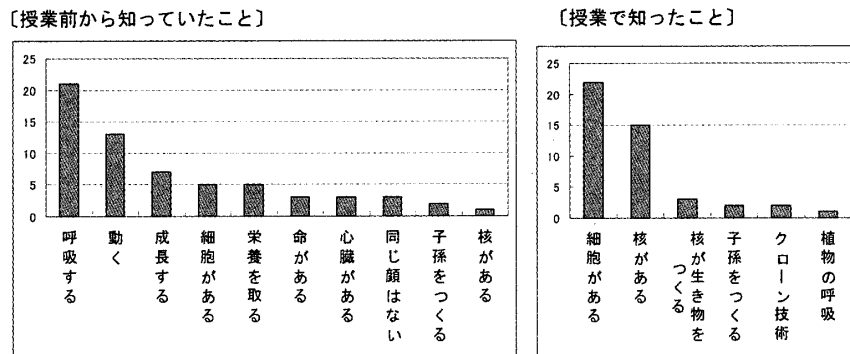


図11 子どもたちが理解している生き物の特徴

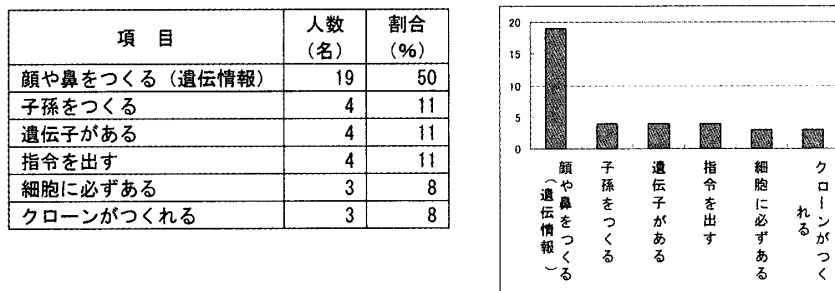


図12 生き物における核の役割

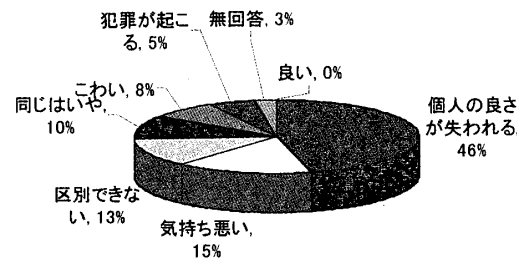


図13 クローンをつくってはいけないと考えた理由

大学教員の授業への子どもたちの評価

本実践は、大学の教員が科学の進歩が急速に進む中で理科教育をどのように改善すべきかについて試みたものである。従って、いずれこの実践を小学校の教員によってなされることを想定している。そこで、大学の教員の授業をどのように受け止めたかについて調査することは将来の理科教育を考える際に役立つ。具体的には図14に示すように7種類の評価項目を作り、子どもたちに答えてもらった。ここに示されているように、各評価項目ともに概ね彼らは好意的に評価をしていた。1回限りの評価であるため、十分なことは言えないが、小学生にとって大学の教員の授業は非常に興味深いものであるようである。そして、普段以上に意欲的に学習に取り組んだようである。

小学生が先端科学の学習をすることは、教員による事前の準備や教材及び学習展開の工夫を必要とするものの、彼らには効果的であるとの感触を得た。もちろん、一般的に言われているように既習事項の積み重ねがなくては学習目標の達成が難しいことも否定するつもりはない。しかし、かれらの生活の中に入り込んでいる事柄について、教科学習の枠とは離れて教員も子どもたちも楽しむ形で展開することができれば予想以上の成果を得ることも可能であると考えている。

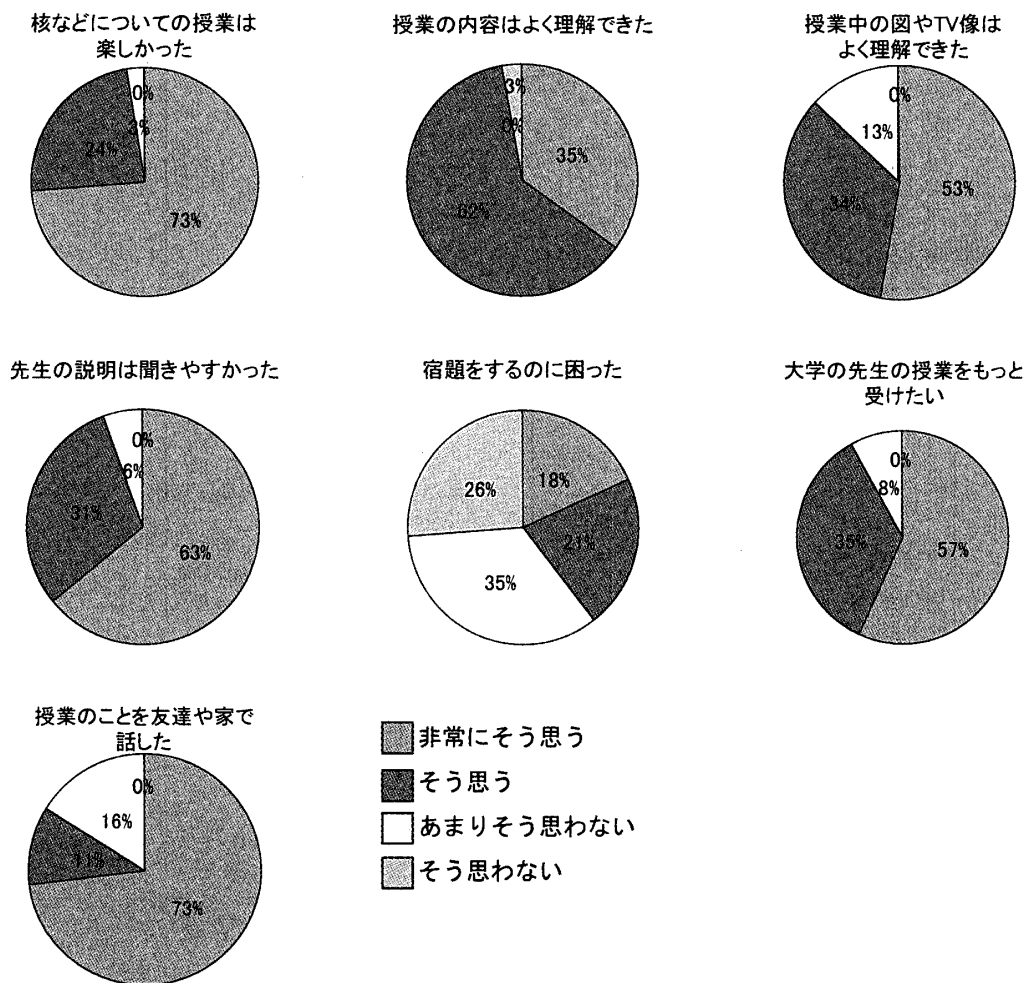


図14 子どもたちの本授業に対する評価

また、完全な理解に結びつけなくとも関心を高めるということに重点を置いた学習が展開されても良いのではなかろうか。さらに、小学校の教員以外の教員がそれを行うことは、子どもたちの動機付けを高めるためにも効果的であると考えている。もちろん、それらの実行にあたっては、小学校の教員との緊密な連携を欠かすことができない。

このような現場での実践の積み重ねれば、変化していく社会の中で教育をどのように変えるかについての方向性が確実に掴めるのではなかろうか。

高等学校における生物領域の先端科学の内容を学ぶ授業の編成

小学校における授業実践を踏まえて、高等学校での実践に取り組み、生徒の反応から今後の授業のあり方をさらに追及したいと考えた。実践の概要は次の通りである。

対象校・学年：長崎県立高等学校1年生32名

実施時期：平成15年12月， 授業時間：45分

授業の概要

- (a) 授業の目的 先端科学が人々の暮らしに与える影響を理解させ、一人一人が暮らしの中で先端科学に対する関心を深め、その利用について深く考える態度の育成を図る。その一方、生徒の反応から先端科学の理科教育への組み込み方策を追究する。
- (b) 生徒のレディネス 小・中学校の教育の中で生物の体の仕組みや生物間の相互の関連を学んできている。また、論理的思考の発達も進んでいるものと思われる。しかし、自然科学がどのように発展しているか、又、その人々の暮らしに与える影響については学習を行ってきていない。ただ社会科の倫理の中で生命倫理を考える教材としてクローン等が学習される予定にはなっている。

(c) 授業展開

時間	生徒の活動	教員の活動
0	小学校や中学校で学んだことをもとに生きていることや生き物の定義を行う。	「生きている」ことの説明を求める。
10	<ul style="list-style-type: none"> ・ 呼吸するもの ・ うごくもの ・ 成長するもの など 	生き物が備えている特長を補足説明する。特に細胞に焦点をあてる。
15	核の働きを説明する <ul style="list-style-type: none"> ・ 命令をだすところ ・ 染色体がある ・ 遺伝子が存在する など 	核の働きについて説明を求める。
25	ハサミのりが必要であることを指摘する。	ハサミとのりが細胞内で見つかっており、それを使って染色体の組換えができるようになったことを説明する。さらにプロジェクタを使用して遺伝子の組換え植物やクローン技術を紹介する。
35		クローン社会を想定させるために目をつぶらせ、担任の顔の面を全員に付けさせる。
45	同じ顔になったクラスを見て、その感想を述べる。	

高等学校生の授業に対する反応

実践後の生徒を対象として、アンケート調査を行った。結果は次の通りである。

a) 科学の発達私たちの暮らしに大きく関わるようになってきました。この状況をあなたはどのように考えますか。(複数回答可/32人中)

- ① 小さい頃から科学を身近なものとしてとらえ、十分に理解したい。
- ② 科学の発展は長所ばかりではないことに注意したい。
- ③ 社会人となっても科学に関する事柄に注意を払いたい。
- ④ 科学の発達社会でコントロールすべきである。
- ⑤ 社会の影響を余り考えず、どんどん発達させるべきである。
- ⑥ 科学にあまり関心がないので意見は特にない。
- ⑦ その他

回答者数 (複数回答)

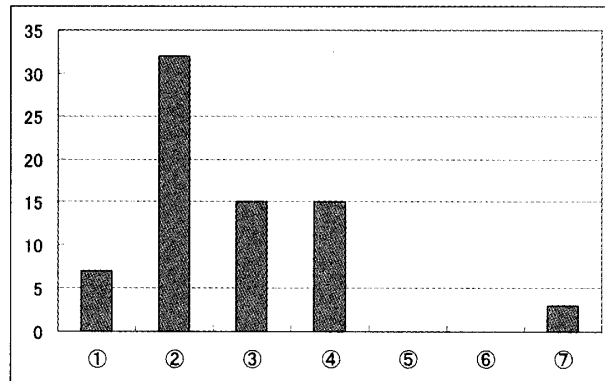


図15 暮らしを支える先端科学について

- ・ 科学だけにとらわれないでほしい
- ・ 科学が発達してもっと細胞のことなどについて詳しく分かって、悪いことには使わないようにする
- ・ 環境改善などプラスになる科学を発展させるべき

b) クローン人間を作れる技術が確立されようとしています。クローン人間に関するあなたの意見を教えてください。(複数回答可/32人中)

- ① クローン人間を作る技術は確立すべきである。
- ② 人間以外のクローン動物・植物を作る技術にとどめるべきである。
- ③ クローンに関する研究は中止すべきである。
- ④ クローン人間を作るべきである。
- ⑤ その他

回答者数 (複数回答)

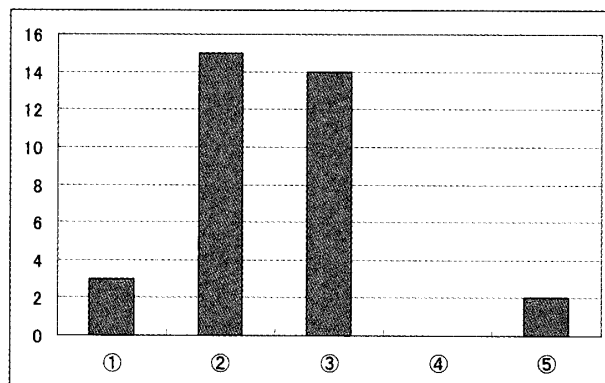


図16 クローンに対する意見及び感想

- ・ クローン人間を一度作ってみて、どうなるのか実験をしてほしい。その結果クローン人間は危険かどうか判断して欲しい。しかし、クローン人間も一人の人間ということをおぼえてはいけなないので難しい。
- ・ 特に「クローン人間」には強く反対。

c) 実践授業に対する感想

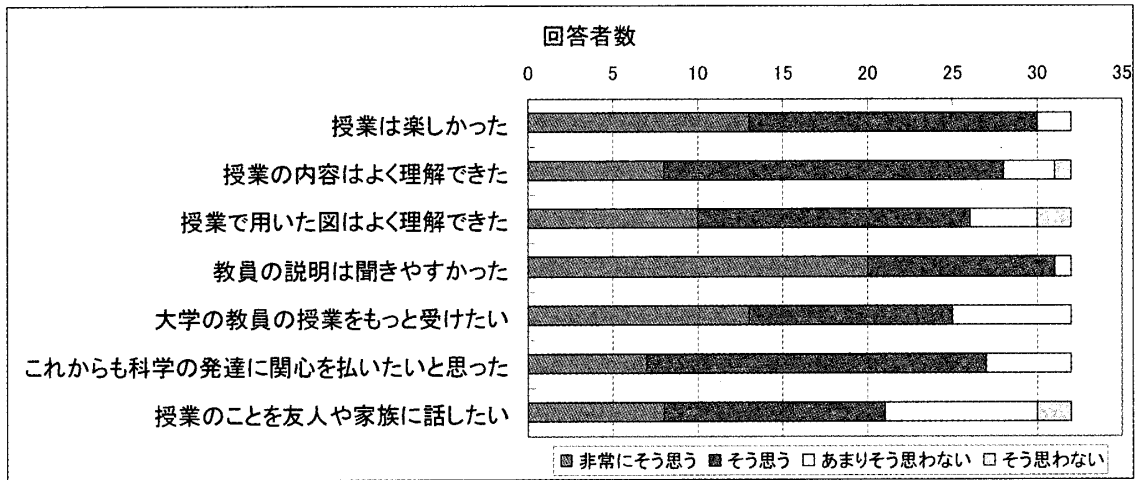


図17 授業の感想

ここに示されているように、実践した授業に対しては非常に好意的に受け止められている。また「これからも科学の発達に関心を示したい」や「授業のことを友人や家族に話したい」への肯定も70%を越えている。これからも授業の目的の達成が示されているのではないかと思う。アンケートには生徒の自由記述の部分もあり、それらの分析を行ったが、予想以上に多くの意見が寄せられた。特に最後の担任のお面をかぶった全員の様子が印象的であったらしく、その点に関する記述も多かった。なお、プロジェクトで用いた図も理解しやすかったとの評価も得ることができた。したがって授業展開に関しては余り問題がなかったと考えている。

しかし、このような時間をどのように生み出すか、又、教員の再教育をどのようにするかなど残された課題は多い。

おわりに

小学校の児童たち及び高等学校の生徒たちは積極的に学習に参加し、先端科学への理解を深めようと努力してくれた。その結果、当初予想した以上にクローンなどの理解も進んだと考えている。しかし、この手法を理科教育全般に広げるわけにはいかない。それは本授業実践にも先端科学をクローンで代表することができるのかという検討が十分に行われていないことなど、弱点も多い。ただ、急速に進む科学、そしてその暮らしへの影響を考えたとき、学習内容を時代に即してどのように決めていくのかについて幅広い実践研究が必要である。

謝 辞

授業を行うにあたって協力していただいた小学校及び高等学校の諸先生方にこの場を借りてお礼申し上げます。

要 約

先端科学が生み出した技術は、人々の暮らしを大きく変えようとしている。これは、人々の生活を便利にする一方で深刻な問題を新たに生み出している。この状況は、将来の社会に生きる子どもたちに、先端科学を誤りなく理解することを要求している。そこで、先端科学が生み出したクローン技術に焦点を当て、その理解が容易になることを目標にして、小学校及び高等学校での理科学習を編成し、実践した。そして、その内容の適否を彼らに評価してもらった。

その結果、学習材や学習方法に工夫を加えれば、高等学校はもちろんのこと小学校高学年の理科学習の中にクローン技術に関する内容を組み入れることが可能であることがわかった。また、子どもたちや教員の評価から改善に向けた今後の課題も明らかになった。

参考・引用文献

- 1) 文部省：小学校学習指導要領（平成10年12月）開設，1999年
- 2) 文部省：中学校学習指導要領（平成10年12月）開設，1999年
- 3) 文部省：高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編，1999年
- 4) 大月出博善：ヒトゲノムのことが面白いほど解る本，中経出版，pp.1-223，2000年
- 5) メイワン・ホー（小沢元彦訳）：遺伝子を操作する，三交社，pp.1-406，2000年
- 6) 井上兼生編：生命倫理，教育出版，pp.1-144，2000年
- 7) 橋本・若杉・谷口：健康をテーマとした総合的な学習の編成と実施に関する一考察，長崎大学教育学部紀要，Vol.42，pp.1-13，2004年