

動物園を活用した中学校理科学習のための調査研究

豊田 雅之*・大辻 永**・利安 義雄**

(2003年10月6日受理)

Research of ZOO for Junior Secondary Science Education

Masayuki TOYOTA* and Hisasi OTSUJI** and Yoshio TOSHIYASU**

(Received October 6, 2003)

はじめに

中学校理科学習において動物園を活用してきた例は少ない。しかし、平成14年から施行された新学習指導要領では、動物園の活用も奨励されている。これまで中学理科学習における「動物」に関する学習では観察や実験の機会が少なく、生きた実感には程遠い資料集やビデオを活用するものがほとんどであった。動物園は「生きた博物館」であり、教材の宝庫である。本物の動きを見ることができ、匂いをかぐことができ、触ることができる。生きた動物を実際に見たり観察したりすることから得られることは、教科書や資料集、ビデオから得られるものに比べてはるかに多い。

しかし現状では教師にとって動物園は、小学生の遠足・レジャーの場であるとするイメージが強く、動物園を中学校理科学習に活用しようとする意識は低い。それは動物園側も同様で、動物園を小学生の遠足・動物とのふれあいの場としてのみ認識してきた。最近では、中学校側が動物園を職場体験学習の場として活用してきているが、理科学習の場としての活用はまだほとんどなされていない。

そこで、本研究では中学校理科学習での動物園の活用の実態を明らかにし、動物園を中学校理科学習で有効に活用するための手立てとその有効性の背景について検証することを目的とした。

そのため、動物園側の教育に対する意識調査と、中学校理科教師の動物園を活用することに対する意識調査を行い、動物園活用における中学校理科学習における問題点を明らかにした。

研究の背景

これまでに動物園を活用した理科学習の実践としては、福田（1995）が高等学校の生物の学習で

*茨城県水戸市立赤塚中学校（〒311-4152 水戸市河和田町1-1708-4）

**茨城大学教育学部（〒310-8512 水戸市文京2-1-1）

動物園を活用した例¹⁾や金井塚（1993）が野猿公苑のサルを教材化して高等学校で実践した例²⁾、三上（1993）の実践³⁾などが報告されている。中学校理科学習と動物園の連携に関しては、大丸（2000）が広島安佐動物公園において1986年から教育目的に本格的に取り組み始めるなどの報告⁴⁾がされているものの、依然数は少ない。動物園は、中学校では理科学習の場としてよりも進路学習の一環としての職場体験学習を行う場として認知されているのが実情である。

中学校学習指導要領は、平成10年12月に改訂⁵⁾され、平成14年度から施行されている。

学習内容が3割削られたと言われる今回の改訂にあって、動物園等の活用が明記されているのが一つの特徴である。このような改善の背景には、生きた動物を観察することで、机上の学習で得るもの以上のことを一瞬にして得ることができ、さらに「生きる」ということをより具体的に理解することができるという点があると言えよう。

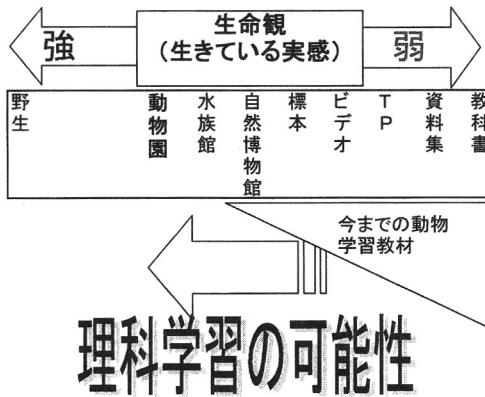


図1 理科学習の可能性

材の宝庫であり、理科学習の可能性を広げるものである。（図1）

三上（1999）⁶⁾は、学校の教師や子どもが動物園をもっと積極的に利用できる場面として次の4点を挙げている。

- ①生きた動物（哺乳類・爬虫類・鳥類など）の観察の場として
- ②骨格標本や剥製標本などの資料提供を受ける場として
- ③動物の生態などについてのレクチャーを受ける場として
- ④学校で飼育する動物の飼い方についての相談の場として

このように、動物園を積極的に活用するならば、理科学習に十分活用できる施設であることを指摘している。また、堀（1999）が、「学校での体系的な動物学習に、動物園を積極的に利用したいものです。（中略）何を子どもたちの認識にしたらいいのかの視点を持って動物を観察するならば、動物園は利用しがいのある施設と言えるでしょう⁷⁾」と述べるように、動物園の有効性については認識され始めている。しかし、動物園はその有効性が認識されてはいるものの、活用されていないのが現状である。

高等学校における生物の学習を動物園で実践してきた福田（1995）は、「博物館法では、動物園や

今まで動物に関しての学習では、教科書や資料集、ビデオを活用することが多かった。しかし、教科書や資料集、ビデオなどの教材は「生きている」という実感に乏しいものである。動物にはそれぞれ特有の匂いや感触など五感に訴えるものがある。今までの学習教材では、それは皆無に等しい。新学習指導要領では、動物の学習において動物園の活用も奨励されている。今回の改訂は、動物園を活用することによって、理科学習の新しい広がり期待しているものと考えられる。動物園は、バーチャルではない生きた教材

水族館も博物館の一つだから、それらは研究や教育の場でもあるはずだ。飼育下の動物は本来の姿ではないとの偏見をもち、それらを研究する価値がないと思いがちだが、動物の暮らしがそう簡単に変えられるはずがない。もちろん、文献などで本来の野生動物の行動などを確認する必要があるが、いつ出会えるかもわからない野生生物よりも、飼育下の動物のほうが教材としての価値は高い¹⁾として、動物園の動物を価値ある生物教材として認識してきた。

動物園の学習教材としての価値は、中学理科学習においても変わりはないはずだが、中学生にとって動物園は小学生の遠足のイメージが強く学習の場として認識されていない。それは教師の側にとっても同様で、動物園を中学生の理科学習に活用するという視点に今まではかけていたように思う。そのことについて、前川（2000）⁸⁾も、「幼稚園・小学校などの遠足で動物園を利用するところは多いようだが、そういった印象が強いからか、年齢が進むほど動物園からは遠ざかっていく人が増えていく。しかし、ある程度学習が進み、知識を積み上げ、将来を担う日の近い中学・高校生こそ本物の動物から得られるものは大きく、学習の場として有効に利用できるのではないだろうか。遊園地・公園というより『生きた博物館』という認識を、われわれ子どもに接する大人も、生徒たちも、そして動物園の側ももつようにしていきたい」と述べている。

茨城県内にはいくつかの博物館が存在するが、前任校の北茨城市立中郷中学校では、遠足で岩井市の県立自然博物館ミュージアムパークまで足を伸ばす。年度によっては、福島県の水族館アクアマリン福島やいわき石炭化石館に行くこともある。しかし、県内唯一の動物園である日立市立かみね動物園に行くことはない。かみね動物園が北関東一の大きさを誇る動物園だとしても、動物園は小学生の遠足かレジャーとしてしか教師側も認識していない。前川の言う「生きた博物館」としての動物園を活用するためには、活用する上での問題点を明らかにし、有効活用するための手立てを考える必要がある。

調査研究

1. 動物園側の教育に対する意識

動物園に対しての意識調査は、平成12年10月に行った。対象は、日本動物園水族館協会（JAZGA）に所属する動物園111園に、非所属の動物園から15園を加えて、計126の動物園とした。

このアンケートを実施するにあたって、平成12年8月に予備調査として、秋田市で開かれた動物園飼育担当者会議に参加した動物園関係者にアンケートを依頼し、回答を得ることができた。この回答を元に検討を加え、全国の動物園への本調査のアンケート項目を決定した。（表1）

表1 調査アンケート項目（動物園に対して）

1	教育担当の係が独立してありますか
2	中学校に対する専門の窓口はありますか
3	中学校に誰が対応しますか
4	中学校の教師と見学相談の機会を持ちますか
5	中学校対応専門の教育プログラムはありますか
6	動物園が中学生の学習の場として適当だと思いますか
7	中学校に対してどのような対応をしていますか
8	中学校への要望はありますか
9	中学生には動物園で何を学習してもらいたいと思いますか

2. 中学校理科教師の動物園活用に対する意識

中学校理科教員に対しての意識調査は、平成13年3月に茨城県内の中学校から無作為に100校を抽出し、理科主任宛てに表2のようなアンケートを送付して行った。

表2 調査アンケート項目（中学校理科教師に対して）

1	中学校第2分野「動物の生活と種類」について
	(1) 学習内容について
	① 学習内容は中学生にとってどうだと思いますか
	② 現在の教える内容は、十分だと思いますか
	③ この単元の学習は生徒にとって有意義だと思いますか
	(2) 指導方法について
	① この単元を教えることは好きですか
	② この単元を教えることは得意ですか
	③ 指導する上で難しいと感じるものは何ですか 自由に書いてください
	④ 単元の導入などで工夫していることは何ですか(教材、指導法など)
	⑤ 動物の生態を観察させるときは、どんな方法をとっていますか
	⑥ 実際の動物の観察は必要だと思いますか
2	動物園と理科教育について
	① 中学校の理科学習の場として、動物園は有効だと思いますか
	② ①の答えとした理由は何ですか
	③ 動物園で中学校の理科学習をするために必要な何だと思いますか 自由に書いてください
	④ 動物園を活用する場合、ワークシートなどは誰が作るべきだと思いますか
	⑤ 現在、全国の動物園のうち90%に中学校向けの教育プログラムが存在しません。このことについてどう思いますか
	⑥ 動物園への要望はありますか
	⑦ 動物園を使ってどんなことが出来ると思いますか、あなたのアイデアを自由に書いてください

結果および考察

1. 動物園側の調査結果

本調査でのアンケートの回収率は、67%であった。

図2での「教育担当の係が独立してありますか」という問いに関しては、独立して設置している園は、全体の14%に過ぎなく、反面、設置していない園は、全体の85%を占めた。

図3での、中学校に対応する専門の窓口についての問いに対しては、設置している園は全体の14%で、この数値は、質問1の解答と偶然同じである。一方、窓口のない園は85%であった。

図4での「中学校に誰が対応しますか」という問いに関しては、「飼育職員」と答えた園が一番多く、36園に上り全体の43%を占めた。次に「獣医」と答えた園が17園で全体の20%。以下、「職員全体」14園。「係長」14園。「園長」14園。「学芸員」13園。「子ども動物園担当者」2園。「その他」として10園、という結果になった。(複数回答)

図5での「中学校の教師と見学相談の機会を持ちますか」という問いに関しては、「もつ」と答えた園が全体の53%を占めた。一方で「もたない」と答えた園が35%を占めている。中学校で動物園を活用する場面が少ないにも関わらず、「もつ」と答えた園が半数以上あるという結果になった。

図6での「中学校用の教育プログラムはありますか」という問いには、「ある」と答えた園は全体の4%しか存在しない。90%の園には、中学校用の教育プログラムがないことがわかる。

図7での「動物園が中学生の学習の場として適当だと思いますか」という問いに関しては、「思う」と答えた園が、全体の75%を占める。「思わない」が全体の8%である。

具体的にその理由を答えてもらった(複数回答)ところ、「人員の不足」が一番多く、「思わない」とした中で58%を占めた。以下、「施設設備の不足」、「組織体制の不足」、「指導技術面の不安」、「学校団体は人数が多く対応しきれない」、「中学校向けの準備が整っていない」という結果になった。少ない回答には「周知不足」「予算不足」が挙がった。

図8での「中学校に対してどのような対応をしていますか」という問いに関して複数回答していただいたところ、「見学時の説明」が一番多く54園で行われていることが分かる。これは全体の

64%を占める。「進路学習の一環として」が40園で、全体の48%。「学校への出張説明」は18園、21%の園で行われている。その他、「標本の貸し出し」「視聴覚教材の貸し出し」となっている。

図9での「中学校への要望はありますか」という問いに関して複数回答していただいたところ、「事前指導や計画の充実」が36園、「教育目的に利用」が29園。以下、「見学マナーの徹底」「動物園を利用するとき教師も指導に参加する」「動物園との連携を密にする」「学校カリキュラムの編成」の順になった。

図10での「中学校には、動物園で何を学習してもらいたいと思いますか」という問いに関して38の園が「環境教育」、21の園が「生物教育」。「道徳教育」という回答も9園あった。その具体的内容については、次のような回答が寄せられた。

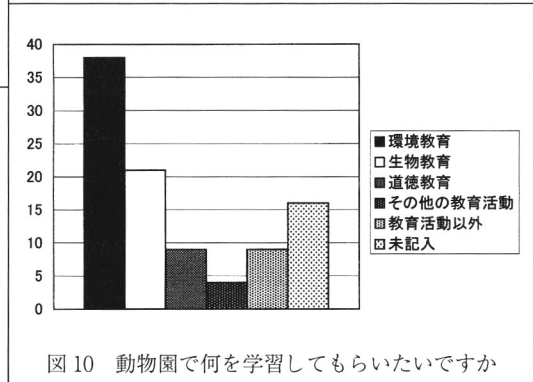
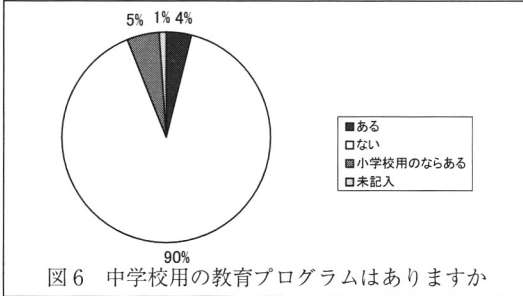
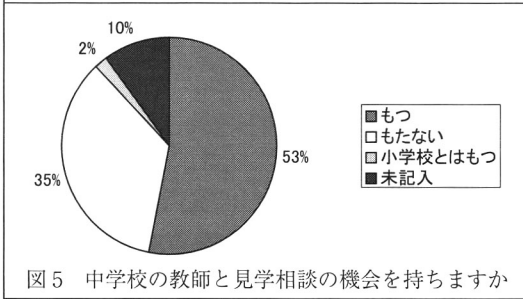
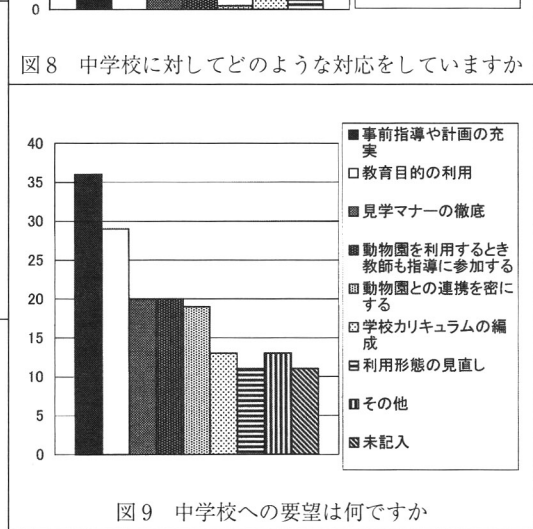
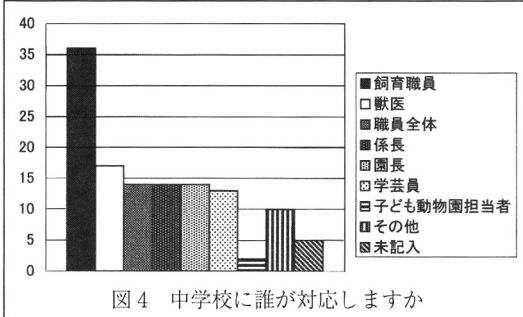
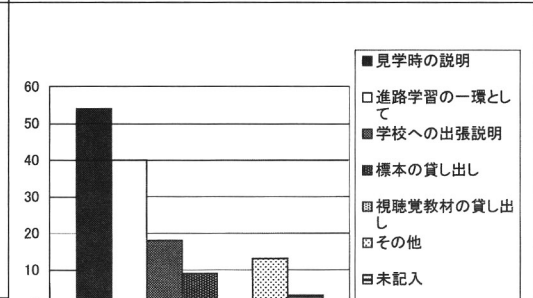
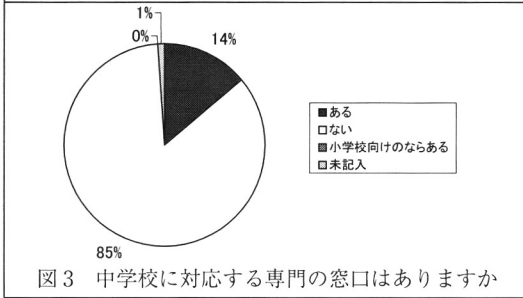
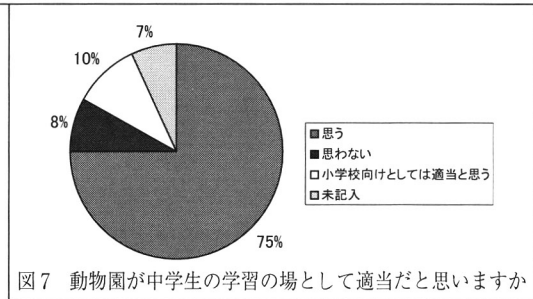
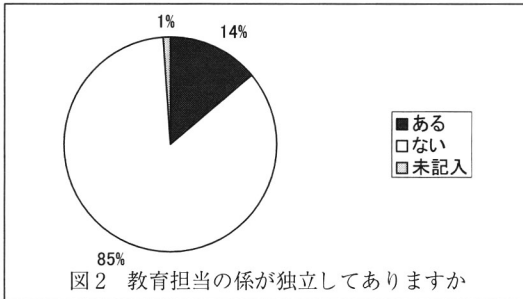
- ・自分たちで学習テーマを決めて学習して欲しい。
- ・単に理科教室の延長としてでなく「環境問題」、「動物愛護精神の育成」など幅広く学べる施設として利用していただければと思います。学校教育も多様性が求められている現在では、動物園と連携を密にした教育活動が望ましいと思います。
- ・社会見学・職場調査（飼育係という職業に対して）での利用がほとんどなので、動物・自然に対する興味を基本とした利用を考えて欲しい。
- ・環境教育の場として、動物に対する知識の習得と、動物を取り巻く自然環境への興味や理解を深めてもらう。動物を外からじっくり観察し、動物から直接何かを感じとる経験をして欲しい。知識として得られたことを実物で確認する、観察結果を調べ学習のワンステップとして発展させる、というような学習をして欲しい。
- ・野生生物の保護や種の保存のことなど。
- ・理科教育においてはカリキュラムに沿った内容の補足。
- ・本やビデオなど視聴覚教育やレプリカでは味わえない本物。

[考察]

以上のように、動物園側の調査結果から、動物園には中学校向けの教育プログラムがほとんどないことが分かった。一方では動物園が中学生の学習の場として適当だと考えている園が非常に多い。

中学生の学習の場として適当ではない、と答えた理由の中からは、動物園の学校に対する現状が理解できる。動物園が学習の場として、整備されていない分、学校への要望として「事前指導の充実」という答えが挙がったと考えられる。動物園としては、学習に使ってもらいたいものの、できれば教師のリーダーシップで学習計画を立ててもらいたいと考えているようだ。

中学校で何を学習してもらいたいのか、からは「環境教育」が半数近くあった。これは、最近の動物園が環境教育に積極的に取り組んでいるということから理解できる。一方では、「道徳教育」という園も一割あったことから、動物を通して心の教育をと、考えていると思われる。



2. 中学校理科教師側の調査結果および考察

アンケートの回収率は、46%だった。

[学習内容]

図 11 で「学習内容の難易度」について問うた。「まあまあ易しい」と考えている教師が全体の 71% を占めた。

図 12 では「内容は生徒にとってどうか」という問いに関して、「非常に興味がある」・「まあまあ興味がある」と考えている教師が合わせて 83% だった。

図 13 では「生徒にとって有意義かどうか」という問いに関して、「非常にそう思う」・「まあまあそう思う」を含めて 90% 以上の教師が、この単位に関して有意義な内容であると考えている。

[指導法]

図 14 での「この単元を教えることは好きですか」という問いに関して「非常に好きである」と「まあまあ好きである」、「やや不得意である」の教師比率はおよそ 1:3:1 であり、その得意性についての問いについては、3 割もの教師が不得意であるとしている。その理由としては、主なものとして実際に生きた動物を直接観察したりする時間的機会が少ないという制約や、教科書・資料集・模型などだけでの知識に偏りがちであることが述べられている。

図 15 での「この単元を教えることは得意ですか」という問いに関して、「非常に得意である」・「まあまあ得意である」と考えている教師が合わせて 71% だった。

図 16 での「動物の生態を観察させるときは、どんな方法をとっていますか」という問いに関して複数回答していただいたところ「資料集」・「ビデオ」・「教科書の写真」がほとんどであった。実際に動物を観察させるのは 5% であった。

図 17 での「実際の動物の観察は必要だと思いますか」という問いに関して「非常にそう思う」とした教師は、全体の 35% である。「まあまあそう思う」教師が 50% を占めた。「必ずしも必要ではない」として教師も 15% 存在する。

その理由として、以下のものがあげられた。

- ・実物を見るとたくさんことに気づける。
- ・実際に動物が観察できれば生徒は喜ぶと思うし、興味関心もわいてくる。
- ・現物を見せることで納得する部分あり。
- ・実物を見るのが最も参考になると考えるから。
- ・実際に見た場合と、教科書の写真で見た場合では、情報量も違うし記憶の深さも違う。
- ・見ているようで見ていない事が多いため発見する事がたくさんあるため。
- ・観察することで興味や関心が持てる。身近に考えられる。
- ・写真や VTR では伝わらないものが伝わってくる。

[動物園と理科教育]

図 18 での「中学校の理科学習の場として、動物園は有効だと思いますか」という問いには、「非常にそう思う」教師が全体の 29%、「まあまあそう思う」教師が 33%、「あまりそう思わない」教師が 35%、「まったくそう思わない」教師が 2% だった。

それぞれの教師について、「実物の観察が非常に必要かどうか」については、動物園を非常に有効

だと考えている教師が一番多く、動物園の有効性について否定的になるにつれ、その人数が少なくなっている。しかも「動物園があまり有効だと思わない」教師も、実物の観察は「まあまあ必要だと思っている」ものが半数を超えている。

さらに、動物を観察するときの方法については、どの教師もビデオ・教科書・資料集などを利用していることがわかった。（図20）

動物園の利点・問題点については、「生命の尊厳について教えることができる」、「直接体験のできる教材だ」、「活用する方法が分からない」、「場所が遠い」という意見があげられた。「動物園が非常に有効である」「まあまあ有効である」と答えた教師は、動物園の利点を上げている反面、動物園の有効性に否定的な教師は、動物園の問題点に意識が向いている。（図21）

図22での「動物園を活用する場合、ワークシートなどは誰が作るべきか」という問いに関しては、「両者が主」という意見が多く見られた。動物園はあまり有効ではないと考えている教師からは、「教師が主として作成」という意見が多く出されている。

「現在、全国の動物園のうち90%に中学校向けの教育プログラムが存在しません。このことについてどう思いますか」という問いに関して、次のような回答を得た。

- ・中学校との連携をして欲しい。教師が作ったワークシートを元に共通項目を絞り出してもよいのでは。
- ・学校との連携が浸透していないので仕方がない。
- ・教育プログラムを充実させて欲しい。
- ・学習教材として有効だと考えるが、指導方法や態勢が充分ではない。
- ・特に私としては問題ないと思いますが、あると大変助かります。先生の意見も採り入れたものならなおさらです。
- ・早急に児童・生徒向けに動物園の教育プログラムを充実させることが大切。
- ・活用しようとしていないのだから当たり前。市内に動物園がある日立でもそうなのだから。
- ・学校側にも動物園で学習という案は浸透していない。どこかでリードして話を盛り上げる必要あり。

図23での「動物園への要望」という問いに関しては、動物園が非常に有効であると思っている教師からは、「プログラムが欲しい」という答えが一番多くあがった。それ以外の教師からは、むしろ「何が出来るのか教えて欲しい」という意見が多く出された。

最後に、「動物園を使ってどんなことができますか」と、アイデアを問うたところ次のような回答があがった。

- ・セキツイ動物オリエンテーリング。クイズ（生まれ方、育て方、卵の数、呼吸の仕方など教科書に出ている内容、名前（学名）の由来、生息分布）。レッドブックを使用して生息数調べ。
- ・「動物の生活と種類」で、いろいろな動物のエサの食べ方、泳ぎ方など生活と体のつくりを調べる。
- ・「人間と自然」で動物の生態について調べる。
- ・飼育員からの講義（体験学習）。生息地域別の生態をオリエンテーリング方式で調べていく。

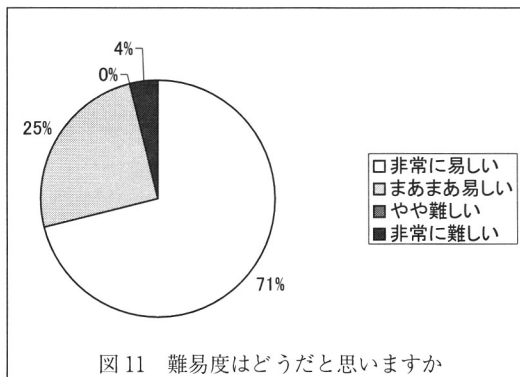


図 11 難易度はどうだと思いますか

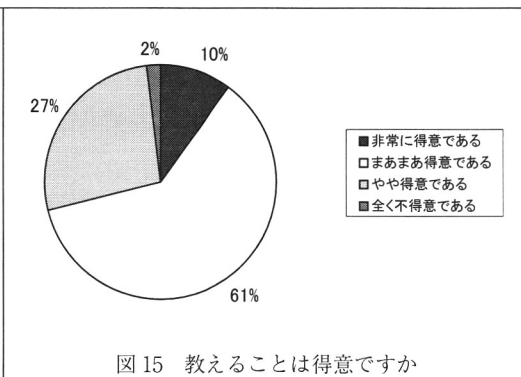


図 15 教えることは得意ですか

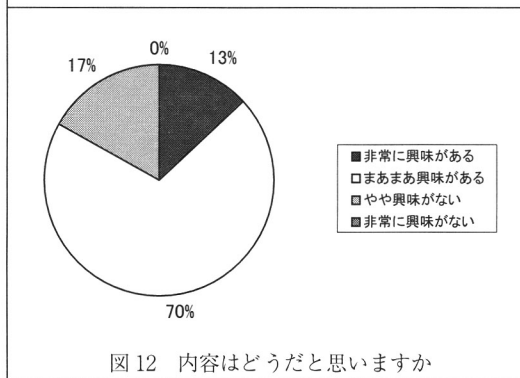


図 12 内容はどうだと思いますか

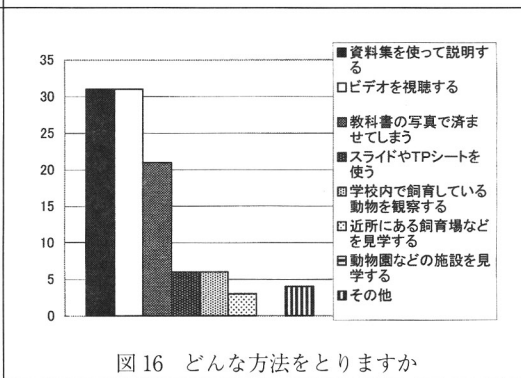


図 16 どんな方法をとりますか

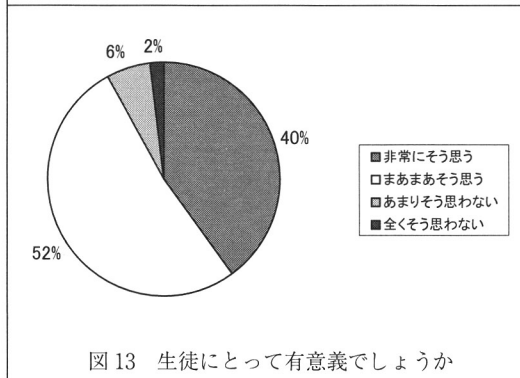


図 13 生徒にとって有意義でしょうか

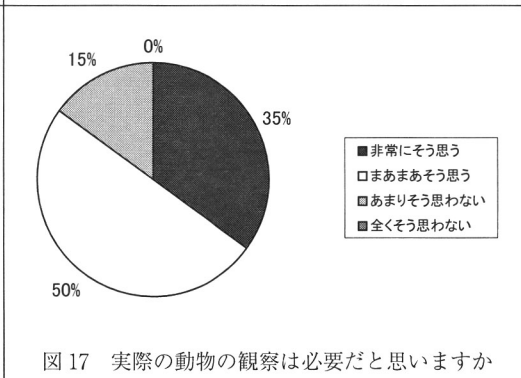


図 17 実際の動物の観察は必要だと思いますか

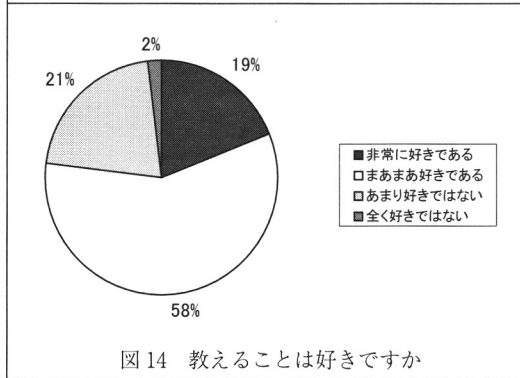


図 14 教えることは好きですか

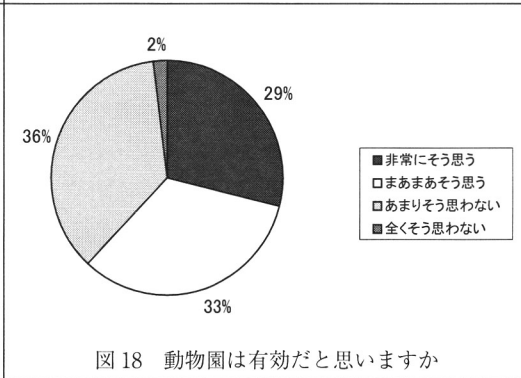


図 18 動物園は有効だと思いますか

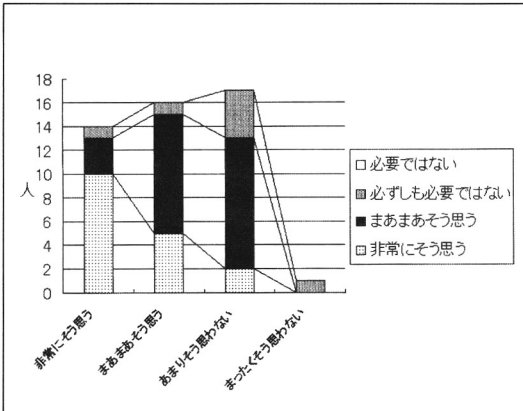


図 19 実物の観察は必要だと思いますか

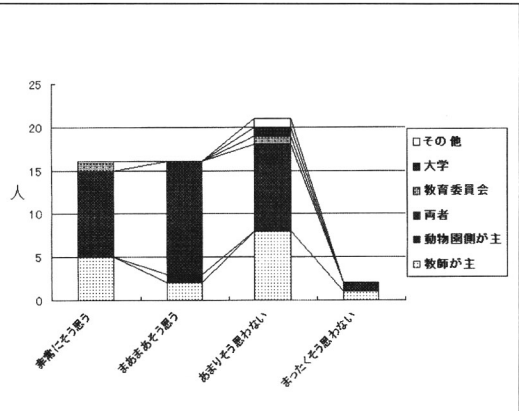


図 22 ワークシートは誰が作るべきか

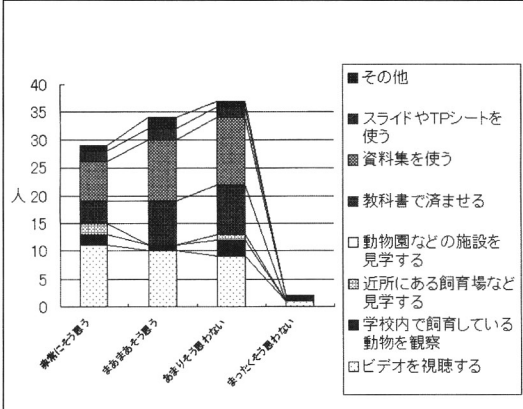


図 20 動物の観察をするときの方法

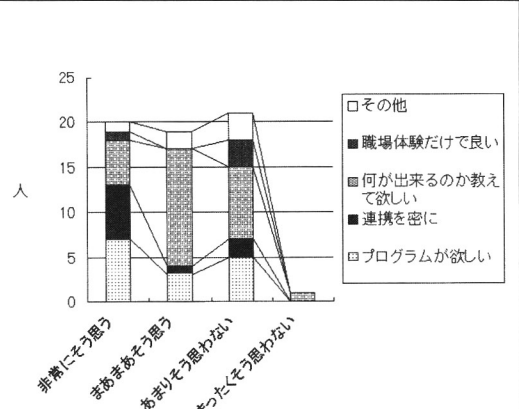


図 23 動物園への要望

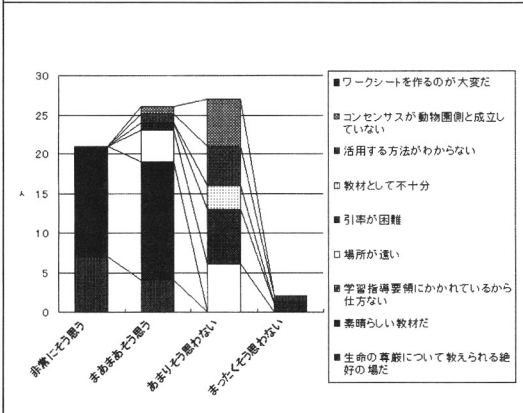


図 21 利点・問題点は何か

[考察]

これらの回答結果から、現在、茨城県内の中学校では理科学習で動物園を活用している実践は見られない。動物園を中学校が活用する場面は、進路学習の一環としての職場体験学習などに限られている。

中学校側の回答から、動物園の理科教育における有用性は認識しているものの現状としては、活用が困難ということが明らかになった。困難にさせている要因としては、次のようなものがあげられる。

- ・何ができるのか分からない。
- ・教育プログラムがない。
- ・使おうとする意識がない。
- ・引率するのが困難。

また、教育プログラムについては、動物園は教師が作るべきものだと考えており、教師側は動物園が作るべきものだと考えていることが分かった。

まとめ

以上の動物園側の調査結果からは、動物園には中学校向けの教育プログラムがほとんどないものの、動物園が中学生の学習の場として適当だと考えている園が非常に多いことが分かる。これは、動物園の入園者数が年々減少している中で、小学校低学年などでの遠足以外でも動物園を積極的に活用してもらいたいという意識が動物園側にあるものと考えられる。その一環として、職場体験学習への関わりをあげることができよう。

しかしながら、動物園が学習の場として整備されていない分、学校への要望として「事前指導の充実」という答えもあがっている。動物園としては、積極的に学習に活用してもらいたいものの、できれば教師のリーダーシップで学習計画を立ててもらいたい（ワークシート作成、教育プログラム作成など）と考えているようだ。そこには、動物園を活用してもらいたいもののできるだけ日々の飼育の負担にならないようにしたいという思いが見える。

中学校の動物園の活用では「環境教育」という意見が半数近くあった。これは、最近の動物園が環境教育に積極的に取り組んでいるということから理解できる。また、「道徳教育」に活用して欲しいという園も一割あった。小学校など対象の「ふれあい動物園」の実践から得た、動物を通して心の教育を培うことができるという意識の表れと考えられる。

現在、茨城県内の中学校では理科学習で動物園を活用している実践は見られない。動物園を中学校が活用する場面は、進路学習の一環としての職場体験学習などに限られているのが現状であり、職場体験以外の活用として動物園を捉えていないと思われる。学習指導要領にも、動物園を活用することが明記⁵⁾されている。しかしながら、動物園を理科学習で活用するには至っていない。

中学校側の回答から、動物園の理科教育における有用性は認識しているものの現状としては、活用が困難ということが明らかになった。動物園活用を困難にさせている要因としては、次のような

ものがあげられる。

- ・理科教育の中で、何ができるのか分からない。
- ・適当な教育プログラムがないため、活用できない。
- ・動物園は小学生で遠足に使うという意識が強く、中学校で使おうとする意識がない。
- ・引率するのが困難であり、学習効果が低いと思われる。

また、動物園を活用するための教育プログラム（ワークシートを含む）については、動物園は中学校の教師が作るべきものだと考えており、教師側は、活用される動物園自身が飼育上の知見を含んだ形で教育プログラムを作るべきものだと考えていることが分かった。教師側は、動物園の飼育担当職員のガイドによる教育プログラムを望んでいるように思える。飼育担当職員の日から見た、普段目にするののない動物たちの様子を生徒に伝えられたら、と意欲のある教師は考えているようだ。

これらの、動物園および中学校理科教師への調査結果から、中学校の理科学習で動物園を活用していくための課題として、つぎのようなことがあげられると考える。

- ・中学理科教師に対して、動物園が学習の場であるという意識改革を進める必要がある。
- ・理科学習で、動物園を有効に活用するためのワークシートなどを充実させる必要がある。
- ・動物園と中学校理科教師のお互いの連携を図るための方策をとる必要がある。

動物園は、動物の博物館である。動物園の動物は閉ざされた環境の中で生活しているため、その生活様子からは野生での状態をうかがい知ることが必ずしもできないと思われる。しかしながら、教科書や資料集などからでは決して知ることができない「動き」、「匂い」、「吠え声」を目の当たりにすることができる。社会性の発達や、生命進化の不思議など、動物園の動物を観察していると興味はつきない。

本研究をきっかけとして、動物園が中学校理科学習で活用されることがあれば存外の喜びである。今後は、教育実践の中で動物園を活用し、その有効性を検証したい。

注

- 1) 福田恵「高等学校生物の学習と動物園・水族館」『遺伝』vol.49, No.3, 1995, pp.42-46
- 2) 金井塚務「野猿公苑でのサルの教材化」『遺伝』vol.48, No.8, 1993, pp.20-25
- 3) 三上周二『楽しく学ぶ動物園・博物館』（たたら書房, 1993）
- 4) 大丸秀士「動物園の教育・普及プログラム実例集③広島市安佐動物公園」『遺伝』vol.54, No.5, 2000, pp.33
- 5) 文部省『中学校学習指導要領解説－理科編－』（大日本図書, 1999）
- 6) 三上周二「動物園で何を学か」『理科教室』vol.42, No.1, 1999, pp.6-11
- 7) 堀雅敏「動物園を動物学習に利用しよう」『理科教室』vol.42, No.1, pp.4-5
- 8) 前川幸代「動物園と教育・普及」『遺伝』vol.54, No.5, 2000, pp.27-30