

第4章 音と音楽の不思議さ、おもしろさ、感動をどう伝えるか

児童は、音楽の授業をはじめ、身の回りの音が鳴る現象をいろいろ体験しているが、その原理までは知らない場合がほとんどである。音や音楽の不思議さ、おもしろさ、感動を児童に伝えるためには、音の出るしくみや、音の拡大、伝達の仕方などの音響学的側面に注目することが、一つの方法として考えられる。そのような音の科学の学習は、音探しや楽器作り、音楽作りなどの活動へと発展し、音や音楽と児童とのかかわりをより深めていくことを可能にする。

1、音の出るしくみ

多くの児童は、学校の音楽室にある様々な楽器に興味を持っている。音楽について不思議だと思うことをあげるように言われると、「リコーダーはなぜ鳴るのか」「ピアノはどうやって鳴っているのか」といった、楽器に関する疑問があげられる。このような疑問に対する答えを児童が自ら探求するためには、根本的な音の原理から学ぶ必要がある。まずは、「そもそも音とは何か」ということの意味である。音はどのようにして生まれるのだろうか。このような疑問を児童になげかける時には、きれいな音、おもしろい音、不思議な音から学習を始めると、児童の興味をひくだろう。

音は物体の振動によって生み出される。物体の振動は、空気濃度に濃淡をひきおこして音波となり、この空気の振動が鼓膜にあたって鼓膜の振動に変わり、音として知覚される。人間が音として知覚できる音波の振動数には上限と下限がある。また、聞こえる範囲内の音波でも、物体の振動エネルギーが弱いと、耳に届く前に音波が消えてしまうこともある。

このような「物体の振動→空気の振動→鼓膜の振動→音の知覚」という原理は、音叉を用いた実験によって児童に理解させることができる。音叉を叩いて耳に近づけると、澄んだきれいな音が聞こえる。音叉を強めに叩いて二股部分を水面に入れると、一瞬水が飛び散る様子から、音叉が振動していることがわかる。また、その後も水面に小さな波がたっていることから、音叉が小刻みな振動を水に伝えていることもわかる。これと同様に、音叉の振動は、空気にも伝わるのである。このような音叉の振動は、音叉を握っている手にも「しびれ」のように感じられる。音叉の振動は弱いので、耳に近づけなければ音は聞こえないが、音叉の柄を耳の穴に入れると、さらに大きな音が聞こえる。そして、音叉の二股部分を手で押さえて振動を止めると、音も止む。

このような音の発生原理は、児童にとって、もっと身近な素材でも実験できる。たとえば、食事用のフォークを棒などで叩いた時、耳を近づけて聞いても音はすぐに消えてしまうが、この音を、空気よりも効率良く音を伝える糸電話を用いて聞いてみる。まず、糸にぶらさがった時に水平になるように、金属性のフォークを糸の中央に固定する。次に、脱脂綿やちり紙をまるめたものを糸の両端につけて両耳に入れ、胸の前あたりにフォークがぶらさがるようにする。棒などでフォークをたたいて音を聞くと、通常よりも大きく鳴り響く音が聞こえる。種類の異なるフォークを様々な素材の物で叩いてみると、変化に富んだ音が楽しめる。スプーンなどの音と比べるのもおもしろいだろう。フォークや糸に手を触れると音が止まってしまうのは、振動を止めてしまうからだということも、児童にしっかり理解させる。音は物体の振動から生まれることを児童が理解したら、以下に述べるよ

うな活動を通して、音の発生の様々な方法を体験的に学んでゆくことができる。

(1) 摩擦による振動

児童の興味を引くような不思議な音の出るものとして、グラス・ハーモニカがある。これは、ワイングラスのような脚付きのグラスのふちを指でこすって音を出す楽器である。ワイングラスの台を押さえ、指先に水を少しつけて、グラスのふちを円を描くように軽くこすると、澄んだ不思議な音がする。うまく音が鳴らない時は、手とグラスのふちを石鹸でよく洗うとよい。

このとき、どうして音が鳴るのかを児童に考えさせる。何が振動を引き起こしているのか、何が空気に振動を伝えているのかに着目させる。指とグラスを石鹸で洗い、指に少し水をつけると、音が鳴りやすくなること、また、グラスの台ではなく本体を押さえると、音はしなくなることなどが、ヒントになる。グラス・ハーモニカが鳴る理由は、グラスのふちを指でこする時の摩擦が振動を引き起こし、その振動がグラス全体に伝わり、グラスの振動がまわりの空気を振動させているからである。指に水をつけるのは、紙の枚数を数える時、指を湿らせると紙上で滑らないのと同様に、摩擦を大きくするためである。指やグラスを石鹸で洗うのは、摩擦を妨げる脂肪分の汚れを取るためである。また、グラスの本体を手で押さえると、振動を止めるため、音が止む。このことから、なぜワイングラスを使うのかがわかる。普通のガラスコップよりも、細い脚で支えられているワイングラスの方が、振動が止まりにくいいため、音が出やすいのである。このことは、普通のコップでも音が鳴るかどうかが、比較実験しながら考えてもよいだろう。

次に、グラスの八分目くらいまで水を入れて音を鳴らし、児童に水面を観察させる。水面は揺れていて、よく見ると細かい波ができています。これは、グラスの振動が中の水に伝わっているからであるということを理解させたい。また、グラスに水を入れると音の高さが変わることにも気づかせたい。水の量をいろいろ変えて、水を入れるほど音が低くなることを発見させる。音を鳴らしながらグラスを傾けると音が徐々に低くなることにも、児童は気づくかも知れない。これらの理由を考えるためには、「振動数が多いほど高い音、少ないほど低い音がする」という原理を知る必要がある。水を入れるほどグラスが振動しにくくなるため、振動数が少なくなって音が低くなるのである。

物が発する音の高さに違いが現れると、児童は音楽を作りたくなるものである。そこで、複数のグラスを使い、それぞれの水の量を調節しながら「ドレミ」の音階を作ってみる。一人が一つのグラスを担当して音階を分担し、簡単なメロディーを奏でてみれば、音楽活動に発展させることができる。

これをさらに、音楽科の学習と関連づけることも可能である。グラス・ハーモニカは15世紀のヨーロッパに既にあり、モーツァルトやベートーベンも、この楽器のための音楽を作曲している。音楽の授業で学ぶ有名な音楽家たちが、自分たちにも身近で簡単に演奏できる楽器で音楽を奏でていたことに、児童は興味を抱くかもしれない。さらに、グラス・ハーモニカによる本格的な演奏をCDなどで鑑賞すれば、単純なしくみ楽器でも美しい音楽が奏でられることに驚き、感動するかもしれない。そして、どうやってあのような本格的な演奏を行なっているのか不思議に思うかもしれない。そこで、何オクターブもの幅広い音高を作り出すにはどうすればよいか、それら多くの音高を使って演奏するにはどのよ

うな工夫をすればよいかを、児童に考えさせる。本格的なグラス・ハーモニカは、大小様々なグラスを台に固定してあり、こする時にグラスを片手で押さえなくてすむようになっている。また、さらに改良されたものとして、大小の半球状のガラス器を大きさの順に一本の軸に取り付けたものを回転させ、指で器に触れるだけで音が出るというものもある。これらの事実を知れば、グラス・ハーモニカやその音楽に対する児童の興味は、さらに深まるかもしれない。このように、理科における音の学習は、音楽科の学習とうまく関連づけることによって、児童の興味や理解の面での相乗効果が得られる。

児童が、より広い音域を使った演奏をしたいのであれば、ワイングラスを用いたグラス・ハーモニカには、予算や演奏技術の面で限界がある。音楽を奏でるなら、グラスをこするよりも叩くほうが簡単だと言う意見も出てくるかもしれない。前述の様々な実験においても、グラス・ハーモニカがうまく鳴らない場合や、メロディーを奏でにくい場合は、ワイングラスのふちや側面を割り箸などのバチで叩いてもよい。こうなると、わざわざワイングラスを用いなくとも、もっと身近なガラスコップなどでもよい。様々な大きさのグラスを用いれば、幅広い音階を作ることができる。ビーカーなどの実験器具に色水を入れたりすると、いかにも科学的に音楽を楽しむ雰囲気が出る。また、茶わんに水を入れて微妙な音程の違いを作って叩くと、インドの民族楽器の雰囲気を味わうこともできる。

これらの活動においては、例えばガラスコップのように、似たような素材や形であれば、小さい物のほうが高い音がするというのを児童に発見させたい。「小さい物体の方が細かく振動して振動数が多いから高い音が出るのだろう」というような推測も望まれる。

(2) 空気の渦による振動

グラス・ハーモニカと同様に、水を入れて音階を作ることができるものに、瓶を使った笛がある。ビール瓶などの口に、角度をつけて息を吹き込むと、汽笛のような音が鳴る。複数の瓶に水を入れて「ドレミ」の音階を作れば、一人ずつ音を分担して音楽を奏でられる。

しばらく演奏を楽しんだら、次に、なぜ音が鳴るのかを児童に考えさせる。何かが振動して、瓶の外の空気に振動を伝えているはずである。瓶を手で持っても同様に音が鳴ることから、グラス・ハーモニカのように瓶が振動しているのではない。瓶の中の空気（空気柱）が振動し、それが瓶の外の空気に伝わっているのである。空気柱を振動させているのは吹き込まれる息であるということに、児童はすぐに気づくかもしれない。しかし、空気柱を振動させているのは息そのものではない。その証拠に、瓶の口に息を当てる角度によっては音が鳴らない。振動の源は、瓶の口付近で作られる空気の渦（カルマン渦）である。瓶の口の端に息をぶつけるように吹くと、そこに空気の渦ができ、それが瓶の中の空気を振動させる。強風時に電線が鳴ったり、むちを降りおろした時に音が鳴るのも同様の原理である。空気が電線に当たって電線が振動するから音が出るのではなく、電線のまわりにできた空気の渦が振動源となって、そのまわりの空気を振動させるのである。このように、空気の通り道に障害物があると、そのまわりに空気の渦ができ、それが音の発生源となりうる。瓶の笛と同じ原理の楽器に、フルート、尺八、篠笛などがある。これらは、リコーダーのように簡単に音が出ないため、吹奏楽でフルートを吹いたり、祭りばやしで篠笛を担当する児童は、うまく音が出なくて苦労する。しかし、上記のような発音原理を知って

入れば、工夫の仕方がわかるだろう。空気の渦をうまく作るためには、(1)唇を横に引く感じで息を出して空気の流れをできるだけ薄い板状にする、(2)唇と笛の角度を変えて息を当てる角度をいろいろ変えてみる、(3)吹き付ける息の強さも変えてみるのが大事である。これらの科学的知識を踏まえて、ラップ類の芯のようなパイプ状の物など、いろいろな物を吹いてみたりするのもおもしろいだろう。

ここでもう一つ、瓶の笛について児童に考えてもらいたいことがある。グラス・ハーモニカで音階を作った時には、水の量を増やすほど音が低くなったのに、瓶の笛の時には、中の水の量を増やすほど音が高くなったのはなぜだろうか。グラス・ハーモニカの場合、まわりの空気に振動を伝えるのはグラスの振動であったが、瓶の笛の場合は、瓶の中の空気の振動である。「振動数が多いほど高い音、少ないほど低い音がする」という原理に基づけば、瓶の中の空気の振動数が多いほど高い音がする。ここで児童は、音の高さに関する別の原理を知る必要がある。音楽室の木琴や鉄琴を思い出してみると、低い音と高い音の違いは、音板の長さである。つまり、同じ物体であれば、短いほど振動数が多く、高い音を出す。瓶の中の水の量が多いほど、振動する空気柱が短くなるため、音が高くなるのである。

瓶の笛はおもしろいが、息を当てる角度を一定に保つのが難しく、また、息を大量に吹き込むため、長く吹き続けると頭痛がしてくる。リコーダーのように、息を少し吹き込むだけで簡単に音が出るようにするには、どうすればよいか。難しい問題かもしれないが、児童に考えさせてみるとよい。瓶の笛でうまく音を出すためには、空気の流れを薄い板状にして、瓶の口に空気を当てるちょうどよい角度を見つけなければならない。従って、まずは唇のかわりに薄い板状の空気が流れ出るものを利用すればよい。これには、2～3本のストローを横に並べて息を吹き込むのが手ごろである。このようなストローで瓶の口を吹けば、ペットボトルでも楽に音を出せる。次に、空気を当てる角度を固定すればよいのであるが、瓶の口にはストローを固定しにくい。缶ジュースの空き缶の口であれば、上部に篠笛の歌口のように穴があいていて、そこにストローを固定できる。この穴のふちにストローでうまく空気を当てれば、空気の渦ができて音が鳴る。音が鳴った位置に、ストローをガムテープで固定すればよい。

同様に、ジュースの缶のような形の物の上部に穴があいていれば、同じ原理の笛を作ることができる。たとえば、カメラのフィルムケースのふたにカッターナイフで穴を明け、ストローを一本固定すれば、小さな笛ができる。また、篠笛のように、円筒状の物の側面に吹き口の穴があいていれば、同様に音を出すことができる。たとえば、トイレトーパーやラップ類の芯に、約1センチ四方の穴を明け、そこにストローを固定すれば、笛ができあがる。

このような仕組みが合理的に作られているのが、リコーダーである。リコーダーには、薄い板状の空気の通り道（ウインド・ウェイ）があり、その吹き出し口の、うまく空気の渦ができるような位置に、鋭い刃（エッジ）のような障害物がある。障害物が鋭い刃のようなものである方が、空気の渦の振動数が多くなって高い音が出やすくなるのである。上記のような実験や楽器作りを踏まえれば、空気の渦によって音が出るしくみを児童はよく理解できるだろう。また、固定ストローよりも洗練されたリコーダーの仕組みに感心し、リコーダーへの興味が高まるかもしれない。

音が鳴ったら、音高を変える方法を児童に考えさせたい。瓶の笛から発展したジュースの缶の笛であれば、瓶の笛同様、中に水を入れて音高を変えることができる。しかし、これでは一音の分担奏しかできないので、今度は一人でメロディーを演奏できる方法を考えさせる。音高を変えるためには、瓶の笛のように、缶の中の空気柱の長さを変えればよい。従って、例えば、ジュースの缶の底を切り抜き、水が入ったバケツの水面あたりで缶を上下させると、一人で音高を変えることができる。

リコーダーにしろフルートにしろ、笛には指穴がつきものであるから、児童は、手作りの笛にも指穴を開けることを思いつくかもしれない。アルミ缶には、ハサミや釘で穴をあけることができるし、フィルムケースには、はんだごてを用いると簡単に穴をあけることができる。単純に縦一列に指穴を作った場合、全ての穴を指でふさいだ状態から、下の穴から順に指を放して穴を開いていくと、穴から空気が抜けて空気柱が短くなるため、音が高くなる。また、吹き込む息の強さによっても、微妙に音程を変えることができる。強く吹けば、振動源である空気の渦巻くスピードが速くなって振動数が増すので、音は高くなる。

(3) リードの振動

ストローだけを使って、ジュースの缶の笛よりも簡単に笛を作ることができる。ストローの一端を軽く指でつぶしてから、先がとがるように三角形に切る。そこをくわえて、唇でストローを少し押しつぶすようにして強く吹くと、大きな音が出る。次に、音高を変えるにはどうしたらよいか、児童に考えさせる。ストロー内の空気柱の長さを変えればよいのであるから、ストローを短く切ったり、セロテープで付け足して長くしたりすればよい。あるいは、ストローに線香で指穴をあけてもよい。また、太さの異なるストローを使い、細い方を太い方に差し込んでスライドさせることにより、管の長さを変えることもできる。これは、管楽器のトロンボーンと同じ原理である。

次に、このストロー笛はなぜ鳴るのか、何が振動して音を出しているのかを、児童に考えさせる。音が発生するための振動を作っているのは、三角形に切られて2枚になっている吹き口部分である。このような、楽器の振動源となっている舌状の薄い板を「リード」という。互いに内側に傾斜している2枚のリードのついた管に空気を送り込むと、リードが振動して音を生み出すのである。つまり、リードに空気があたった時、管内の空気の慣性（その位置にとどまりたいという力）が働いて、外からリードを閉じようとする力と中から開こうとする力がぶつかりあって交互の運動が生じ、振動が起こる。これが音の源となるのである。この原理が児童にとって難しい場合、少なくとも2枚のリードの振動が音を作っているということは理解させたい。児童が音楽の授業で学ぶオーボエやファゴットは、ストロー笛と同じ原理の2枚リードの管楽器である。

(4) 唇の振動

児童が音楽の時間に鑑賞する、トランペットやホルンなどのラッパ類も、2枚のリードの振動と似たような発振原理の楽器である。しかし、ラッパ類の歌口には、カップ状の漏斗のようなもの（マウス・ピース）がついているだけで、リードはない。ここに押し当てる唇を、2枚のリードのように振動させるのである。高音を出す時ほど、唇のまん中の狭

い範囲を小刻みに振動させ、低音を出す時ほど、唇の広い範囲をゆっくり振動させる。このため、マウス・ピースのカップの大きさも様々である。トランペットのような高音部を演奏する楽器のマウス・ピースは小さく、チューバのように低音部を演奏する楽器ほど、大きなマウス・ピースである。小さなマウス・ピースで唇を小刻みに振動させなければならない高音ほど、出すのが難しい。学校に吹奏楽クラブなどがある場合は、実物の楽器を観察させたり、クラブに所属している児童に演奏してもらったりすると、児童の興味や理解も増すだろう。また、児童がこのような振動の原理を理解していれば、吹奏楽において音を出すのが難しい金管楽器を吹く時のコツを、早くつかむことができるだろう。

(5) 弦の振動

ギターやバイオリンのように、弦をはじいたりこすったりすることによって音を鳴らす楽器がある。この場合は、弦の振動が音を生み出している。ギターを用いて実験すると、児童は弦の振動の様子を容易に観察することができる。例えば、ギターの最も太い弦をはじくと、弦が左右に振動している様子がよくわかる。弦の下に物差しをあてると、左右に何 mm ほど振動しているかを測ることもできる。この時、児童には、弦を強くはじくほど振動の幅が大きくなり、音も大きくなることを発見させたい。児童はこのような実験を通して、同じ物体であれば、大きな音を出す時ほど振動の幅は大きく、そのためには大きな力を加えなければならないという、音の大きさと振動の関係を理解することができるだろう。

また、一本の弦をはじきながら、いろいろな場所のフレット（指板上の区切り）を押さえてみることによって、弦の長さと音高の関係を児童に発見させる。弦が短いほど高い音が出ることに気づかせたい。この時、第 12 フレットを押さえると 1 オクターブ高い音が出ることに気づかせ、弦の長さを半分にすると振動数が 2 倍になって、1 オクターブ高い音が出ることを学ばせる。

小さな短冊型の薄い紙を木の棒などに貼り付けて、紙がギターの弦に垂直にふれるようにして弦をはじくと、弦の振動にあわせて紙が小刻みに揺れる。この時、弦の途中を押さえて高い音にすると、紙が小刻みに揺れる速さが増す。この現象は、最も低い音の弦を用いると観察しやすい。この実験によって児童は、高い音ほど振動数が多く（速く小刻みに振動する）、低い音ほど振動数が少ない（ゆっくり振動する）という原理を、視覚的に理解することができるだろう。

弦の張力と音高の関係は、1 本の弦の糸巻きを緩めて弦の張りを弱くしてみることによって、容易に発見できるだろう。弦の張りが弱いほど低い音になる。この時、弦の張りが弱すぎると音が鳴らなくなってしまうことにも気づかせたい。弦がはじかれて力が加えられた時、元の位置に戻ろうとする弦の力が振動を引き起こす。張りが弱いほどこの力も弱いので、振動が遅くなって低い音になるのである。張力が弱すぎると、弦に十分な振動を引き起こす力がなく、音も聞こえなくなってしまう。なお、この実験において、弦の張りを通常よりも強くしてゆるくすることは、弦や楽器を傷める原因となるので、絶対にしないように児童に注意しておく必要がある。

ギターの 6 本の弦は、低い音が出るものほど太くなっている。弦の太さと音高の関係は、太い弦ほど低い音が出るということに、児童は容易に気づくだろう。しかし、弦の張力の

影響がないかどうかを確かめる必要がある。最も細い弦の張力を緩めると音は低くなるが、音が出なくなるほど緩めても、最も太い弦ほど低い音は出ない。このことから、素材（スチールやナイロンなど）が同じであれば、太い弦ほど低い音が出ると言える。厳密には、単位長あたりの質量（線密度）が大きい弦ほど低い音が出る。

以上の実験は、ギターが無い場合や、数が足りない場合には、木の板にちょうネジなどでギターの弦を張って、同様に行うことができる。また、弦の振動に関する上記の知識を応用すれば、児童が自ら、琴のような弦楽器やギター類の楽器を作ることも可能である。

（6）棒の振動

木琴のように棒状の物体を叩いて音を出す楽器がある。木琴の音板はどのような振動の仕方をしているのだろうか。長さ30cm、幅5cm、厚さ1～2cmほどの板を、ジュースの空き缶2本の上に乗せて、児童はこれを実験することができる。板と缶の間には、スポンジのついたすき間テープを貼るなどしてクッションをつける。板の上におがくずを、中央を除く全体にひろがるようにのせ、音板の中央を木琴用の柔らかめのバチなどで軽く叩き続けると、おがくずが音板の2箇所に集まってくる。おがくずが集まったところの真下に缶を置くようにしてやり直すと、音の響きが良くなり、おがくずも早く集まる。

なぜおがくずが2箇所に集まるのだろうか。音板の振動は、弦の振動に似ている。叩くことによって下方に力が加えられて音板にゆがみが生じ、これを元に戻そうとする力が上向きに働いて音板が上にそり、それをまた元に戻そうとする力が下に向かって働く。これの繰り返しで音板が上下に振動するのであるが、弦との違いは、両端が固定されていない点である。弦の場合は両端が支点となって振動するが、音板の場合は、両端から少し中央寄りの、おがくずの集まった部分が振動の支点（振動の節）である。中央部や両端（振動の腹）に比べると振動の幅が少ないため、そこにおがくずが集まってくるのである。音板を支える台を振動の腹の部分に置くと、台が振動を止める働きをするため、音に伸びがなくなる。

このような音板の振動の原理は、児童にとって難しいかもしれないが、少なくとも、棒状の物体を叩く場合は、棒を支える位置と音の響きが密接に関係している、ということは理解させたい。このことは、以下の方法によって、上記の方法よりも簡単に実験できる。

木琴の音板のような棒状の物には振動の節と腹がある。スチールやステンレスのパイプを縦にして持ってバチで叩くと音がする。この時、パイプの上から3分の1ぐらいのところを、親指と人さし指で軽くつまみ、パイプのまん中を柔らかめのバチで叩くと、より良く音が響く。つまんでいる場所を少しずつ上にずらしていくと、パイプ全体が最もよく響く場所が見つかる。ここが振動の節である。パイプの端をつまむと、振動の腹を押さえることになるため、音が響かなくなる。木の音板も、同様の方法で節を見つけることができる。振動の節の位置は音板によって異なるため、良い音の楽器を作る時には、音板ごとに振動の節を見つけなければならない。素材をいかす楽器を作るためには、このような科学的知識を使って最も良い音を探すことが重要なのである。

音板を支える位置と音の響きとの関係は、本物の木琴や鉄琴で確認することができる。音楽室にある普通の木琴や鉄琴の音板をはずす作業は少々面倒であるが、音板を簡単に取り外しできる教育用楽器もある。それらの音板を片手で縦に持ってバチで叩いてみると、

ちょうど振動の節の部分で音板が支えられるようになっていることがわかり、児童は驚いたり納得したりするかもしれない。

多くの児童が音楽の授業を通して経験的に知っているように、木琴や鉄琴は向かって左側の長い音板ほど低い音が出る。様々な音高の音板を作る場合、同じ材質で幅も厚さも同じであれば、長い音板ほど低い音が出るのである。弦と同様、長い物ほどゆっくり振動する。音板の厚さに関しては、厚い物ほど高い音が出る。厚い音板ほど、叩かれた時のゆがみを元に戻そうとする力が強いので、振動数が多くなって高音が出るのである。従って、音板の裏の中央部を半分ほどの厚さまでアーチ型に削り取って音高を調節することもできる。音板の中央部が薄くなることで、叩かれた時のゆがみを元に戻そうとする力が弱くなって振動数が減り、音が低くなる。

音板の裏の中央部に、のこぎりで斜めに切り込みを入れるだけでも同様の効果が得られ、切り込みが深いほど音は低くなる。直角に切り込みを入れないのは、その場合、正確な中央でなければ左右の振動のバランスが崩れてしまうからである。切り込みを入れる方が簡単だが、アーチ型に削ることは、音板の両端がおもりの役割をして振動を持続させるという利点がある。この効果は、音板の長い低音ほど大きく影響するため、低音域ほど大きなアーチが削られる。さらに、倍音を利用して音色に深みを出すために、小さな3つのアーチを削る場合もある。これらのアーチは、鉄琴類の音板にも同様に見られる。

音板の構造を学ぶ時には、児童に音楽室の木琴や鉄琴を観察させてみるとよい。楽器の音色にも注意して、響きの異なる楽器の音板の形などを比較させてみよう。児童が実際に木琴を作ってみる場合には、音を高くするために音板の両端を削り、低くするために裏側の中央を削り、さらに微調整するために、裏側に切り込みを入れるなどして、音板の音高を調節すればよい。また、使い込んで音程の狂った音楽室の木琴などは、同様の方法で調律し直すことが可能であるが、木琴類の楽器の調律は専門家に任せる方がよい。

児童は、木琴よりも単純な構造の楽器を作ることにもできる。例えば、音高の異なるステンレス・パイプを一人一本担当すれば、協力して音楽を奏でられる。振動の節を探して印をつけ、そこを2本の指でつまんで持てば、鉄琴のように美しく響くハーモニーの演奏も可能である。パイプを持つ人と叩く人を分担すれば、一人でメロディーを叩くこともできる。これらのパイプの上部に穴を開け、ひもを通してぶらさげれば、のど自慢でおなじみのチャイムと同様の楽器ができるし、もっと細くて短い金属や竹の棒を用いれば、音楽の教科書に載っているツリーチャイムや、民族楽器のような物を作ることにもできる。

また、管楽器の音高を変える方法を打楽器に応用することもできる。例えば、直径の異なる2本の金属製パイプをスライドさせながらバチで叩くと、管の長さの変化にあわせて音高が変わる。パイプを叩く人とスライドさせる人を分担したり、L字型のパイプを使って持ちやすくしたり、一人で演奏する方法を工夫したりすると、おもしろい音楽活動になるだろう。

では、パイプを叩きながら先をバケツの中の水に漬けると、音高は変わるだろうか。ジュースの空き缶の笛のように、水に深く入れるほど音が高くなるだろうか。実際には、パイプを水に深く入れるほど音高は下がる。この場合、振動しているのは管内の空気柱ではなくパイプそのものであるから、パイプが水に漬かるほど振動しにくくなるため、音高が下がるのである。これは、グラス・ハーモニカの水量と音高の関係と同様である。水に漬

かったぶんだけ管内の空気柱は短くなるが、振動するパイプの長さが短くなって音が高くなるということはない。

棒状の物体の振動によって音を出す楽器には、音板楽器の他に、リード・オルガンやハーモニカ、鍵盤ハーモニカ、アコーディオンがある。これらは、金属の薄い板（リード）に空気を当てて振動させるものであり、リードの長さによって音高を変える。リードの一方の端は固定されているため、木琴の音板の片側の節から端までと同様の振動をする。ハーモニカのカバーをはずして、児童にその構造を観察させるとよい。ハーモニカの吹き口に向かって、空気の通り道と平行に、リードが一つずつ固定されている。そのまま吹いてみると、リードが振動している様子が見える。リードは長さの順に並んでおり、長いものほど振動が遅く、低い音が出る。リードの先端をやすりで削ると、振動のおもりの働きをしている部分が軽くなるため、振動が速くなって音が高くなる。逆に、リードが固定されている部分に近いところを削ると、力を加えられたリードが元に戻ろうとする力が弱くなるため、振動が遅くなって音が低くなる。このようにして、音高の微調整を行うのである。

児童が音楽の授業でよく演奏する鍵盤ハーモニカが、外見の異なる上記のハーモニカと同じ原理で音を出していると聞けば、児童は驚き、鍵盤ハーモニカの構造を知りたいと思うかもしれない。鍵盤ハーモニカやアコーディオンのように鍵盤のある楽器は、鍵盤を押さえたところのリードにだけ空気が送られる構造になっている。鍵盤ハーモニカはなぜ音が鳴るのか、その理由を考えたり構造を学んだりすることによって、児童の楽器への興味が高まるかもしれない。鍵盤ハーモニカのリード部分を示した説明書の写真を見たり、カバーをはずして中の仕組みを観察したりするのもよいだろう。

(7) 膜の振動

太鼓のように膜を叩いて音を出す楽器の発音原理は、棒状の物を叩く場合と似ている。叩かれることによって膜にゆがみが生じ、それを元に戻そうとする力が振動をおこすのである。児童は、簡単な実験によって膜の振動を観察することができる。音楽室にある小太鼓を水平に置き、膜の中心部付近にピンポン球を置いて太鼓を叩くと、球が小刻みに跳ね上がる様子から、膜が振動していることがわかる。強く叩いて大きな音を出すほど球は高くはね上がることから、膜の振動が大きくなっていることがわかる。大太鼓を用いて同様の実験をし、小太鼓の場合と比較すると、同じような強さで膜を叩く場合、ピンポン球の動きから、小太鼓の膜は小刻みに振動し、大太鼓の膜はゆっくり振動していることがわかる。高い音のする小太鼓の膜の方が、低い音のする大太鼓の膜よりも速く振動しているのである。

ピンポン球の代わりに、小さくて軽いカラフルな粒状の物をたくさん置くなどすれば、太鼓のリズムや強弱に合わせてそれらが踊っているように見え、児童にとって視覚的にも音楽的にもおもしろい活動になるだろう。但し、このような実験においては、太鼓の皮の部分など、楽器を傷つけないように配慮する必要がある。

同じ太鼓であれば、膜の張りを弱くするほど、叩かれて生じるゆがみを戻そうとする力が弱くなるため、振動が遅くなって低い音が出る。児童はこれを、小太鼓や大太鼓の調律ネジを緩めることによって実験することができる。この場合、全てのネジを同じ角度だけ少しずつ緩めるなどして、全体の張りをなるべく均等に緩める必要がある。打楽器の膜を

通常よりも強く張ることは、楽器を傷める原因となるので避けるべきである。また、太鼓類の調律は難しく手間がかかるため、調律ネジを動かす場合は、楽器の維持担当教諭の許可を得る必要がある。ティンパニーには、ペダルで膜の張りの強さを変えて音高を変えられるものがある。そのようなティンパニーが学校にある場合には、音高と膜の張力の関係の実験が容易にできる。但し、ティンパニーを移動させる時は、膜のフレーム部分を持たず、脚または胴を持つ必要がある。本物の楽器を用いる実験においては、楽器の緻密な構造を理解させると共に、楽器を大切に扱う態度の育成にも心掛けたい。

太鼓の膜の振動の仕方は、膜の場所によって様々である。つまり、一枚の膜からは様々な音が出ており、それらを総合した音が、その太鼓の音なのである。太鼓類が、他の楽器に比べて音高が定まりにくく、メロディーを演奏するのに適さないのはこのためである。このような膜の振動の性質上、太鼓の音を調和のとれた良い響きにするためには、均一の強さで膜を張る必要がある。このため、大太鼓、小太鼓、ティンパニーなどは、膜の円周上にある調律ネジのうち、直径の両端にある2つずつを順に締めて、ネジ付近の膜を叩くと同じ高さの音が出るように、張りを均一にするのである。児童には、音楽室にある大太鼓や小太鼓の調律ネジ付近の膜を順に叩いて、同じ高さの音が出るかどうかを確かめさせてみるとよい。うまく調律されていない場合は無理に直そうとせず、楽器の維持担当教諭に相談しよう。

太鼓の膜がどのように振動しているのかをより詳しく観察するためには、太鼓の膜の上におがくずを散らして、その動きを見るという方法がある。太鼓をスピーカーの上に置き、スピーカーから特定の音高の音を、ベース音のように反復して鳴らし続けると、おがくずが移動して模様ができる。木の音板での実験と同様、おがくずが集まってくるところが振動の節である。音高をいろいろ変えてみると、おがくずが中央に集まってくる音がある。振動の節が中央にあるということである。次に、その音よりも1オクターブ下の音を出すと、おがくずは一度に吹き飛んでしまう。太鼓の膜全体が振動の腹になったからである。太鼓の中央に1つ振動の節がある音を1オクターブ下げると、振動数が2分の1になって、腹が中央に1つとなるのである。

2、音の拡大

上述のような音の出るしくみや音高を変える方法を学ぶことにより、児童は様々な楽器作りを工夫することが可能になる。しかし、この時間問題となるのが楽器の音量である。本物の楽器に比べて手作り楽器は、音質と音量が著しく劣る。特に児童が弦楽器を作る場合には、本物のギターや箏のように大きな音が出ないことに不満を抱くかもしれない。たいていは本物の楽器を真似て、箱に弦を張るような形にするであろうが、この時児童に、なぜ箱型なのか、箱に穴を開ける必要はあるか、バイオリンやギターは、なぜあのように大きく美しい響きの音が出るのか、などということに疑問を抱かせたい。そして、音を拡大するにはどうしたらよいかを考え、楽器作りを工夫させたい。

(1) 振動を伝える

音を拡大する方法の一つを、児童は音叉を使って容易に体験できる。音叉の柄を黒板に

当てるとなぜ音が大きくなるのだろうか。音が発生して人間に知覚されるまでの過程を児童に思い出させることにより、音叉の振動が黒板に伝わって、面積の大きな黒板がより多くの空気を振動させていることに気づかせたい。音を拡大するためには、音源の振動を、まわりの空気をより大きく振動させる他の物に伝えればよいのである。

音叉の代わりに小さな櫛を用いることによって、児童は上記と同様の実験を個性的に行うことができる。櫛の歯を指や棒でなでると、ラテン楽器のギロのような音がする。歯の長さが部分的に異なる形の櫛の場合、音高が変わっておもしろい音がする。この時は、なぜ音高が変化するのも考えさせたい。黒板をはじめ、いろいろな物に櫛を接触させて歯をなでると、音の大きさや音色が様々であることに児童は気づくだろう。この時、児童には、活動を楽しみながら音の変化の理由を考えてもらいたい。

これを手作り楽器として用いて音楽活動を行う場合は、空き箱、空き缶、紙コップ、プラスチックのクリアーカップなどのような台の上に櫛をのせ、棒で歯をこすると演奏しやすい。このとき児童は、比較的小さな紙コップやクリアーカップから、意外に大きな音が出ることに気づくだろう。さらに、櫛のほかにも様々な物を使って、振動の伝達による音の拡大を利用した楽器を作ったり考案したりすれば、知識の応用力が高められる。例えば、クリアーカップの底の中央に小さな穴を開け、そこにカップの内側から竹串を刺して固定し、ぬれた布でカップの中の竹串をこすると、摩擦によって生じた振動がカップに伝わっておもしろい音がする。これは、クィーカーというブラジルの楽器の応用である。

(2) 共鳴させる

上述の実験では、音叉の柄を黒板に接触させると、音叉の振動が黒板に伝わり、それがまわりの空気を動かして、音叉の音が大きくなった。同様に、ギターやバイオリンの胴に音叉を当てると、響きの豊かな大きな音が鳴る。黒板より小さな楽器でも、音を大きくできるのはなぜだろうか。児童がこれを解明するためには、「共鳴」という現象を理解する必要がある。

例えば、音楽室でピアノを弾くと、ある音を弾いた時だけ、同じ部屋に置いてある小太鼓の裏のスネア（響き線）が鳴ることがある。この現象は、次のような実験によって確認することができる。例えば、ギターの2本の弦を同じ高さの音に調弦し、一方の弦をはじいてすぐにその音を止めても、はじかれていないもう一方の弦から音が出ている。また、ギターの弦と同じ高さの音をピアノで鳴らし続けると、そばに置いてあるギターが鳴り始める。これらは不思議な現象として、児童の興味をひくだろう。まずはこのような体験を通して、同じ振動数の物体がある場合、一つが振動すると他の物も振動し始めるという「共鳴」の原理を、児童に理解させたい。

音叉の柄を板に接触させると、音叉の振動が板に伝わって音が大きくなる。この時、板の代わりに箱型の物を用いると、音叉の振動数と箱の中の空気の振動数が一致すれば、共鳴が起こって音が大きくなる。ギターやバイオリンの胴に音叉を当てたとき、響きの豊かな大きな音が鳴るのは、胴内の空気が共鳴しているからである。

ギターやバイオリンでは、弦の振動が駒を通して胴に伝わり、胴の振動が中の空気を振動させている。ギターの胴の上にガラスビーズのような小さな粒などをのせて弦をはじくと、粒の動きから、胴が振動していることがわかる。箱の中の空気が特定の音に共鳴する

ためには、高い音の共鳴には小さな箱、低い音の共鳴には大きな箱というように、箱内の空気量が音高に合致していなければならない。従って、複数の音高を奏でる楽器において効率的に共鳴を得るためには、様々な音高に対応できるよう、胴の中に様々な大きさの空間を作ればよい。ギターやバイオリンの胴が四角い箱でないのはこのためである。特にバイオリンは、ギターよりも胴の形が複雑であるため、音色が非常に豊かである。また、ギターやバイオリンの胴にあいている穴（響孔）は、胴内の空気の複雑な振動を促進したり外に伝えたりする役割を果たしている。しかし、三味線のように胴に穴のない楽器もあるので、穴が必要というわけではない。

上記のような共鳴胴とは別の形で、楽器の音を共鳴させる方法もある。音楽室の木琴や鉄琴のなかには、一つ一つの音板の下に長さの異なる金属の円筒のついたものがある。これらの筒は、管内の空気柱の共鳴を利用して、音板の振動によって生じた音を拡大するための共鳴管である。前述の木の音板の実験用具を使うと、児童は共鳴管の実験を行うことができる。長さ 20cm ほどの音板の 2 つの節の部分の下に、クッションをはさんでジュースの空き缶を置き、音板の中央の下に、上ぶたを抜いた空き缶を置く。中央の空き缶に少しずつ水を入れながら音板をバチで叩き続けると、ある時点で音量が増し、音色も豊かになる。これは、音板の振動数と空き缶内の空気の振動数が一致して、共鳴が起こったためである。この実験では、缶内の水量を微妙に変化させる必要がある。それでも音量が変わらない場合は、音板の振動数に対して空き缶の長さが足りないことが考えられるため、長い缶を使用したり、音板を短くしたりして調節するとよい。

以上のように、楽器の多くは、共鳴を利用して豊かな音量と音色を生み出すようになっている。児童が楽器を作る場合には、これらの知識を生かし、実際に音色の違いを確かめながら、自分の求める音を出すために、楽器の構造を工夫してもらいたいものである。

3、音の伝達

音の出るしくみや音高を変える方法、音を拡大する方法などを学ぶことによって、児童は楽器に興味を持ったり、楽器作りを楽しんだりすることが可能になる。児童はさらに、実際の音楽活動における聴衆の立場になって、音の伝達に関する性質を学ぶことにより、音や音楽の不思議さ、おもしろさ、感動を味わうことができるだろう。

(1) 合奏における楽器の配置

児童は音楽の授業において、合奏をしたり、オーケストラの音楽を映像つきで鑑賞したりする。それらの合奏では何種類もの楽器がたくさん使われているが、それぞれの楽器の配置はどうやって決めるのだろうか。学校で合奏をする時、なぜ太鼓や木琴は後ろの方で、リコーダーや鍵盤ハーモニカは前の方に配置するのか。オーケストラでは、なぜステージの前方から弦楽器、木管楽器、金管楽器の順で、打楽器は後ろの方に配置されているのか。オーケストラの映像などを見せて、児童に不思議だと思うことを挙げるように促し、児童の方からこのような疑問が出てくれば理想的である。

楽器の配置の根拠を解明するためには、音響学的視点から音の性質を知る必要がある。まず初めに押さえておくべき事項は、「音は伝わる」という性質である。前述したように、

音が聞こえるのは、音源の振動が空気などの媒体を伝わって人間の耳に届くからである。

音が伝わるには一定の時間がかかる。その伝達速度は、空気や水などの媒体によって異なるが、同じ媒体であれば、音源とそこから出た音を聞く者との距離が遠くなるほど伝達時間は長くなる。このことは、外野席などの遠くから野球の試合を見ている時、ミットにボールが入って、或いはバットにボールが当たって少し時間がたってからその音が聞こえるという現象から実感できる。児童にもこのような現象を、校庭や体育館で体験させるとよい。

合奏においては、各々の楽器から出る音が全体として美しい響きとなって聴衆に伝わるのが重要であり、楽器の配置はこれを実現するための手段の一つである。それには音響学的視点から、次のような音の伝達に関する性質が関係してくる。すなわち、(a) 音源から遠いほど音は小さく聞こえる、(b) 障害物があると音は伝わりにくい、(c) 低い音ほど障害物を越えて伝わりやすい、(d) 楽器の種類によって音の放射方向に異なる特徴を持つ、という4つである。

(a) 音源から遠いほど音は小さく聞こえる

遠くの音ほど聞こえにくいという現象を、児童は日常的に経験しているが、音の伝達性質として意識してはいないだろう。そこで、次のような実験を通して、「音源から遠いほど音は小さく聞こえる」という音の性質を確認する。例えば、教壇で誰かが小さな声で話す場合、教室の後ろの方にいる人ほど話が聞き取りにくい。同様に、教卓に置いた CD プレーヤーなどから小さな音で音楽を流してみてもよいだろう。

音の伝達に関するこの性質から、合奏においては、大きな音量を容易に出せる楽器ほど、聴衆から遠いステージの後ろの方に配置してよいことになる。オーケストラの場合、ステージの手前から弦楽器、木管楽器、金管楽器の順で配置されているのはこのためである。

(b) 障害物があると音は伝わりにくい

音源と聞き手の間に障害物があると、音が聞き取りにくくなる。この性質もまた、児童が教室で容易に実験できる。例えば、CD プレーヤーなどの音源と聞き手の間に板などの障害物を置くと、音が聞こえにくくなる。あるいは、小さな声で話している人と聞き手の間に、別の一人が立ちはだかると、声は聞こえにくくなってしまう。

演奏会場における合奏では、ステージの後方、つまり、ある演奏者と客席との間に他の演奏者が多くいるほど、人や譜面台という障害物が増えて音が伝わりにくくなる。従って、同じような音量の楽器であれば、より良く聞こえてほしいものほどステージの前方に配置すればよい。例えば、比較的主役の楽器や、同じ楽器の中では上手な演奏者などである。オーケストラにおいて打楽器郡が後方に位置しているのは、それらが通常、主旋律を演奏する主役ではないためである。また、協奏曲において主役である独奏者がステージの一番前で演奏するのも、演奏者がよく見えるというだけでなく、その音が最もよく聞こえる位置だからである。

合奏において楽器と聞き手の間の障害物をなくすにはどうすればよいだろうか。何列にもなる大編成の合奏の場合、後方の楽器は、ステージの床よりも高い位置にある雛壇に配置することによって、前方の障害物を避けることができる。また、曲の途中で主役となる

旋律を演奏する時だけ、楽器の奏者が椅子から立ち上がることは、視覚的にも音響的にも効果がある。

(c) 低い音ほど障害物を越えて伝わりやすい

低音すなわち振動数の少ない音ほど音波の波長が長いため、障害物の陰にまで音波が回り込みやすい。これを音の「回折」という。高音ほど回折度が小さいため、障害物を越えて伝わりにくい。

水面に波を作る実験によって、児童はこの回折現象を視覚的に確認することができる。たらいなどに水を入れ、モーターなどで振動する物体を水面に接触させて波を作る。波の進行方向に小さな木片などの障害物を置き、波がそれを越えてどのように伝わっていくかを観察する。振動数を変えて波長の大きな波と小さな波を作って比較すると、波長の大きな波の方が、障害物の後ろにまで回り込んでいることがわかる。

音の回折現象は、日常生活においても観察できる。例えば、道路や工事現場の騒音を建物などの物陰から聞く時、低音の騒音の方が高音のそれよりもよく聞こえるはずである。物陰から出ると、高音の騒音が聞こえてきたりする。しかし、騒音は高音と低音のバランスを考えて発せられているわけではないので、音の高低だけでなく音量の違いも聞こえやすさの要因となる。従って、音量のバランスが考慮されている音楽によってこの現象を確認するほうが良いだろう。例えば、通りを行進して来るマーチング・バンドの音楽を建物の陰から聞くと、大太鼓やチューバなどの低音楽器の音が大きく聞こえる。建物の陰から通り出ると、笛などの高音楽器の旋律も聞こえてくる。また、公園などで生演奏が行われている場合、木々や建物の陰から低音部だけがよく聞こえてきたりする。

学校内でも工夫すれば、児童にこのような体験をさせることができる。例えば、低音と高音のはっきりした音楽を CD プレーヤーなどで再生し、スピーカーの近くに板のような障害物を立てると、ベースのような低音に比べて、シンバルのような高音が聞こえにくくなることに気づくだろう。

以上のような回折の性質から、合奏においては、同様の音量であれば、低音域を担当する楽器ほど後方に配置してよいことになる。障害物すなわち前の列の演奏者たちを越えて、音が伝わりやすいからである。

(d) 楽器の種類によって音の放射方向に異なる特徴を持つ

管楽器は主として管の開口部から音が放射されるが、弦楽器の音の放射方向はこれとは異なる性質を持つ。例えばバイオリンは、音の高低によって楽器本体（共鳴胴）の振動の仕方が異なるため、高音（1000 ヘルツすなわち、中央 C から 2 オクターブ上の C 音あたり以上の高音）が、演奏者の右方向によく伝わる。従って、オーケストラの楽器配置でバイオリンが客席から向かって左側に位置していることにより、高音が良い音質で聞こえる。また、第 1 バイオリンが向かって左側、第 2 バイオリンが向かって右側に配置される、いわゆるヨーロッパ型の配置では、第 1 バイオリンと第 2 バイオリンの音のコントラストがはっきりすることになる。第 2 バイオリンが低音部を担当する曲を演奏する場合には、約 800 ヘルツ以下の低音は、演奏者の左右に同等に音が伝わるため、この配置で特に問題はない。しかし、第 2 バイオリンが第 1 バイオリンと同様の高音域を担当する曲を演奏する

場合は、両方とも向かって左側に配置するアメリカ型の配置の方が、高音のハーモニーが美しく聞こえることになる。

ビオラの通常の担当音域は、演奏者の左右に同等に音が伝わる（約 800 ヘルツ以下）ため、音域的に第 2 バイオリンとチェロの間である、客席から向かって右側の奥に配置するのが適当と言える（ヨーロッパ型、アメリカ型の両方においてこの位置）。チェロやコントラバスの音域は、360 度均等に音が伝わるため、ステージ上の左右どちらに配置しても差し支えない（ヨーロッパ型ではチェロが中央でコントラバスが左の奥、アメリカ型ではチェロが右手前でコントラバスが右の奥）。

このように、主に主旋律を担当するバイオリンが左右の配置の考慮を要する弦楽器に対して、オーケストラにおける管楽器と打楽器の奏者は、通常、まっすぐ客席に向かって演奏して問題はない。一方、前に音が伝わる木管楽器が主旋律を担当する吹奏楽においては、まとまりのあるハーモニーを作るために、指揮者を中心に半円を描くように木管楽器を配置する。この時、右側に開口部のあるフルートは、通常、客席から向かって中央または左側に配置される。金管楽器のうち、トランペットやトロンボーンは管の開口部が前を向いているため、木管楽器の後方で、まっすぐ客席に向かって配置される。しかし、管の開口部が右後方に向くホルンは、後方の金管楽器群の中では向かって左側に配置され、ストレートな響きを出すためには前方の向かって左側、やわらかい響きを出すためには前方の向かって右側に配置される。ユーフォニウムやチューバは、管の開口部が上方を向いているため、音の伝わる方向よりも音域を考慮して配置される。但し、同じ最低音域の担当で、開口部の方向が逆である、チューバ（左上方）とバス（右上方）は、開口部が向き合わないよう配置する必要がある。

上記のような楽器の音の放射方向や配置法を、全ての児童が詳細に理解する必要はない。しかし、少なくとも、楽器の音の伝わり方にはある程度の指向性があり、それが楽器の配置にも影響しているということは学んでほしい。

以上のことから、合奏における楽器の配置は、音の伝達に関する上記 (1)～(4) の性質を考慮しつつ、全体的な音のバランスや演奏目的（どの楽器を主役にしたいのか、どのような演奏効果をねらっているのか等）に従って決定されることになる。楽器の配置法に絶対的な規則はないが、幾つかの典型的な配置というものは確立されている。例えばオーケストラに関しては、前述のようにヨーロッパ型とアメリカ型というものがあって、弦楽器の配置が大きく異なる。学校教育における吹奏楽や簡易楽器合奏についても、幾つかの典型的な楽器配置例が示されている。しかし、楽器の数や演奏者の技術のバランスが良くない状態でより良い音響を求める場合は、慣習的な楽器配置よりも、音の伝達の性質に基づいて適宜配置を工夫することが重要である。

音の伝達にかかわる上記の 4 つの性質を、児童が体験的に楽しく学び、それらが合奏における楽器の配置とも関連していることを知れば、音や音楽に対する児童の興味は高められるかもしれない。

(2) ホールの音響学

(a) 音は反射する

周りに何も無い広い平地に、屋根も壁もないステージと客席を作って合奏を行う場合と、屋根や壁のあるステージや音楽ホールで合奏を行う場合とでは、音楽の聞こえ方が異なってくる。屋根や壁のある場所で演奏する場合、音の伝達に関するもう一つの性質、すなわち、「音は反射する」という性質が重要となる。

音は障害物に当たると反射する。音の反射が繰り返されると、その音は反響となって聞こえる。つまり、ある音が既に音源から発せられなくなっているにもかかわらず、その音が聞こえ続けるのである。

音は反射するたびに反射面にエネルギーを吸収され、徐々に弱くなっていく。反射面の性質によってその吸収度は異なり、柔らかい物質ほど音のエネルギーを多く吸収する。音が反射を繰り返すと、その反響は次第に聞こえなくなる。ある音が音源から発せられなくなった時から、その音の反響が聞こえなくなるまでの時間を、残響時間という。

音楽ホールでは、反射・反響という音の性質を利用して、より多くの聴衆がより美しい音響を楽しめるように様々な工夫がなされている。ホールの壁や天井は、一枚板のように平らではない。音が様々な方向に反射を繰り返すよう、凹凸や彎曲、不規則的な角度がついていたりする。このようにホールの内側は、音が効果的に反射・反響するような形状となっているため、聴衆は音源からの直接音だけでなく、反射音・反響音も聴くことによって、合奏中の各楽器の音をバランス良く美しい響きで聴くことができるのである。

では、野外で音楽会を行う場合、音の伝達の性質を利用して聴衆により良い音響を与えるためには、どのような工夫をすればよいだろうか。これについては、音楽ホールの構造を学んだ上で、児童にいろいろ考えさせるのもよいだろう。

公園などに常設されている野外音楽堂では、最もシンプルな形として、ステージの背後に反射壁が置かれ、音が客席に向かって反射するよう、壁の角度が工夫されている。二枚貝の殻を立てたように内側が緩やかにカーブした壁などが効果的である。この場合、ステージ上の演奏者の位置も重要である。それによって音の反射方向が変わるからである。ステージに屋根をつける場合は、反射音が客席に向かうだけでなく、演奏者が互いの音を良く聞き合えるように、天井の形や角度を工夫する必要がある。しかし、どんなに工夫を凝らしても、野外のステージでは、屋内の音楽ホールのような音響効果は得られない。

(b) 反射・反響音の体験

上記のような音の反射・反響の原理を児童が興味をもって学ぶためには、先に理論を教えるのではなく、まず児童に現象を体験させてから、その原因を探究させるという方法が望ましい。

例えば、地域の音楽ホールに行って音の反響を体験する。ステージで合唱をしてみて、教室や音楽室で歌う場合と比べて音の響きはどう違うか、特に歌い終わった時の最後の音をよく聴いて、残響の長さを実感する。また、ステージのすぐ近くから客席の最後部へと移動しながら合唱を聴き、直接音が聞こえにくくなる場所や、音の聞こえ方が変わる場所を探してみる。あるいは、ステージ上やホール内をあちこち移動しながら、声を出したり手を叩いたりして、響きの違いを探してみる。次に、普通の建物の内部と比べて、音楽ホールの形状にはどのような特徴があるか、壁、天井、床などを観察し、なぜ音がよく響くのかを考える。

音楽ホールの響きを体験したら、身の回りで同じように音の響く場所を探してみる。例えば、階段の踊り場、体育館、トンネル、洞窟、風呂場などである。そこで手を叩いたり、声を出したりして、残響の長さを確認する。場所によって児童は、エコー（こだま）の存在にも気づくだろう。次に、その場所の形状（壁、天井、床など）がどのようになっているかを観察し、なぜ音がよく響くのかを考える。特に家庭の風呂場は、児童が簡単に反響を体験できる場所なので、入浴しながら歌を歌い、どうして風呂場は音がよく響くのか、身近な現象を追究させるのもよい。風呂場と他の部屋との違いは何か、トイレや洗面所も響くのか、など、家庭内での観察・実験が可能である。音楽ホールを観察する機会が容易に得られない場合は、このような身近な場所から学習を始めるのもよいだろう。

音響に関する部屋の構造に着目する場合、学校の音楽室、放送室、視聴覚室、オーディオ・ルームなどと、普通の教室との違いを観察するという方法もある。可能であれば、地域の文化センターなどに行って、講演や演芸などに使われる部屋とそうでない部屋との違いを探るのもよい。

いずれにしても、「体験・観察・原理の理解」は、適宜繰り返し行われる必要があるので、児童が何度でも体験・観察できる場所を幾つか候補として用意しておく必要がある。音楽ホールなど、予約を要する特殊な場所に行く場合は、児童が「もう一度行って確かめたかった」という欲求不満に陥らないよう、教師は綿密な計画を練らなければならない。

(c) より良い音響の追究

音楽ホールの反響や残響に工夫を凝らす理由は、それによって、人が音楽を聴いたり演奏したりする時の心地よさや感動が増すからである。残響時間が適度に長いほど、音楽は全体的に柔らかい響きや壮大な響きとなる。音楽の種類によって、最適といわれる残響時間は異なる。例えば、17・18世紀の西洋芸術音楽（バッハやモーツァルトの曲）には、19世紀末のそれ（ブラームスやチャイコフスキーの曲）よりも短い残響時間が好まれる。また、講演よりも室内楽、それよりもオペラ、それよりも交響曲、それよりもパイプ・オルガンの音楽の方が、一般により長い残響時間を求められる。キリスト教の音楽は、教会内部のような長い残響によってより美しく神聖に感じられるのである。これに対して、本来、野外や木造建築内で行われる日本の神道音楽にとって、長い残響は不自然である。

心地よい反響や感動できる残響時間をいろいろ体験することは、児童の精神生活にとっても有用であろう。例えば「キミの好きな音楽はどんな反響や残響時間が最適？」というような課題を与え、異なる反響や残響時間の場所に行って、音楽の授業で学んだ合唱曲などを演奏させてみる。あるいは、様々な演奏会場（室内、クラブ・ハウス、音楽ホール、教会、スタジアム等）の特徴的な反響を再現する機能のついたオーディオ機器を用いて、自分たちの演奏を録音したカセットテープや、CDの音楽を再生するなどして、それぞれの音楽にふさわしい反響や残響時間を追究させることも可能である。

(d) 発展的学習

以上のような内容の学習を通して、児童が音の伝達上の性質をもっと知りたいと思うようであれば、次のような内容の学習に発展させることもできる。

例えば、音楽ホールにおいて、音のエネルギーは聴衆の身体にも吸収されるため、聴衆

の人数が反響に影響を与える。また、冬場の演奏会では聴衆が厚着をしているため音の吸収率が高くなり、理論上ホールの反響に影響を及ぼすことになる。音の吸収率という点では、音の伝達速度は気温が低いほど遅くなるという性質も、多少の影響を与えるだろう。しかしこれらは、ほとんどの聴衆にとって、音楽の聞こえ方が明らかに異なるというほど大きな影響を及ぼすものではない。

また、演奏会とは関係がないが、音の伝達速度と気温との関係は、静かな夜には遠くの音（教会の鐘の音など）がよく聞こえ、晴れた日中はあまり聞こえないという現象を引き起こす。同じ晴れた日中でも、高層ビルの上部の部屋で窓を開ければ遠くの音がよく聞こえる。音の伝達速度は気温が低いほど遅くなるため、地表面の気温が低い夜などには、遠くから伝わってくる音が下降してくるような形でよく聞こえるようになる。逆に、地表面の気温が高くなる晴れた日中などには、遠くから伝わってくる音が上昇していくような形で聞こえにくくなる。しかし、音が上昇していく高層ビルの上部では、その音はよく聞こえるのである。風もまた、音の伝達速度に同様の影響を与える。地表面では無風で、上層部に行くほど強い風が吹いている時、風が音源から聞き手の方に向かってきている場合は、上層部の音の波が風によって前方に引っ張られるため、風のない地表面では音が下降してくるような形でよく聞こえるようになる。逆に、聞き手にとって追い風の場合は、上層部の音の波が風によって後方に押し戻されるため、風のない地表面では音が上昇していくような形で聞こえにくくなる。「音の屈折」と呼ばれているこのような現象も、児童が生活地域で体験することが可能であり、音に興味を持つきっかけとなるかもしれない。

4、実践事例の考察

これまでの考察では、音の出るしくみや、音の拡大法、音の伝達上の性質などの学習を通して、音や音楽の不思議さ、おもしろさ、感動を児童に伝える方法の提案を試みてきた。ここでは、これらの学習内容とかかわりのある幾つかの実践事例を分析し、上記の提案の視点からそれらの改善の方向を示すと共に、理科と音楽科の関連をはかる新たな視点の可能性についても述べることにする。

(1) 音楽ホールの音響学に関する実践事例

(a) 音楽ホールでの体験学習

この実践は、小学校3年生と5年生の児童が、学校の教室や音楽室では得られない音響を体験するために、音楽学習の一環として、地元の音楽ホールを見学しに行くというものである。従来の音楽授業においては、表現と鑑賞を活動の中核としながらも、音楽が演奏される場所やそこでの音の響きは、学習の対象としてほとんど注目されて来なかった。この点において本実践は、画期的な試みである。

児童が訪れたホールは、反響板を必要としないシューボックス型構造で、残響時間は満席時（350席）で1.7秒である。ホールの正面に古風なデザインの巨大なパイプオルガンがあり、天井のシャンデリアなどの内装も美しく、視覚的にも児童の興味を喚起する。

3年生の児童たちの活動は以下のようなものであった。

- ・館長からホールの説明を聞く（普通の話声が隅々までよく聞こえる）。

- ・手を叩いてホールの響きを確認する。
- ・舞台上での教師の演奏を聴く（リコーダー独奏、声楽曲独唱）。
- ・希望児童が舞台上で独唱する。
- ・学級全員が舞台上で斉唱する。
- ・ホールの設備やパイプオルガンの仕組みについて館長に質問する。

この音楽ホールにおける5年生の児童の体験学習のねらいは、児童がホールの響きを楽しむとともに、音が響いて聞こえる良さや美しさを味わうことにある。この年齢の児童が音響の良いホールの響きを味わうことは、音楽性や感性を培う上で貴重な経験となるのである。高学年では、演奏場所による響きの違いを感じ取って聴くことが求められ、学校の音楽室や教室など、音楽ホール以外の場所でも音の響きに関心を持って聴いたり演奏したりする態度を身につけることも目指されている。ホールの響きそのものは学校では再現できないが、ホールのような美しい響きに少しでも近づけるように、児童が発声や演奏法などの音楽表現上の工夫をすることが期待されている。

また、本実践では、音楽ホールの残響時間に注目することにより、音が鳴り終わるまで注意して聴く、最後まで響きに耳を傾けようとする態度を育てることも意図されている。関連活動として、鉄琴やピアノ等を用いた音の余韻の聞き取りを、学校の音楽室や教室においてゲーム感覚で行っている。

(b) 理科の学習への発展

この実践において児童は、手を叩いて音楽ホールの残響に耳を傾け、実際に演奏を聴いたり、自分でも歌ってみるによって、ホールの響きを実感した。このような活動を通して、児童は、音楽ホールでの音響現象をおもしろいと感じたり、いつもより美しく聞こえる先生や自分達の演奏に感動したり、それらを不思議に思ったりしたのであろう。しかし、なぜホールの響きが学校の音楽室や教室とは異なるのか、その原因を追究する学習は行われていない。この実践を、音響学にかかわる理科の学習に発展させるためには、以下のような方法が考えられる。

例えば、ホールの残響時間を児童が測定する。手を叩いたり、カスタネットなどの余韻の短い打楽器を叩いたりして、残響時間をデジタル・ストップウォッチで測ってみる。正確な測定は不可能であるが、残響時間という数字の意味を子供なりに実感できるだろう。これは「音が鳴り終わるまで注意して聴く」活動でもある。

高学年であれば、「ホールの残響時間は1.7秒」という時、なぜそれが「満席時」であることを付加するのか、満席でない時には何が異なるのか、なぜ違いが生じるのか、などを疑問に感じることができ、理由を考えてみることも可能であろう。また、このホールの構造である「シューボックス型」とは何か、他にどんな構造のホールがあるのか、シューボックス型のホールはなぜ反響板を必要としないのか、など、ホールの構造と音響学に関する学習を、小学生なりに行うこともできるだろう。より身近な例からこの種の学習に取り組むのであれば、音楽ホールの響きと学校の音楽室や教室での響きはなぜ異なるのか、という問題から入って、ホールに近い響きが得られる場所を探す活動などを取り入れることもできる。

3年生の児童が、パイプオルガンの仕組みについて質問したり説明を聞いたりしている

ことから、児童はやはり、楽器がなぜ鳴るのか、その仕組みに興味があるらしい。何にでも疑問を抱く年齢の時期にこそ、疑問を解決しようとする活動を行わなければ、そのうち疑問を抱かない習慣がついてしまうだろう。ここではやはり、パイプオルガンの仕組みについて、3年生なりに学習を発展させるべきである。

また、この実践では、残響や余韻に耳を傾けることによって、音の響きに敏感になることが目指されているが、ホールの残響と鉄琴の余韻は、似てはいるが物理的に異なる現象である。このことを児童に理解させることが、理科の学習への発展となる。というよりも、物理的に異なる現象を、児童に同じ現象であると誤解させてしまってはならない。「最後まで響きに耳を傾けようとする態度を育てる」という音楽的なねらいのためには、残響と余韻が同じだろうが異なろうが全く問題はないが、こういうことを曖昧にしていたのでは、児童に科学的な態度は育たないだろう。なぜ教室では残響が得られないのに、余韻は得られるのか。残響と余韻の違いは何か、その答えを小学生なりに探ることは可能である。

(2) 楽器作りの実践事例

(a) 竹を用いたオリジナル楽器作り

この実践は、大学附属小学校の5年生が、大学の自然観察実践センターの竹林を活用して竹の魅力と可能性を探る、総合的な学習の一環として行われたものである。竹にかかわる様々な体験学習を通して竹に親しみを持った児童は、竹の楽器で音楽を作りたいと思うようになり、竹を用いたオリジナル楽器とアンサンブルの創作に取り組むことになった。

児童はグループに分かれてアンサンブルの構想を立て、竹を採取することから始めてオリジナル楽器作りに取り組み、マラカス、竹琴、竹笛のほか、独創性のある様々な楽器を製作した。その後、手作り竹楽器を持ち寄ってアンサンブル曲を創作し、児童集会で発表した後、さらに、保護者を招いて竹林でコンサートを開いた。

この実践のねらいは、「同質の素材を使って出せる音に興味を持ち、アンサンブル活動に積極的に取り組もうとする」といった、音楽への関心・意欲・態度をはじめ、音楽的な感受性、表現上の工夫や技能、鑑賞能力に関するもののみである。しかし、児童らはこの一連の学習活動を通して、音楽的な目標以外の多くのことを学び、体験している。図工、家庭科、理科の学習も関連する総合的な性質の活動に、音楽科以外のねらいを意図しないのは、もったいないことである。この実践を理科の学習に発展させるためには、以下のような方法が考えられる。

例えば、楽器作りの過程で、児童は音を確認しながら、竹を切ったり削ったりの試行錯誤を真剣に繰り返したのであるが、この時、どうすれば自分の求める音が出るのか、多少は音響学的な探究が児童なりになされたと思われる。ここで教師が、児童の直面している問題にかかわる音響学的な実験や探究を意図的に促し、児童がそれらを通じて得た知識を活用できれば、楽器作りは、児童の興味や探究心をより満足させるような、意義ある学習活動になると思われる。

また、最後の竹林でのコンサートでは、「演奏した時、竹林の中の空気が震えて思わずゾクゾクとした」という児童がいた。この体験を、教室や音楽室、運動場、体育館における演奏体験と比較することにより、竹林の音響の学習へと発展させることが可能である。

竹林でのコンサートでは、「自然にとけ込む不思議な気持ち」を味わった児童もいる。

「コンサート用につくった衣装も竹林の緑に溶け込んで…自分たちも自然の一部なのかと不思議な気持ちになった」「笹の葉を打つ雨音も演奏に加わっているようだった」など、自然との一体感を体験したようだ。このような体験は、児童が自然と人間との関係を考えるきっかけとなりうる。自然の素材を用いた楽器を作り、そのような楽器を自然の中で演奏する音楽活動は、音響学的な学習のみならず、自然と人間との関係の学習へと発展する可能性を持っている。音楽と理科の学習は、このような形でも関連しうるのである。

(b) 理科室から飛び出したオリジナル楽器でコンサート

この実践は、生徒の豊かな創造性を育む手段の1つとして、必修教科内での横断的・総合的学習の導入を試みている中学校における、1年生の理科と音楽科の「教科総合」の一例である。同校では、理科の学習の「音」の単元において、振動数や振幅などによって音を科学的にとらえ、その応用として楽器作りを行っていたが、それが実際に演奏の場で活用されることはなかった。これを音楽科における創作表現活動と結びつけて、「オリジナル楽器でコンサートを楽しもう」という「教科総合」題材を設定し、理科と音楽科のチーム・ティーチングも取り入れたのが、今回の実践である（音楽2時間、理科3時間、T・T3時間）。

題材のねらいは、各班で「私たちの夏」をイメージしたテーマを考え、オリジナル楽器を使って表現を工夫することである。まずは音楽の授業において、生徒たちは班ごとにテーマを考え（「祭り」「山の天候」「去りゆく夏」など）、それを表現する音楽のイメージを図形楽譜で表わし、表現上の工夫や使用するオリジナル楽器について話し合った。一方、理科の授業では、音の科学について、モノコードの実験、音叉の共鳴実験、固有振動数や音の波形の学習を行い、その後、各生徒が楽器作りに取り組んだ。楽器製作にあたっては「設計書」を作成し、完成予想図（材質も示す）、材料、性能を高める工夫（科学的根拠に基づいたことを書く）を記入する。楽器が完成すると、チーム・ティーチングのもとでコンサートに向けた練習が始まり、音楽教師は表現上の工夫、理科教師は楽器の調整を中心に支援する。生徒たちは教師の助言を役立てながら表現や楽器を改善し、最後にコンサートで各班の作品を発表した。

楽器作りの実践事例は、音楽科において数多く紹介されているが、理科の授業や学習内容と関連づけようとするものは非常に少ない。本実践は、音楽科と理科の両方の立場からのねらいが明示され、相乗作用的に達成されている点で、一つの理想的な展開例と言える。音響学に詳しい中学校の理科の教師が指導したとあって、小学校や中学校の音楽教師による楽器作りの多くの実践報告とは異なり、生徒の「設計書」にも完成した楽器にも、科学的根拠に基づいた工夫の跡が見られ、明らかにこれは理科の学習である。一方の音楽活動は、五線譜と音楽理論に縛られない、図形楽譜を用いた自由な発想の音楽作りであり、情景をイメージして音楽にするという、感性豊かな創造的活動である。これらの2つの学習活動の組み合わせは、科学と芸術の総合とも言える。

音楽と理科の学習の総合は、教師にとっても生徒にとっても、普通では考えられないことのようなのである。しかし、生徒の感想のなかに、「理科と音楽を一緒にやるなんて不思議だったが、やっていくうちにおもしろいと思うようになった」「二つの教科がくっつき、それぞれの良さが組み合わさっていった」などとあるように、実際、両科目は密接に関係

しているのである。

本実践もまた、音響学とは別の視点から、音楽活動を理科の学習へと発展させる可能性を含んでいる。生徒が考えた「山の天候」「入道雲と夕立」「荒れてる海」などのテーマは、自然現象に対する驚きや感動を音楽で表現するという視点から、音楽科と理科の総合的な学習へと発展しうる。生徒は、音楽表現のテーマとして選んだ印象的な自然現象を改めて観察したり、その原理を調べたりする。それによってまた、生徒の感動や音楽表現が深まりうるのである。

この実践の学習内容は中学校1年生を対象としたものであるが、ここで見られる題材構成の視点は、小学校においても十分に応用可能であろう。

児童の音楽活動は音響学と大きく関連しているにもかかわらず、音楽学習がこの点に触れることはほとんどない。これだけ音響学的現象に囲まれていながら、それらについて何も知らない、何も疑問に感じない教師と児童は、逆に科学に鈍感になってしまうのではないかという懸念がある。音楽活動は、音の科学を学ぶ絶好の機会を提供する。せつかくの音響学的体験を、理科の学習に発展させ、科学と音楽の両方への児童の興味を高めることにつなげたいものである。

幸い児童は、楽器の音が鳴るしくみを知りたい、手作り楽器で音楽を作りたい、それを友だちの前で発表したい、などという思いを抱き、楽器作りに真剣に取り組んで試行錯誤を繰り返す素質を持っているようである。あとは教師が、音の科学に関心を持ち、担任教師や専科教師が、理科と音楽の学習の関連をはかること、そして、理科の得意な教師と音楽の得意な教師、あるいは理科専科と音楽専科の教師の協力が成功の鍵となる。

本章で述べた音響学的な学習内容例を、すべて理科の時間で取り上げることは不可能であろう。音楽の時間についても、総合的な学習の時間についても同様である。さらに音楽活動は、音響学的な学習だけでなく、自然と人間との関係の学習へと発展する可能性も持っている。要するに、音楽学習においては、理科の学習にかかわる自然や科学の視点を取り入れること、そして、理科学習においては、その内容を実際の音楽表現と関連させることが、互いの学習効果を相乗的に高めるための出発点となる。

【参考文献】

- ・小原一穂、佐藤建子、久慈祥子「音楽科 音楽への思いを伝え合い、音楽を豊かに楽しんでいく子供をめざして－音に学び音に表す音楽授業をどう行うか－」『岩手大学教育学部附属小学校 研究紀要 第23集 学びの自立を図る教育課程の創造（第2次）－発信し合いながら学ぶよさを味わう子供を育てる－』岩手大学教育学部附属小学校、1998年、120－137頁。
- ・繁下和雄『シリーズ・子どもとつくる 4 音と楽器をつくる』大月書店、1984年。
- ・島崎篤子『リサイクル・作って遊ぶ 音楽遊び』ポプラ社、1997年。
- ・夏野智子「理科室から飛び出したオリジナル楽器でコンサートを楽しもう」『教育音楽 小学版別冊 音楽科がかかわる総合的な学習 実践事例』音楽之友社、1999年、111－114頁。

- ・日本バンドクリニック委員会監修『ネム バンドメソッド 指導者のためのバンド教本』ヤマハ、2001年。
- ・橋本文夫『マニアの音響学』誠文堂新光社、1982年。
- ・宮崎新悟「"竹"を中心素材に据えた第5学年の実践 竹が奏でるシンフォニー～素材を生かしてアンサンブル"視竹、聴竹、踊竹"～」『教育音楽小学版別冊 音楽科がかかわる総合的な学習 実践事例』音楽之友社、1999年、56－59頁。
- ・八木正一監修『新・音楽指導クリニック・遊び・ゲームでつくる音楽授業』学事出版、2001年。
- ・八木正一、吉田孝『音楽の授業－総合的な学習をどうつくるか』学事出版、1998年。
- ・Hall, Donald E. *Musical Acoustics*. 2nd ed. Brooks/Cole Publishing Company, 1991.
- ・NHK「音を出す」『10min.ボックス』NHK教育テレビ、2002年9月17日放送。

第5章 理科が好きな子どもを育てる

1、理科が好きな子どもを育てる

「理科が好きな子どもを育てる」ためには「自然科学の感動・おもしろさ」を子どもに伝える必要がある。総合的な学習は、このような感動やおもしろさを伝えるには最適である。こうしたことを通して、知的成就感・達成感を得て、子どもの理科嫌い・理科離れが減少し、学校で起こっている多くの問題の解決にも役立つことが期待できる。

現在、子どもが疑問を持つことが少なくなっている。これは子どもだけでなく、教師にも当てはまる。そこで、子どもの疑問や質問、夢をたくさん出させるようにする。これを「知的・科学的ほらふきを育てる」と呼ぶことにする。第1章で述べた「粉末の水」など「知的・科学的ほら」と言ってもいいだろう。「知的・科学的ほらふき大会」や「科学者や技術者になったら」などの活動を行うこともおもしろい。

特に「理科が好きな子どもを育てる」ことが、学校で起こっている多くの問題の解決に寄与できるかどうか、さらに考察を深め実践によって確かめなければならない。しかし、自然科学を教える際、

- ①迷信や超能力への批判力を育てる、
- ②科学の限界を教える、
- ①自然の驚異に触れる、

などの価値的側面を教え考えさせることは、「理科が好きな子どもを育て」、学校で起こっている多くの問題の解決に寄与できることが期待できる。そして、

- ①自分以外の生物への科学的理解
- ②その独自の生き方への敬意
- ③ともに自然の一員という共感
- ④命あるものへの畏敬

の4項目を原体験・本物、実際の事物・現象を通して教え、考えさせることが重要である。過度の論理性、客観性、実証性の重視は感性を無視し、結果として「理科が好きな子どもを育てる」ことが難しくなる。

また、すでに述べたように、総合学習を単なるイベントにならないように、そして子どもの活動を論理的に体系的にまとめる必要がある。

2、知識の縦割りと横割り

かつて、教育内容の精選が強く主張されたことがあったが、結局実現されなかった。その理由は、日本人の持っている絶対的知識（真理）観にある。それは、絶対的な知識や真理が存在し、それらは変わらないというものである。この考え方からすれば知識や真理に到達する方法よりも、絶対的な知識や真理を教えようとする。一方、欧米人は相対的知識（真理）観を持ち、絶対的な知識や真理は存在せず、それらは変わると考えるから、知識や真理に到達する方法を重視することになる。

日本の各教科の教育内容は、ほぼ当該学問の体系にしたがって知識が縦割りに構成されている。知識は、常に縦割りに構成しなければならないとは限らない。知識を横割りに、あるいは、ある特定のトピックによって、必要な知識や方法を配列して組み立てることも可能である。こうした考え方は、総合学習に見られる特徴である。ここで、トピックとは、

例えば子どもの興味・関心から生まれるものである。こうした考え方に立てば、子どもが学ぶことの楽しさ、面白さを体得し、問題解決能力、創造的能力、情報や知識への接近能力が育成できることが期待でき、子どもの「科学的教養」を高め、将来の科学者を育てることにもつながる。

近年、子どもは勉強の概念が持つ非快適要素を避ける傾向にある。これが理科嫌い・理科離れの背景と考えられる。したがって、勉強の概念に快適要素を導入しなければ、勉強は成立しなくなってきた。このような傾向にも総合学習は有効であることが期待できる。

総合学習では子どもが学ぶ内容や用いる方法は多様化する。これは総合学習のねらいであるが、理科教育の立場から見れば、子どもに共通の知識や方法を与えてやる必要がある。そのためには、私たちが持っている知識（真理）観を見直し、子どもが総合学習を通して身に付ける内容や方法を重視し、教師が与える内容や方法を少なくすることが考えられる。そのためには、教師は総合学習における子どもの活動をよく観察し、活動を方向づけ、修正したりしながら、子どもの将来に必要と思われる理科の教育内容・方法のうち、

- (1) 共通に見られるもの、
- (2) 共通には見られないもの、

を識別する。そして、それらを子どもの活動と関連を持たせ、日常生活や自然現象の説明に応用できるように配慮しながら、問題練習、暗記、応用などによって体系的、構造的、論理的に子どもに教える。

総合学習によって得た豊富な自然体験を基に、このようにして指導することにより子どもに自然科学の体系的知識を与えることができる。すなわち、教育内容・方法の多様化を尊重しながら現行学習指導要領の内容・方法は教えることができる。教育内容・方法が少なくなっても、これらが子どもの自然体験に結び付かず、生活や自然現象に応用できなければ意味がない。

以上述べてきたことは、子どもの自然体験と結び付き、生活や自然現象に応用できる自然科学の体系的知識を教えることの重要性である。

3、理科教育の目標

現行小学校学習指導要領「理科」の目標は『自然に親しみ、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・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。』と述べられている。この目標は日本の自然観と西洋的自然観が結合されたような形になっている。ところで、調和的、総合的、感情移入的かつ情緒的である日本の自然観と、論理的かつ分析的である西洋的自然観の結合は可能であろうか。さらに前述した日本人の絶対的知識（真理）観も考慮に入れば、日本の理科教育は少なくとも欧米の理科教育とは異なることが考えられる。小学校理科の全体構造は、一般には各学年の目標が理科の目標に集約するような形で示されている。しかし、この全体的構造については論理的には説明されておらず、前述の問題点とあわせて、理科嫌い・理科離れの原因の一つになっていると考えられる。

総合学習が理科教育の目標にどのように関連するかを、論理的に解明し説明しなければならない。

4、理科の教育内容

小学校理科の内容に関する知識（問題集で問われているような知識）はさほど重要でなく、それらに関する経験や体験が重要である。日常生活で見られる自然の事物・現象そのものをもっと導入する。すでに実施されている総合学習である。そして、子どもが納得して学び、学ぶ目標を持てるようにし、情熱、努力、感動を理解し、成就観や達成観を持てるようにする。強制を排除し、納得した上での学習を行う。

これまでの小・中学校の理科の内容は抽象的すぎ、論理的すぎた。わかりやすくえると言っておきながら、きちんと教えなかった。結局、教え込んでもいないし、考えさせてもいないし、発見的でもなく、単に、教科書の内容を解説しているだけだった。

現在の理科の教育内容を、子どもの実態を考慮して次のように4つに分け、時間のかけ方にも比重をかける。「単元の配当時間」を廃止するか、あくまで目安とする。

- 1) ドリル、問題練習、暗記などによって知識や概念の定着をはかる内容。
- 2) 体系的に、構造的に、論理的に理解する内容。
- 3) 知識よりも方法、考え方を重視する内容。
- 4) 時間をかけて発見的に、総合学習的に学習・理解する内容。

これまで、帰納的指導が重視されてきたが、演繹的指導をもっと活用し、訓練的要素はきちんと子どもの身につけてやることである。

子どもが理解できる場所は先に進み、自然科学の体系として教えられるところや、実験・観察を行っても理解が難しいところは、1) や2) で教える。溶解、粒子概念、モル概念、物質観、三態などがその例である。学校で学んだ知識や方法が自然の事物・現象の中にあることが分かり、日常生活で応用でき、さらに現在の段階では問題集の問題が解けることも重要である。こうなれば、子どもは理科を身近に感じるようになる。

総合学習的に理科を学習することにより、理科の知識は上から与えられるものという考えに代わって、自分たちでも見付け出したり、作り出したりできるという自信に連なり、情熱、努力、感動を通して全心的理解ができる。このことにより「理科嫌い・理科離れ」の対策にもなる。

次に、他の教科との融合の例を考えて見よう。

顕微鏡で細胞を観察したあと、スケッチと共に、細胞の説明や感動を記録する。この時、客観的な内容と主観的な内容の文章の区別を指導する。必要に応じて、スケッチに色をつける際に美術の学習や、色や光の学習に及んでもよい。また、顕微鏡の操作の際には光の学習をすることが大切である。

音楽の学習は、音響学や声に関する生理学の学習と結合できる。また、家庭科と理科の結合を考えることもできる。

中学校理科の内容は、小学校理科の内容との一貫性・論理性は明らかではなく、小学校理科の内容と比べると抽象的すぎる。

5、新潟県頸城村立大瀧小学校の実践

子どもが納得して学び、情熱、努力、感動を得、成就観や達成観を持てるようにしている総合学習の例を、新潟県頸城村立大瀧小学校の実践の中から一部を紹介する。

3年 とどけ！

・大島村保倉小学校の友達に新聞を送る。

マイフレンド新聞！

- ・頸城村の様子を紹介する。
学校、希望館、大池（ビクターセンター等）等
- ・くびきカルタの作成
- ・保倉小学校の友達との交流会

4年 アドベンチャー

保倉川

- ・保倉川探検（川に沿って歩く）
- ・釣り、魚つかみ、いかだ作、カヌー下り等
- ・頸城の新田開発、大瀧用水の調査
- ・守ろう保倉川、親子保倉川クリーン作戦
- ・保倉川の紹介ビデオ

このような実践を通して、たくさんのことを学び、子どもの学習はさらに広く大きく伸び、夢もふくらむ。こうした豊富な内容と種類の経験を通して全心的に理解する。また、国語辞典、漢字辞典、百科事典や地図帳などの利用方法も学び、こうした「役に立つ」ことを通して、比較、分析、総合などの方法的側面を学ぶ。これは STS である。

6、STS (Science/Technology/Society)

自然科学、技術、社会（実生活）のそれぞれ二つまたは三つの関連を重視して教えようというもので、1980年代から欧米の多くの学校で導入されている。STSは「すべての子どもが自然科学を学ぶこと」を重視し、「児童・生徒にとって最も現実的である問題や疑問を取り上げ」、「すべての児童・生徒が意味のある役に立つ自然科学の経験」をするようにと考える。そして；

- 1) その地域に特有の問題を見つける。
- 2) このような問題を解決するために、地域の人的・物的情報源を利用する。
- 3) 児童・生徒が積極的に情報を集めるように指導する。
- 4) 理科の学習は学校外にも及ぶ。
- 5) 自然科学の知識は印刷されたものではない。
- 6) 科学者が用いるプロセス・スキルを強調する。
- 7) 児童・生徒に、将来、科学や技術に関係ある職業に進むかもしれない、という意識を持たせる。
- 8) 経験することによって自然科学を学ぶ。と言う立場をとる。

STSは国民の科学的教養（Scientific Literacy）を高めようというねらいから、自然科学の知識よりも、自然科学の性格や方法的側面、すなわち意思決定能力、問題解決能力、情報や知識への接近能力、創造的能力の育成などを重視する。STSの理論的背景はプラグマティズムと構成主義であるとされている。

日本の総合学習はSTSに似ているところが多いが、上述のような科学的教養（Scientific Literacy）を強調してはいない。

7、学ぶ意義や教える意義の重要性

理科嫌い・理科離れの現象は、学ぶ意義や教える意義を考察の対象にしてこなかったこ

とも原因の一つになっている。日常生活や自然現象への応用を通して、今学んでいることが自分とどのような関係にあるかをわからせなければならない。そして、問題を解けたときの喜び、論理的展開のおもしろさ、知的興奮・知的興味や自然科学のおもしろさを教えなければならない。すなわち、学校知と生活知との結合である。こうして、「人間の心の問題も社会の仕組みも併せて考えることができ、科学と実生活との橋渡しができるインタープリター」が誕生することが期待される。

総合学習の重要性は、子どもが「役に立つ」ことを通して「役に立つ」ことを学ぶことである。自然科学の体系や知識の論理性よりも、生きるために必要な知識や考え方が身に付く方が良い。これは、もはや教科の枠を超えている。

最近問題になっている「理科嫌い、理科離れ」は、実は「勉強嫌い・勉強離れ」なのであり、「勉強」の概念が変わってきたのである。これは日本の理科指導が価値中立的、客観的、論理的になろうとしたことと無関係ではない。

子どもが実物・原体験や実際の現象に触れるように指導し、疑問や興味のあることを追求できるように指導する。スポーツも練習を積まなければ強くなれないし、試合でまける。一つのことを追求することは興味も増すし、面白さも出てくるし、満足感や充実感を感じることにもなる。このような過程で自然科学の教育的価値が子どもに獲得されることになる。

おわりに

理科嫌い・理科離れの対策には、「理科が好きな子どもを育てる」ことであり、そのためには自然科学のおもしろさや感動を伝えることである。このようなことを可能にするには、自然科学の知識と自然科学の持つ「客観性、実証性、論理性」と「批判的精神」を身に付けた教師を養成しなければならない。

一つテーマを深く掘り下げることによって得られる満足感や充実感は、自然科学のおもしろさや感動に発展し、これが次の別のテーマの追求に発展する。子どもが自然科学の持つ「客観性、実証性、論理性」と「批判的精神」を身に付けるには、「因果関係」で自然の事物・現象、器具、装置、などのいろいろな事柄に関する疑問を解決し、説明することである。そして、子どもが自然科学や科学者に対して明るいイメージを持てるようになることである。

「自然科学のおもしろさや感動」、自然科学の持つ「客観性、実証性、論理性」と「批判的精神」の理解と育成、「理科が好きな子どもを育てる」ためには、たくさんの疑問を持ちそれらを因果関係で説明できるように指導することである。そこで、小学生の疑問を調査した。さらに、子どもの持つ自然科学や科学者のイメージ調査を行った。これらの調査から理科嫌い・理科離れの原因のひとつとして、疑問を持つことが少ないことや自然科学や科学者を身近に感じていないことがあることが分かった。

一つテーマを深く掘り下げた実践記録として、小学校6年生の包丁（小出範子）の研究を取りあげた。日常生活に見られる疑問の例として、音や音楽と音響学に関する事例（白石文子）が収集された。また、自然科学のおもしろさや感動の一例として、化石の研究（天野和孝）を取り上げた。

「理科が好きな子どもを育てる」ためには、社会全体で取り組まなければならない。日本人の科学的知識や科学的教養は、先進国の中では大変低い。日本の教師の指導力はアメリカの教師の指導力に比べて大変高い。しかし、アメリカの子どもに比べ、日本の子どもの創造性が低く、「理科嫌い・理科離れ」が目立つのは社会全体に問題がある。しかし、こうしたことに関する研究はほとんどない。

謝辞

調査や授業参観などで次の学校にお世話になりました。

上越市立富岡小学校、上越市立春日新田小学校、上越市立直江津中学校、上越教育大学学校教育学部附属小学校

文献やデータの整理・入力などで次の学生達に協力していただきました。

4年生；奥田義将、古木大輔、尾島栄子

開発研究担当者

助教授（代表）	庭野義英	上越教育大学学校教育学部	上越市山屋敷
助教授	天野和孝	上越教育大学学校教育学部	上越市山屋敷
教授	大高泉	筑波大学教育学系	つくば市天王台
教諭	石野繁男	能生町立能生小学校	西頸城郡能生町能生
教諭	小出範子	上越市立国府小学校	上越市五智
教諭	生田愉子	寺泊町立大河津小学校	三島郡寺泊町大字求草
教諭	常山昭男	塩沢町立中之島小学校	南魚沼郡塩沢町中子新田
教諭	横尾妙子	広神村立西小学校	北魚沼郡広神村親柄
教諭	多々良儀人	柏崎市立東中学校	柏崎市下田尻

研究協力者

助教授	白石文子	岩手大学教育学部	盛岡市上田
-----	------	----------	-------

平成14年3月29日発行

団体名	上越教育大学理科教育研究会
所在地	上越市山屋敷町1番地
代表氏名	庭野義英
電話番号	TEL0255-21-3439
FAX番号	TEL0255-21-3439
E-mail	niwano@juen.ac.jp

資 料 集

資料集

● 1年生のつぶやき

<朝顔の種植えにて・・・>

- ・(土をかぶせる時) あさがおにフカフカのお布団かけてあげよう!
- ・(あさがおの種を見て) あさがおの種って、おばあちゃんみたい。(しわしわだから)

<あさがおの種収穫にて・・・>

- ・あさがおの花から、おみやげたくさんもらっちゃった!
(「オレのほうがたくさんだいやあ!」と、喧嘩勃発)

<校庭での秋探し・・・>

- ・(真っ赤に紅葉した葉っぱを見て、) この葉っぱ、恥ずかしがり屋だ。

<初めて木工用ボンドを使ったとき・・・>

- ・(容器の作りを見て) 「何でこんな形なの? このボコボコは何で?」

<放課後にて・・・>

- ・最近、放課後の机に糊を伸ばして帰る子どもがいます。
翌朝、乾いた糊をペロペロとはがすのにハマっているようです。
「もったいないよ。そんなことに使うんじゃない!」と、担任に注意されましたが、糊の楽しさに興味を持っているようです。

<アニメの影響・・・!?!>

- ・最近、マイボキャブラリーが増えてきた子どもたちは、色々なことを担任に聞いてきます。
「先生、“気が遠くなる”って、どんな時に使うの?」
「先生、“踏んだりけったり”って、どんな時に使うの?」

<本物 と ニセモノ>

- 空に出来る虹は「本物の虹」
光の関係で出来る虹は「ニセモノの虹」

●小学生の疑問・質問

○1年生

①自然について

A) 季節について

- ・なぜ春は暖かいのか
- ・なぜ夏は暑いのか（3人、以下同じ）
- ・なぜ冬は寒いのか
- ・なぜ冬になると早く、暗くなるのか
- ・なぜ季節が変わるのか

B) 天気・気温について

- ・なぜ晴れると暑くなるのか
- ・なぜ雨が降るのか（2）
- ・なぜ空は曇るのか
- ・なぜ雲はあるのか
- ・なぜ雪は降るのか
- ・なぜ雪が降ると寒いのか

C) 朝・昼・夕・夜の違いについて

- ・なぜ朝はお日様が出て明るくなり、夜はお日様が沈んで暗いのか（2）

D) 植物について

- ・なぜ山や森に草が生えるのか
- ・なぜ木や木の実が生えるのか（2）
- ・なぜ木があるのか
- ・なぜ花は咲くのか
- ・なぜ木から葉っぱがでてくるのか
- ・なぜ花は咲いたりつぼみになったりするのか
- ・なぜ植物は大きくなるのか

E) 地球（空・地震・溶岩）について

- ・なぜ空はあるのか

F) 天体について

- ・なぜ月が出るのか

G) 宇宙について

- ・なぜ宇宙は広いのか

H) 進化・恐竜・化石 →なし

I) 海・川・水

- ・なぜ海があるのか (4)
- ・なぜ海には波があるのか
- ・なぜ川があるのか
- ・なぜ水は潜れるのに、氷は潜れないのか
- ・なぜ氷は冷たいのか
- ・なぜ氷は溶けるのか

J) その他

- ・虫や花は何のためにいるのか

②人間について

A) 見た目のことについて

- ・なぜ人は小さかったり大きかったりするのか
- ・なぜ友達と目が違うのか
- ・なぜ顔が違うのか

B) 食事について

- ・なぜ一日三回ご飯を食べるのか

C) 体の仕組み

- ・なぜ人間はげっぷがでるのか
- ・なぜ人間は声が出るのか
- ・なぜくしゃみが出るのか
- ・なぜ髪の毛が生えてくるのか (2)
- ・なぜ人間は大きくなるのか
- ・赤ちゃんはどうやってお母さんのお腹から産まれてくるのか
- ・なぜ人間は風邪を引くのか
- ・人って何からできているのか

D) 人間の行動

- ・なぜ人間は自由に動くことができるのか

E) 生死について

- ・人間は誰が最初に生まれて、誰が生んだのか
- ・なぜ人間は生きているのか
- ・なぜ人間は生まれたのか

F)その他 → なし

③生き物について

A)動物について

- ・なぜ動物はいるのか
- ・動物は何からできているのか
- ・なぜ鯨は水を吐くのか
- ・なぜ夜になるとコウモリが飛ぶのか

B)昆虫について

- ・なぜ昆虫はいるのか

C) その他 → なし

④人間社会について

A)〇〇のでき方・作り方について

- ・紙は何から作られているのか
- ・消しゴムは何からできているのか
- ・鉛筆の芯は何からできているのか
- ・筆箱は何からできているのか
- ・ボールは何からできているのか
- ・時計は何からできているのか
- ・クレヨンは何からできているのか
- ・段ボールは何からできているのか

B)身近な不思議について

- ・なぜ電気はつくのか
- ・なぜチョークは黒板消しで消えるのか
- ・なぜテレビはスイッチを押すとつくのか
- ・なぜ電気は停電するのか
- ・なぜ紙には色が付くのか
- ・なぜ鏡は自分が映るのか
- ・なぜ家があるのか
- ・なぜテレビはあるのか
- ・なぜ信号の色は赤・青・黄色なのか
- ・ウルトラマンは本当にいるのか
- ・なぜ雨とあめ玉は同じ名前なのか
- ・なぜ紙は破けるのか
- ・なぜアニメっておもしろいのか

- ・なぜ本はあるのか
- ・なぜ怪しい人がいるのか
- ・なぜ字はできたのか
- ・なぜ時計は時間を知らせてくれるのか

⑤学校のことについて → なし

⑥勉強のことについて

- ・数字は1から何まであるのか

⑦時間・時計について → なし

⑧理科の授業内容について

- ・なぜ磁石はくっつくのか（黒板など）（2）

⑨その他 → なし

.....

○2年生

①自然について

A)季節について

- ・なぜ夏は暑いのか
- ・なぜ秋と冬は夜になるのが早いのか
- ・なぜ冬は寒いのか

B)天気・気温について

- ・なぜ雷は鳴るのか
- ・なぜ雨は降るのか（2）
- ・なぜ天気は変わるのか
- ・どこから雪が降るのか
- ・なぜ雪が降るのか（2）
- ・雪の結晶はどのように作られるのか
- ・なぜ高い山の山頂には雪があるのか
- ・なぜ雪は白いのか

C)朝・昼・夕・夜の違いについて

- ・なぜ朝は明るいのか
- ・なぜ夕日が沈む（夕日が出る）のか
- ・なぜ夜になると暗くなるのか

D) 植物について

- ・なぜ草は生えるのか
- ・なぜ森の木は水をあげなくても育つのか
- ・なぜ花に蜜があるのか
- ・なぜ野菜は土の中で育つものが多いのか
- ・なぜ果物は甘いのか

E) 地球（空・地震・溶岩）について

- ・なぜ地球は丸いのか
- ・なぜ空って広いのか
- ・地球はどのように作られたのか

F) 天体について

- ・太陽は顔があるのか
- ・なぜ星は光るのか

G) 宇宙について → なし

H) 進化・恐竜・化石

- ・なぜ猿が人になったのか

I) 海・川・水

- ・なぜ海は広いのか
- ・なぜ海の水はしょっぱいのか
- ・なぜ水は冷たいのか
- ・水って何か

J) その他

- ・酸素って何か

② 人間について

A) 見た目のことについて

- ・なぜ大人になると背が大きくなるのか
- ・なぜ日本人と外国人はそれぞれ違うのか

B) 食事について → なし

C) 体の仕組み

- ・なぜ水の中で息ができないのか

- ・なぜ悲しくなると泣くのか
- ・なぜ男の人は声が低いのか
- ・なぜ男の人はひげが生えているのか

D)人間の行動 → なし

E)生死について

- ・なぜ空気がなければ生きていけないのか

F)その他 → なし

③生き物について

A)動物について

- ・なぜ鳥は空を飛ぶのか (2)

B)昆虫について → なし

C) その他 → なし

④人間社会について

A)〇〇の作り方・作り方について

- ・食べるものや材料はどのように作るのか
- ・どのようにプラスチックができるのか

B)身近な不思議について

- ・なぜトランポリンに乗るとあんなにジャンプできるのか
- ・なぜ鉛筆で字を書くと目に見えるのか (2)
- ・なぜ車は鍵をさす走するのか
- ・なぜ消しゴムは字が消えるのか
- ・なぜチャックは開け閉めできるのか
- ・なぜ机は平らなのか
- ・なぜラッパは吹くと音がでるのか
- ・なぜ楽器は演奏できるのか
- ・機械はどのように動くのか
- ・なぜコマは回るのか
- ・なぜ保育園や幼稚園の子供はランドセルを背負って通わないのか
- ・なぜ土曜と日曜しか休まないのか
- ・なぜ月曜日から日曜日までであるのか
- ・なぜ何月何日って決まっているのか
- ・なぜ流れ星に願いをすると願いが叶うのか

- ・なぜ星座と血液型があるのか
- ・神様は本当にいるのか
- ・なぜ靴下をはかなければいけないのか

⑤学校のことについて

- ・なぜ学校に行かないといけないのか

⑥勉強のことについて

- ・「勉強」には名前があるのか
- ・誰が漢字を考えたのか

⑦時間・時計について

- ・なぜ時計は動くのか
- ・なぜ三時になるとおやつなのか

⑧理科の授業内容について → なし

⑨その他 → なし

.....

○3年生

①自然について

A)季節について

- ・なぜ夏は暑いのか (2)
- ・なぜ冬は寒いのか
- ・なぜ春や夏は暗くなるのが遅くて、秋や冬はすぐ暗くなるのか (3)
(季節によって日照時間が変わることについての疑問)

B)天気・気温について

- ・なぜ日が照ると近くにある建物の影ができるのか→日向と日陰についての疑問
- ・雲は何からできていて、なぜ浮いているのか (2)
- ・なぜ雲はいろいろな形があるのか
- ・なぜ雲は空にあるのか
- ・なぜ雲は白いのか
- ・なぜ雲は変わるのか
- ・雪は何のために降るのか
- ・なぜ雪や雨が降るのか
- ・台風はどのようにできるのか
- ・なぜ台風がくるのか

- ・なぜ雨は冷たいのか
- ・なぜ雨が降りそうになると山が近くに見えるのか
- ・なぜ雷は光った後にゴロゴロと音がするのか
- ・なぜ雲は雨が降ると黒くなるのか

C) 朝・昼・夕・夜の違いについて

- ・なぜ朝だけしか太陽が出ないのか

D) 植物について

- ・なぜ（夏や秋に）種をまいて冬に成長するのか
- ・木はどのようにできるのか（2）
- ・花は世界中に何種類ぐらいあるのか
- ・草花は水がないと絶対枯れるのか？水がなくても育つ草花はないのか？
- ・なぜ花にはいろいろな色があるのか
- ・なぜ種の形が違うのか
- ・なぜとても小さな種から花が咲くのか
- ・同じ種類の花の種なのに、なぜ違う花が咲くのか
- ・なぜ種から芽が出るのか
- ・なぜ木は水や空気をきれいにするのか
- ・なぜ自然（木、林、森）ができたのか

E) 地球（空・地震・溶岩）について

- ・なぜ空は青色（水色）なのか（2）
- ・ラジウムはどのように取り出すのか
- ・石は何から作られるのか
- ・なぜ砂浜は暑いのか
- ・なぜ地震が起こるのか
- ・なぜ地球はできたのか（3）
- ・地球はどのようにできたのか（2）
- ・なぜ地球は回っているのか
- ・なぜ地球は丸いのか（2）

F) 天体について

- ・月は石からできているのか
- ・なぜ月は夜になるとなくなったりするのか
- ・なぜ太陽や月が動くのか
- ・なぜ太陽は遠くにあるのにまぶしいのか
- ・なぜ太陽は出るのか
- ・なぜ遠くの星や月は小さいのに、近くで見ると大きいのか
- ・なぜ星は黄色なのか

- ・水星の中はどのようになっているのか
- ・小さな星はどのように動いているのか
- ・地球以外に人がいる星はあるのか
- ・太陽は何度か

G) 宇宙について

- ・宇宙がビックバンを起こす前はどのようなものだったのか
- ・なぜ宇宙があるのか
- ・なぜ宇宙には空気がないのか (2)
- ・宇宙の外には何があるのか
- ・宇宙はどのようにできたのか

H) 進化・恐竜・化石

- ・なぜ恐竜は絶滅したのか (2)
- ・なぜカプトガニは「生きた化石」と言われるのか
- ・虫や人間は、最初どのように生まれたのか
- ・なぜ古代生物は絶滅したのか
- ・なぜ化石はできるのか

I) 海・川・水

- ・なぜ海は青いのか (3)
- ・なぜ海の水はしょっぱいのか (4)
- ・なぜ波ができるのか
- ・なぜ海はあんなにも広いのか
- ・なぜ海ができたのか
- ・川はどこから流れてくるのか

J) その他

- ・なぜ空気ができたのか

② 人間について

A) 見た目のことについて

- ・なぜ人間には指紋があるのか
- ・なぜ人間は大きくなるのか

B) 食事について

- ・なぜお菓子を食べると太るのか

C) 体の仕組み

- ・なぜ体は動くのか

- ・なぜお腹がすくのか
- ・なぜお父さんは子供が産めないのか
- ・人間の体はどのようにできているのか
- ・なぜ髪の毛は切ってもまた伸びてくるのか

D)人間の行動

- ・なぜ人は夜寝るのか(2)
- ・なぜトイレに行くのか
- ・なぜ人と人は仲良くできないのか

E)生死について

- ・なぜ人間は生まれたのか
- ・なぜ人間はいつか死ぬのか

F)その他

- ・なぜ好き嫌いがあるのか
- ・人間はどのようにできるのか

③生き物について

A)動物について

- ・魚は水の中でどのように呼吸をするのか
- ・魚(金魚)はどのように病気になるのか またどのように病気を防ぐのか(2)
- ・魚はどのように水の中を早く泳ぐのか
- ・なぜ魚は水の中で暮らすのか
- ・なぜタコは足が八本なのか
- ・なぜイカは足が十本なのか
- ・なぜタコは墨を吐くのか
- ・鳥はどのように早く飛ぶのか
- ・なぜ鳥は空を飛べるのか
- ・なぜスカンクの屁は臭いのか
- ・クラゲの中に電気クラゲもいるがその違いは何か
- ・オタマジャクシはほかの魚と一緒に住めるのか
- ・なぜクラゲ・イカ・タコには骨がないのか
- ・なぜ人間を襲う怖い動物がいるのか
- ・なぜ動物は人間よりも寿命が短いのか

B)昆虫について

- ・蛙は赤ちゃんを生むのか
- ・昆虫は卵の前は何だったのか
- ・虫はどのように作るのか

- ・なぜ虫は飛べるのか

C) その他

- ・地球に生存する生き物の中で一番最初に陸に上がった生き物の名前は何か

④人間社会について

A) ○○の作り方・作り方について

- ・ガラスは何からできているのか
- ・セロハンテープはどのようにできているのか
- ・黒板は何からできているのか
- ・紙は何からできているのか
- ・CDは何からできているのか
- ・チョークは何からできているのか

B) 身の回りの不思議

- ・なぜ電話は離れていても人と話することができるのか
- ・なぜ人間の数がそれぞれ違うのか
- ・なぜシャンプーとリンスが必要なのか
- ・なぜテレビは映るのか (2)
- ・なぜシャボン玉は割れるのか (2)
- ・なぜ石鹸やシャンプーは泡が立つのか (2)
- ・ファックスはどのように送るのか
- ・なぜ世界にはいろいろな国があって、いろいろな言葉があるのか
- ・モアイ像はどこにあるのか
- ・日本の面積はどれくらい
- ・なぜ「平成」という年ができたのか
- ・なぜ冒険があるのか
- ・なぜサンタクロース、神様は顔を見せないのか
- ・なぜ綿飴は雲と似ているのか
- ・なぜ電車があるのか
- ・なぜラジオがあるのか

⑤学校のことについて

- ・なぜふつうの日はランドセルで、土曜日は鞆なのか
- ・なぜ学校へ行かないといけないのか
- ・なぜ小学校は六年生までしかないのか
- ・なぜ小学校はランドセルで登校しなければならないのか (3)

⑥勉強のことについて

- ・理科のものはどこから持ってきているのか

・なぜ勉強をしなければいけないのか (2)

⑦時間・時計について → なし

⑧理科の授業内容について

- ・なぜ磁石はくっつくのか→磁石は何からできているのか (2)
- ・なぜ温度計の目盛りは上下に動くのか
- ・なぜ磁石は金属などにくっつくのか
- ・なぜ温度計の目盛りが赤いのか
- ・なぜ遮光プレートで太陽が見られるのか (2)
- ・遮光プレートは何から作られているのか (2)
- ・なぜ液体窒素はマイナス50度C以下なのか
- ・電気の元は何か
- ・なぜ静電気ができるのか

⑨その他 → なし

.....
○4年生

①自然について

A) 季節について

- ・なぜ、秋になると葉が紅葉して赤や黄になるのか (2)

B) 天気・気温について

- ・なぜ明日やあさっての天気はわかるのか (2)
- ・なぜ雨がやむと、虹が出るのか
- ・なぜ台風ができるのか
- ・なぜ砂漠は暑いのか
- ・風はどうしてふくのか
- ・なぜ空は青いのか (晴れの時)

C) 朝・昼・夕・夜の違いについて

- ・なぜ夜になると暗いのか

D) 植物について

- ・なぜ木、草、花などは水だけで育つのか (3)
- ・木はどこからやってきた? 種はどこからやってきた? →どちらが最初?
- ・なぜ崖にある赤松の木に松茸ができるのか

- ・なぜ桜の花びらはピンクなのか
- ・種も植えずになぜ草がはえるのか (3)
- ・一年間に木は何cm伸びるのか
- ・初めは何もなかったのにどのように森や林は生まれたのか (3)
- ・なぜ、人間や動物からは二酸化炭素がでるのに木は酸素をだしているのか
- ・なぜ、木の葉っぱや花の花びらがちるのか
- ・畑や田んぼのこと！どうしてたねをまくと、キュウリやキャベツがでてくるのか
- ・花や植物はなぜ水や光をあげないとうまくさかないのか
- ・どうして自然は緑なのか

E) 地球 (空・地震・溶岩) について

- ・なぜ、地球は回るのか (6)
- ・なぜ地球には草や、花がはえてくるのか
- ・なぜ地球は丸いのか
- ・地球は回っているのになんでさかさまになっている人はおちないのか
- ・地球はなんで回っているのに立ったりしていても地面などはまわっていないのか
- ・なぜ地球は宇宙から見ると青や緑や茶色なのか (3)
- ・海や大地や地球はどうやってできたのか
- ・なぜ地球は丸いのに地震がおきるのか
- ・なぜ地球には、空気があるのか
- ・なぜ海は塩水なのか (3)
- ・なぜ火山が噴火するのか
- ・溶岩はどのくらいあるのか
- ・なぜ溶岩があるのか
- ・なぜ空に雲があるのか

F) 天体について

- ・なぜ宇宙に星はできたのか (4)
- ・獅子座流星群はどうして起こるのか 獅子座じゃないといけないのか どうして決められた日にしかないのか (2)
- ・どうして月はきいろいのか
- ・太陽はなぜ自分で光るのか
- ・水星はなぜ暑いのか

G) 宇宙について

- ・なぜ宇宙にはブラックホールがあるのか
- ・ブラックホールの中はどうなっているのか
- ・なぜ宇宙には空気がないのか
- ・なぜ宇宙はできたのか

H) 進化・恐竜・化石

- ・大昔どうして恐竜がいたのか（どうやって恐竜が生まれたのか）（2）
- ・なぜ恐竜はいなくなったのか、もう恐竜はよみがえることはできないのか
- ・人間はどのように進化したのか

I) 海・川・水

- ・なぜ海には、波があるのか

J) その他

- ・石はどうやってできてきたのか
- ・なぜ生命は生まれたのか
- ・なぜ砂漠はあるのか

②人間について

A) 見た目のことについて

- ・なぜ人は太ったりやせたりするのか
- ・なぜぼくの顔と友だちの顔がちがうのか

B) 食事について

- ・なぜ人は3回ごはんを食べるのか

C) 体の仕組み

- ・なぜ体があつくなるとほっぺたが赤くなるのか
- ・汗はどうしてでるのか
- ・心臓があればだれでも生きていけるのか
- ・女の子は赤ちゃんをうめても男の子は生めないのか 女の子は赤ちゃんが生まれて男の子から生まれてもいいんじゃないのか
- ・どうして人間は成長するのか（2）
- ・どうして人間が動けるのか

D) 人間の行動

- ・たばこは体にも悪いし外に捨てたら危ないのに、どうして吸うのか
- ・なぜ、足の短い人は足が速いのか
- ・なぜ、頭の毛は、生えてくるのか
- ・なぜ、人間は言葉を話すのか

E) 生死について

- ・人間はなぜいつか死ぬのか
- ・なぜ人間は生きているのか（2）

F) その他

- ・なぜ、性別がきまるのか 女の子だけでもいいんじゃないのか
- ・なぜみんな性格がちがうのか

③生き物について

A) 動物について

- ・森などにいる動物は冬、どのように過ごすのか
- ・なぜ、動物は生まれているのか
- ・ペンギンは鳥なのにどうして空は飛べないのか
- ・動物は何で体に毛がモジャモジャにはえるのか
- ・どうしてオウムは人間が言ったことばを言い返すのか (たとえば「おはよう、こんにちは」)
- ・ハムスターはなぜペットになったのか
- ・なぜ動物は人間のことばが話せないのか
- ・なぜ、くらの赤ちゃんは赤なのに大人は、白、とうめいなのか (心臓なども、透明なのか)

B) 昆虫について

- ・なぜ蜂には針があるのか
- ・昆虫はどのように生まれたのか
- ・なぜ虫に羽があるのか
- ・虫は昔、どのような姿だったのか
- ・蜂と蛇の違いは何か
- ・なぜ自然 (森や林) には虫などがいっぱいいるのか

C) その他

- ・なぜ、生き物がいるか

④人間社会について

A) ○○のでき方、作り方について

- ・どうやってお菓子ができたのだろうか
- ・鉛筆の芯はどうやってつくったのか
- ・どうしてケナフは紙になるのか

B) 身近な不思議について

- ・どうしてテレビは、リモコンのボタンをおしたりテレビについているボタンでしかテレビをつけられないのか
- ・テレビは何でチャンネルをかえると番組が変わるのか (2)
- ・どうしてテレビはスイッチ1つで人や物がうつるのか (2)
- ・ゲームキューブのメモリーカードはなぜセーブができるのか

- ・ゲームのカセットはあんなに小さいのにどうしてあんなに、場面がはいるのか
- ・プレイステーションはどうして映像がとてもリアルなのか
- ・ゲームの音はどこからきこえているのか
- ・ファックスはなぜ紙は転送されていないのに相手にいつているのか
- ・どうして携帯やパソコンのメモリーはあんなに小さいのにたくさん記憶できるのか
- ・なぜこたつは電気をつけるとなるのか
- ・ロボットは人間より小さかったり人間と同じくらいの大きさなのになんであんなに賢いんだらうか。中になにがはいつているのか
- ・ラジカセはなんでアンテナがないのに音楽がきけるのか
- ・なぜ鉛筆はかけるのだらうか
- ・シャーペンに鉛筆があるのになぜあるのか
- ・なぜフライパンはこんな名前なのか
- ・なぜテーブルという名前なのか
- ・なぜ名前はあるのか
- ・なぜ子どもは車にのってはいけないのか
- ・なぜアメリカの飛行機のテロはホワイトハウスをねらわなかったのか
- ・本をなんのために作ったのか
- ・なぜ人はゴミを捨てるようになったのか
- ・なぜキャンプ場ができたのか
- ・もし川にゴミがあつたらどうするのか
- ・なぜウイルスがあるのか

⑤学校のことについて

- ・なぜ学校があるのか

⑥勉強について

- ・なぜ習字が始まるようになったんだらうか

⑦時間・時計について

- ・なぜ日付は31日までしかないのか
- ・なんで時間は止まらないのか
- ・なんで一日が24時間なのか
- ・時計はどうして電池を入れると動くのだらうか

⑧理科の授業内容について

- ・なぜ「かせソーダ」にふれると手がやけどしてしまうのか
- ・なぜ理科は「理科」という名前が付いたのか
- ・理科を作ったのは誰か
- ・なぜ理科には実験などがあるのか
- ・「理科」とは、どのような意味があるのか

- ・一つのストローをもう一つのストローに近づけると、触れていないのに動く→静電気の疑問
- ・豆電球の二本の導線を電池にくっつけるだけで光ることが不思議
- ・なぜ磁石は同じ極をつけようとすると、くっつかないのか

⑨その他

- ・なぜうちの家の畑は山奥とかにうめないのか
- ・なぜうちの畑は2個あるのだろうか
- ・なぜうちの車庫はのこぎりや機械があるのか
- ・どうしてアシモは動いたりしゃべったりするのか

.....

○5年生

①自然について

A) 季節について

- ・なぜ日本には「四季」というものがあるのか(2)
- ・なぜ日本は季節が4つもあるのに外国は4つないのか
- ・なぜ秋になると木の葉っぱの色が変わるのか

B) 天気・気温について

- ・春夏秋冬、なぜ気温がちがうのか
- ・なぜ雷がなるのか
- ・なぜ雷は光のあとに音がくるのか

C) 朝・昼・夕・夜の違いについて

- ・なぜ夜になると星がでるのか

D) 植物について

- ・雑草はどうして生えてくるのか

E) 地球(空・地震・溶岩)について

- ・なぜ大陸と海があるのか
- ・なぜ地球上には生命があるのか
- ・なぜ地球があるのか
- ・なぜ地球だけに空気があるのか
- ・マグマはなぜ熱いのか
- ・火山はどうして噴火するのか
- ・なぜ、空は青いのか

F) 天体について

- ・なぜ太陽があるのか (3)
- ・星はどうやって生まれたのか
- ・星はなんで光るのか
- ・なぜ地球の他に星があるのか
- ・なぜ月があるのか
- ・どうやって火星や木星などの位置がわかるのか

G) 宇宙について

- ・なぜブラックホールはあるのか
- ・宇宙ではなぜ浮いてしまうのか (3)
- ・宇宙の元はなんなのか (2)

H) 進化・恐竜・化石

- ・どうしてサルと人間は、似ているのか
- ・どうして恐竜は全滅したのか　そしてなぜ化石になったのか

I) 海・川・水

- ・なぜ海ではうずまきが起こるのか
- ・海の水はどうしてしょっぱいのか

J) その他

- ・なぜ山があるのか
- ・なぜ地方によって気候がかわるのか (国も)

②人間について

A) 見た目のことについて → なし

B) 食事について

- ・山の水はどうしておいしいのか
- ・なぜ一日三回ごはんを食べるのか (2)

C) 体の仕組み

- ・なんで女の人だけが子どもを産むのか (2)
- ・なぜ、指がポキポキなるのか
- ・どうしておなかがへるのか
- ・なぜ眠たくなるのか
- ・なぜ病気になるのか
- ・なぜ髪の毛がのびるのか
- ・何で魚は水の中で息できて人間はできないのか (2)

- ・なぜ何にもしていないのにほくろができるのか
- ・なんで音がきこえるのか

D) 人間の行動

- ・どうして人を憎んで、戦争なんかをするのか
- ・なぜ、夜に寝て、朝起きるのか (3)

E) 生死について

- ・なぜ人は生き、動き、死ぬのか (2)
- ・人はなぜ死んでどこへ行くのか
- ・どうして生き物は死ぬのか
- ・人間はいつ死ぬのか
- ・なぜ人間は生まれたのか

F) その他

- ・どうして人は飛ばないのか
- ・なぜ大人と子どもにわかれているのか
- ・どうしていろいろな国ごとに言葉があるのか
- ・人間と犬の年のとり方がちがうのはなぜなのか
- ・なぜ人は好き嫌いがあるのか
- ・なんで人間よりコンピューターのほうが頭がいいのか

③生き物について

A) 動物について

- ・なぜチャボ、くじゃく、ペンギンは飛べないのか
- ・動物はどうやってできたのか

B) 昆虫 について

- ・どうして虫は、いるのか

C) その他

- ・どうして生き物は寝るのか
- ・なぜ生きものは形などがちがうのか

④人間社会について

A) ○○のでき方、作り方

- ・なぜほこりができるのか

B) 身近な不思議について

- ・どうしてテレビはスイッチ一つでリモコンでチャンネルが変わるのか (2)

- ・テレビは何でスイッチ1つでなぜきれい（カラー）に映るのか（3）
- ・アニメってどうやってできているのか
- ・ゲーム機のコントローラーはコードが長いのに動かせばすぐ画面のキャラが動くのか
- ・どうしてヒーターをつけると部屋があたたかくなるのか
- ・エアコンはどういう仕組みで冷たい空気がでてくるのか
- ・コンピューターはコードを2, 3本しかつないでいないのにどうしてインターネットが
できたり資料がいっぱい入っているのか
- ・何で携帯はあんなに小さいのに「発信・着信履歴」や「電話帳」にあんなに登録できる
のか
- ・どうして子機は携帯電話のように線がないのに電話ができるのか
- ・なぜCDはプレイヤーに入れるだけで音楽がきけるのか（3）
- ・CDなどをつかうゲームはなんでCDだけでつくのか
- ・CDなどのなかにどう録音されているのか
- ・なぜカセットテープは線みたいなものだけなのに曲が流れたり録音できるのか
- ・テープはどうやって録音できるのか
- ・ラジカセはどうなっているのか
- ・日本は日本語でアメリカは英語。それぞれの国の言葉がなぜちがうのか
- ・言葉はどうやってだれが作ったのか
- ・メガネのレンズは人によって度を変えて作っているけど、どのようにして度をそれぞれ
変えて作っているのか
- ・どうして飛行機は空を飛ぶのか
- ・黒板にチョークで字をかくと書けるのはどうしてか
- ・ゴムはなぜのびちぢみするのか
- ・なぜお金がこの世にあるのか
- ・なぜ、物には名前がきまっているのか

⑤学校のことについて

- ・どうして学校ができたのか

⑥勉強のことについて → なし

⑦時間・時計について → なし

⑧理科の授業内容について → なし

⑨その他 → なし

.....

○6年生

①自然について

A) 季節について

- ・なぜ日本には四季があるのか (5)

B) 天気・気温について

- ・なぜ寒い時と暑い時があるのか (3)
- ・なんで山の上は太陽に近いのに気温が低いのか
- ・雷はなぜ音が大きいのか
- ・なぜ雷がなるとき光るのか
- ・なぜ雷は高いところに落ちるのか
- ・なぜ雪がふるのか (3)
- ・なんで雪は白いのか
- ・雪はどのようにして冷たいのか
- ・なんで雪は結晶なのか
- ・なぜ山のほうと町のほうの雪の量がちがうのか
- ・台風などはどのようにできるのか (2)
- ・台風はなんでそんなに風がつよいのか
- ・なぜ、雨がふるのか (4)
- ・なぜ虹がでるのか (2)
- ・学校の席から山が見えるけど、なんで晴れている時はよく見えなくて、くもりの時だとよく見えるのか 晴れの日がよく見えると思っていたけど
- ・どうして天気は変わるのか
- ・なぜ、竜巻やは起きるのか
- ・雲はどのようにしてあるのか (2)
- ・なぜ雲はういているのか
- ・雲はなんで白かったり、黒っぽかったりするのか (2)
- ・なぜくもりになると雲がはやくうごくのか
- ・雲は雲でも雨をふらせる雲とふらせない雲があるのはなぜか、
- ・雲は雨のこまかいものの集まりなのに、なんでおくがすけて見えないのか
- ・どうやってあんなに、もくもくとしたにゆうどう雲がでるのか
- ・雲はどこに行くのか
- ・風はどのようにしてふくのか
- ・雲や風はどのようにできているのか (2)
- ・なんで地上と雲のある場所の風の強さがちがうのか
- ・風はどのようにして強くなったり弱くなったりするのか
- ・風はなぜやまないのか

C) 朝・昼・夕・夜の違いについて → なし

D) 植物について

- ・なぜ花に色があるのか
- ・木の葉はなぜ秋に色が変わり落ちるのか（5）
- ・なぜ木の葉の色が変わると変わらないのとがあるのか
- ・木はいつからあるのか
- ・なぜ木が育つのは遅いのか
- ・なんで葉っぱはほとんどみどりなのか
- ・草や木などはなぜ生えてくるのか（2）
- ・なぜ植物は枯れてしまうのか
- ・酸性雨のせいで、木はすべて枯れてしまうのか
- ・どうして木には葉がついているのか

E) 地球（空・地震・溶岩）について

- ・なぜ地球はできたのか。また、だれが作ったのか（3）
- ・なぜ地球の周りには空気がないのか（4）
- ・どうして地球は回るのか（3）
- ・なんで丸い地球の上に立てるのか
- ・なぜ地球には重力があるのか
- ・地球とかに引力があるのはなぜか
- ・地球はなぜあるのか
- ・地球には終わりがあるか
- ・どうして火山は噴火するのか
- ・なぜ地震がおこるか
- ・なぜ空は青いのか（2）

F) 天体について

- ・どうして太陽は東からのぼって西にしずむのか（2）
- ・なぜ星と月は明るいのか
- ・なぜ太陽系には地球しか生き物がいないのだろうか
- ・月はなぜ西からくるのか
- ・なぜ同じ時間に見た月の位置はかわっているのか
- ・なぜ、月や星はできたのか（4）
- ・星は地球にふらないのか
- ・太陽が無くなると地球の温度は何度くらいになるのか
- ・流れ星はどうして流れるのか
- ・どうして星座があるのか
- ・なぜ地球や星は丸いのか
- ・星はどれくらい大きいのか

G) 宇宙について

- ・ホワイトホールはブラックホールにつながっているのか また、本当にあるのか（2）

- ・ブラックホール（があれば）にすいこまれるとどうなってしまうのか
- ・宇宙には生物はいるのか
- ・宇宙には終わりがあるか
- ・宇宙はどれくらい大きいのか 宇宙はなぜ無重力なのか（2）
- ・どうして宇宙があるのか

H) 進化・恐竜・化石

- ・人類の始めは一体だれだったのか（猿よりもっと前）（2）
- ・なぜ生き物は進化するのか
- ・なぜ昔から今にかけて海から陸にあがってきたのか

I) 海・川・水

- ・なぜ海は地球にとって大切なものなのか
- ・海の水はなぜしょっぱいのか（2）
- ・どうして海に波があり、荒れている時は波が高いのか
- ・海は見ると青いのに手ですくったりするとなんでとう明なのか
- ・なぜ海の波は、やまないのか
- ・海の塩はどうやってできたのか
- ・海はどうやってできたのか
- ・海に水はどれくらいあるのか
- ・なぜ海は青なのか
- ・海の水はなぜへらないのか
- ・なんで水の中は空気がないのか
- ・なんで水にはさわれないのか
- ・水はどうやってできたのか

J) その他

- ・なぜ火は空気がないと燃えないのか
- ・火はなぜ熱いのか
- ・火はなぜつくのか なぜ燃えるのか
- ・火はなぜ2色にわかれているのか
- ・山火事は、なぜ自然におきるのか
- ・なんで遠くの山は青（白）に見えるのか
- ・山はなぜできたのか
- ・なぜ、重力がある所とない所があるのか
- ・水平線はなんでたまにぼやけて見えるのか
- ・なぜストーブなどをたくとかげろうがおこるのか
- ・なんで空気は透明なのか

②人間について

A) 見た目のことについて

- ・なんで人の頭はでこぼこの人がいるのか
- ・なぜ、肌の色が国によってちがうのか
- ・どうしてみんな顔の形がちがうのか
- ・人間はなぜ恥ずかしい時や暑い時に顔が赤くなるのか
- ・どうして人間は年をとるにつれて顔が変わるのか

B) 食事について

- ・どうして一日三回ごはんを食べるのか
- ・食べ物に好き嫌いがあるのはなぜか

C) 体の仕組み

- ・なぜ手とかを切ると血がでるのか
- ・どうして人や動物の血は赤いのか (2)
- ・なんで血がでるのか
- ・どうしてつめやかみの毛はのびるのか (10)
- ・なぜ髪の毛の色は人によってちがうのか
- ・なぜ指にはつめがあるのか
- ・指はなぜ5本なのか (2)
- ・どうして指の長さがちがうのか
- ・なんで物が立体的に見えるのか
- ・なぜ目は悪くなるのか
- ・なぜ目の色は人によってちがうのか
- ・男子はどうして声変わりをするのか。意味はあるのか (3)
- ・どうして (どうやって) 声がでるのか (2)
- ・なぜ男の人はのどぼとけがあるのか
- ・どうして女子は声が高いのか
- ・人間はなぜ病気になるのか (ガン・虫歯) (3)
- ・なぜ風邪をひくとげりになるのか
- ・なぜ音の区別 (ドレミとか) ができるのか
- ・なぜ鳥や虫は空をとべて人間はとべないのか
- ・なぜ、人の体って左右対称にできているのか
- ・なぜ骨の弱い人と強い人がいるのか
- ・なぜ夜は眠くないけど朝は眠いのか
- ・ゲームをやっているとなぜ、眠たくなるのか
- ・なぜ人は空気がないと死んでしまうのか
- ・なぜ成長するのか (2)
- ・なんでひげが生えるのか
- ・なぜ背がのびるのか (2)

D) 人間の行動

- ・なぜ右ききと左ききがあるのか (手)
- ・なぜ人間や動物は歩くのか
- ・なぜ人はどもったりしてしまうのか
- ・なぜ人はすぐに飽きるのか
- ・なぜ朝に起きて夜になると寝るのか (3)
- ・なんで一日に一回 (約) はお父さんがマジギレ (はたくか口で言う) するのか

E) 生死について

- ・なぜ人間はそれぞれ寿命がちがうのか
- ・人はなんで生まれてどうして死ぬのか (5)
- ・人は死んだらどこへ行くのか

F) その他

- ・なぜ人間はいるのか (5)
- ・なんで人に合う色と似あわない色があるのか
- ・性別があるのはなぜか (2)
- ・白血病は骨髄移植をすればなおるのか
- ・平らな面で3 mぐらいは近いと思えるのに高さ3 mだとかわくなるのか
- ・なんで人それぞれ性格がちがうのか (2)
- ・神様はいるのか

③生き物について

A) 動物について

- ・なぜ動物は人間より寿命が短いのか
- ・なぜサケは自分が生まれた川にもどれるのか
- ・動物はなぜ哺乳類などに分かれているのか
- ・動物などは群れをつくることがあるがなぜか
- ・なぜ鳥は羽だけ空が飛べるのか

B) 昆虫について

- ・ホタルはなぜ光るのか

C) その他

- ・生物に血があるのはなぜか
- ・生き物は何でいるのか (2)

④人間社会について

A) ○○のでき方、作り方について

- ・洗剤はどうやって作ったのか

- ・ 絵の具は何でできているのか

B) 身近な不思議について

- ・ CDはどうやって音楽が流れるのか (2)
- ・ なぜ方角があるのか
- ・ ホコリにはなぜゴミなどがまざるのか
- ・ どうして紅茶にミルクなどをいれるのか
- ・ 包丁はなぜ切れるのか
- ・ 幽霊とかがでる映画と違ってあるけど幽霊って本当にいるのか (2)
- ・ なぜ、蛇口をひねるとお湯や水がでるのか
- ・ なぜテレビに人がカラーで映るのか
- ・ なぜ同じ星に住んでいるのに言葉がちがうのだろうか
- ・ どうして靴をはくのか
- ・ どうして電話があるのか
- ・ なぜ飛行機はとべるのか
- ・ どうして船は浮くのか

⑤ 学校のことについて

- ・ なぜ学校があるのか
- ・ なぜ学校の登校時間が早いのか
- ・ なぜ学校は午後にならないと帰らないのか
- ・ なぜ春休み、夏休み、冬休みがあるのに秋休みはないのか

⑥ 勉強のことについて

- ・ なぜ、勉強をしないといけないのか (2)
- ・ どうして人間は字を書くようになったのか

⑦ 時間・時計について

- ・ なぜ1日は24時間なのか 1時間は60分なのか (4)
- ・ 時間はだれが最初に決めたのか (2)
- ・ なんで時計は12までしかないのか

⑧ 理科の授業内容について

- ・ ドライアイスはなぜ熱いのか
- ・ なぜ静電気はおきるか
- ・ なぜ、物をもやすとダイオキシンの発生するのか
- ・ どうして赤・青リトマス紙にアンモニア水をつけると色が変わるのか
- ・ なぜ磁石にはS、N極があって反発したりくっついたりするか
- ・ アルコールランプの軸はヒモなのになんで燃えないのか

●大学生の疑問・質問

自然現象、身の回りのものへの疑問

- ・なぜ季節は変化するのか、なぜ季節は4つあるのか、毎年同じ時期にその季節になるのか、季節によって天気・気温などが異なるのか
- ・なぜ夕方、空が赤く染まるのか
- ・なぜ月の表面上に立つことができるのか、それは地球でも言えることだが、月の方が立つときリアルだから余計になぜかと思う
- ・携帯電話の電波は人体や乗り物などに、どのような影響を与えるのか
- ・なぜ雨が日本海に多いのか
- ・なぜ虹はいつも途中で消えてしまうのか
- ・雷はどのようになつたら発生するのか、どういう要素がそろったら発生するのか、雷が発生しないと何か困ることがあるのか、雷を止めることはできないのか
- ・なぜ山へ行くと眠くなるのか
- ・なぜ携帯電話で話せたりメールができるのか、なぜ電磁波でそのようなことができるのか
- ・なぜ神経がくっついたり離れたりするだけで、思考ができるのか
- ・なぜ携帯電話はあんなに小さいのに多くの機能を持てるのか、なぜメールは来るのか
- ・私たちの身の回りのものは、より使いやすいものへと進化していつているが、どこまで使いやすいものへとなくなっていくのか、大きく考えて文明もどこまで発展するのか、そこまで発展する必要はないのに、とも思う
- ・雲は目に見えるがどういう物質でどのようにできていくのか
- ・宇宙の始まりについて
- ・物体の最小・最大の単位（形のようなもの）について
- ・なぜ光速を越えるものがないのか
- ・なぜ電球は切れるのか
- ・なぜ地球の重力はこの大きさなのか
- ・最近岐阜県でもオーロラが見られたようでだが、どのような条件が整えば見られるのか
- ・携帯電話で始終話していると脳や耳、目など感覚が危機になるらしいが本当か
- ・レンジを作った人は何からヒントを得たのか
- ・生命の誕生、人間だけでなくあらゆる生命はいくつの偶然を経て生まれたのだろうか
- ・私たちが今ここに存在していることや、草や木などがあってそれらの物事が誕生し今どうしてどのように存在しているのか
- ・今、車社会では「ハイブリットカー」という言葉が浸透している。石油の減少を受けてのことだとわかるがいったいつになったら他のエネルギーによる車が一般化するのか、電気で走る車は高価すぎる
- ・漠然としているが、科学はこの先自然をどの程度まで上回るすることができるのか
- ・なぜ天気予報があまりにも当たらないのか、気象予報士はどのように雲の動きなどを読んで天気予報をしているのか
- ・皇族に女の子しか生まれないのは都心に環境ホルモンがあるからか

- ・虹が2つ出るときと出ないときがあるのはどうしてか
- ・なぜ雪の結晶は六角形なのか
- ・なぜ虹はできるのか
- ・迷惑メールを送ってくる人はどのようにして人のアドレスを知るのか
- ・なぜ地球は回転運動（自転）しているのか
- ・月の色と形はどうしていろいろなのか
- ・携帯電話の使用で自分にはあまり必要のない機能が多くあり、その必要性が疑問
- ・なぜ星は一般的に注目されるが、太陽については関心がないのか
- ・なぜパソコンを使っている時に携帯電話を使うとパソコンの画面がぶれるのか
- ・ブラックホールの仕組みについて
- ・なぜ光合成で草花は酸素を作り出すことができるのか、生きているからには動物も植物も酸素を必要として生きているが、それが植物の中には夜になると酸素を作り出している。それはどうしてか。その間はどうなっているのか
- ・今の人間たちは身の回りの電気製品にかなり依存している、このような人間たちが原始時代に連れていかれたらどうなるのか
- ・なぜ電子レンジで温めると皿が熱くならず中身が熱くなるのか
- ・なぜ電子レンジで温めると肉が焼けるのか
- ・欲求はコントロールできないのか
- ・なぜ非常口は緑なのか
- ・なぜ雲にはいろいろな種類があるのか
- ・なぜ電子レンジでアルミホイルを使用するとぱちぱち光が走るのか
- ・なぜ電子レンジでアルミホイルを使用してはいけないのか
- ・なぜコピーするときの光を見てはいけないのか
- ・なぜ携帯電話は線がつながっていないのに会話ができるのか
- ・酸性雨について→現在、実際にどの程度進んでいて、世界でどのような取り組みをしているのか、私の周りでは具体的な取り組みが見られない気がする
- ・なぜ落ち葉（紅葉）は色が変わるのか
- ・海の波はどのようにできるのか
- ・携帯電話は何のためにどこまで進歩するのか
- ・なぜあんなに重たそうな鉄のかたまり（飛行機）が浮くのか
- ・新潟は他に地域と比べて、なぜあれほどまでにたくさんの雪が降るのか、なぜ新潟は四季がとてはっきりしているのか
- ・日本では虹を7色で表現するが海外では違うらしい、なぜか
- ・18世紀後半から現在までに人間の異常発生と思われるくらい人口が増えている。自然界において異常発生後は必ずバランスを取り戻し数が減る。人間は大丈夫なのか
- ・なぜ朝、山から白い煙みたいなものがたくさん出るのか
- ・科学と化学の違いは何か
- ・なぜ鳥は空を飛べるのか
- ・地球はどのように誕生したのか
- ・雨が降るとなぜ車が汚くなるのか

- ・電気で動く冷蔵庫がなぜ冷たい空気を出せるのか
- ・なぜマッチに火がつくのか
- ・紅葉しても葉緑体は葉緑体なのか
- ・なぜ冬の晴れた朝は雨の朝より寒いのか
- ・なぜ夕日はあんなに赤いのか
- ・物理・化学などの目に見えないものの科学はどのようにして生まれたのか
- ・地球上にあるものをどのように調べて何を基準にしているのか
- ・宇宙の果てはどこか
- ・地球の寿命はあとどのくらい
- ・なぜ蛍光灯はきれそうになるとチカチカするのか
- ・動物や虫は人間の存在をどう感じているのか
- ・空の色が反射して海が青く見えるというのは本当か
- ・なぜ雷は光るのか
- ・蜃気楼の出来方
- ・鳩の赤ちゃんはどこにいるのか
- ・水は使われたらまた浄化されて家庭で使われるというように循環して使っているけれど、それはどんどん汚くなっているはずなので、今後私たちの体にはどのような影響が出てくるのか
- ・どのようにして太陽の温度を調べたのか
- ・携帯電話から出る電磁波はどのくらいの量か
- ・人ってどうして動くのか、手を動かそうと考えて手を動かしているのではなく、何かをしようと思って動いているのになぜ手が動くのか
- ・食品によく入っている乳化剤とは科学的に言うときどのようなものか
- ・なぜ上越教育大学にカラスが集まってくるのか
- ・なぜ上越では冬、雪の降る前に雷が鳴るのか
- ・なぜ光の屈折が違っていると違う色に見えるのか
- ・雨が降っていたときに外が赤くなっていたことがあったが、それはなぜか
- ・ファックスの文字はどのように伝わるのか
- ・なぜ磁石が北と南を指すのか
- ・原子力発電で使われるウランはどこで採掘されるのか、またどのような原理で利用されているのか
- ・なぜ月が赤く見えたり橙色に見えたりするのか
- ・なぜ月の回りに光の輪が見えるのか
- ・ソーラーシステムによる発電方法
- ・なぜ生物は競争するのか
- ・なぜ雲は白く見えるのか
- ・CD や LD など日常的に当たり前のように録音したり再生したりしているが、音をどうやってデジタル化して、どういったかたちで録音し再生しているのか
- ・電子レンジやオーブンなどはあれ程の熱が出るのに、なぜレンジ自体が燃えたりしないのか

- ・なぜ宇宙は広がっているのか
- ・地球上で一番最初の生物はどのようにできたのか
- ・なぜ赤い色は赤く見えるのか
- ・なぜ携帯電話のバイブレーションはあのようになるのか
- ・テレビはどのように映像を流しているのか
- ・なぜ水は4℃で密度が1になるのか
- ・物体と物体は本当に触れあっているのか
- ・なぜ狂牛病は発生したのか、この先どうなっていくのか
- ・なぜ太陽と地球はとても離れているのに熱が伝わってくるのか
- ・なぜ電子レンジで卵を加熱すると爆発してしまうのか
- ・なぜ雨粒の大きさに違いがあるのか
- ・なぜ空気中に電波が流れているのか
- ・なぜおいしいと感じるのか
- ・ものの色はどのように決まるのか
- ・宇宙人の存在について
- ・昼間でも太陽は出ているのに、夕方になると太陽が赤く見えるのはなぜか
- ・テレビと電子レンジを近くに置いて同時に使用すると、テレビ画面が揺れるのはなぜか
- ・なぜ流れ星は発生するのか
- ・流れ星はどこに落ちるのか
- ・カーナビの仕組みについて（現在地を正確に把握できるのはなぜ）
- ・人工知能について
- ・なぜ難病に対する新薬が出来る一方新しい難病が発生するのか
- ・なぜ人間は生きているのか
- ・なぜ水の滴は円のようになって落ちるのか
- ・太陽が出ているときにも雨が降ることがあるがなぜか
- ・なぜ波は高くなったり低くなったりするのか
- ・なぜ火は熱いのか
- ・なぜ人は眠くなるのか
- ・なぜ男と女がいるのか