

大気汚染調査を通しての環境教育実践

永沼 孝敏*

「息に含まれている二酸化炭素の割合はいくらか。」という質問を科学館に来られているお客さん300人にアンケート調査した。その結果でどれが一番多かったかを見ると、中学生と高校生は、だいたい50%~80%ぐらいが多い。つまり息の半分以上は、二酸化炭素であると考え

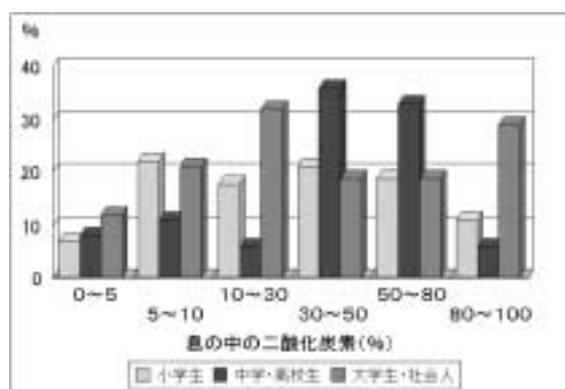


図1 息に含まれる二酸化炭素

ている。一般の社会人になってくると、80%~100%というのが半分近くいる。小学生については、二酸化炭素、呼吸を知らない低学年の子どもたちはのぞいてある。(図1)

このように身近な環境問題についても一般の人は、いろいろな認識を持っている。

仙台市科学館の役割として、一番大きなものは展示の役割である。それからもう一つは、生涯学習の支援とい

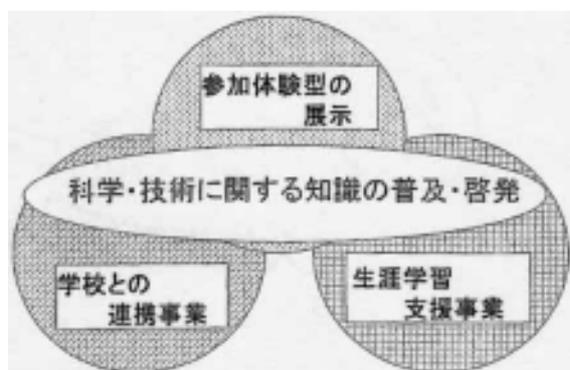


図2 科学館の目的

うことで、年代を問わず、一般の方々の教育についても支援する事業がある。又、仙台市科学館が開設された本来の目的である学校との連携事業があり、市内の中学生が実験等を行う「科学館学習」がそれである。(図2)

この三つの内容を柱にして、目的としては、科学技術に関する知識の普及、啓発ということが上げられる。どのような事をやっているかということ、環境学習から野鳥観察、電子工作、化学実験等、物理・化学・生物・地学それぞれの担当が、いろいろな教室を開催している。参加者はその都度その都度の募集なので、興味に応じて、いろいろなものに参加できる。それぞれ総合的に自分の学びたいことが学べるという形になる。(図3)

学校教育との連携に関しては、中学校の先生方を対象

- | | |
|-------------|-----------------|
| ・シャボン玉をつくろう | ・砂糖の不思議 |
| ・化学マジック | ・旋回する飛行機 |
| ・宮城の貴重な生き物 | ・ドライアイスで遊ぼう |
| ・野鳥観察 | ・北赤石の化石 |
| ・ワタアメ製造器 | ・ホームページをつくってみよう |
| ・ラジオづくり | ・インターネット講座 |
| ・インターネット講座 | ・仙台の雨は酸性雨? |
| ・水生生物の採集 | ・焼河原の地層の化石 |

図3 科学教室など

として、実験指導の方法や、教材研究を行う理科研修会。小学校の先生方の希望があった場合に行う理科教育実践講座などがある。中学校の理科研修では、環境教育、環境学習支援の方法等を研修している。

科学館学習では、仙台市内の中学2年生が全員、科学館で授業を受ける。今は、物理・化学・生物・地学の4つから1つ自分の希望するものを選択して、できる限り第一希望で実験実習を行っている。その他に、展示物を見ながら課題を解く展示学習という2つの内容より構成されている。化学領域では、7年前から、環境学習・環境

* 仙台市科学館指導主事

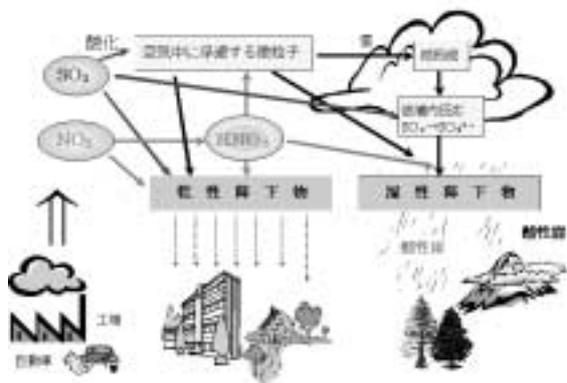


図4 酸性雨の生成過程

教育ということで、酸性雨とか、あるいは、洗剤による水の汚染というものをテーマに学習を展開してきている。

実験実習の環境教育のプログラムを考える場合に、新指導要領にも書いてあるが、まず考えなければいけないのが身近な自然環境である。それから、つり合いという言葉を考えなくてはならない。そして、自然環境を保全すること。この3つがキーワードになる。それらについて「調べる」、「理解する」、「認識する」、この3つをきちんと分けて考えていく事が環境教育あるいは環境学習の中で大変大事なことだと考える。

平成14年度から実施される新学習指導要領に書いてある例として、大気については、視程観察、空気中の二酸化炭素濃度の調査、植物による大気汚染の調査等が例としてあげられている。仙台市科学館としては、これまで

酸性雨をテーマとして授業を組んできた経緯から、大気汚染、特に酸性雨の原因である二酸化窒素を取り扱うことを計画した。

酸性雨の生成過程を図4にしめした。窒素酸化物と硫黄酸化物が主な原因物質となって酸性雨ができて考えられている。

日本では、硫黄酸化物がほとんど工場から出なくなっているため、主な原因としては二酸化窒素である。これを調べていくことによって、酸性雨との因果関係を理解する事ができると考えた。

まず先生方に二酸化窒素について理解してもらい、どうやって身近なものにしていくかということが問題になった。そこで、小中学校に依頼して各学校付近の二酸化窒素濃度を測定しマップをつくることにした。(図5)

平成10年度は140箇所、11年度は170箇所ぐらい調査した。サンプリングの方法は東北学院大学の山口先生が考案したサンプラーを使用し、通常よりも大変少ない経費で行うことができた。各学校には取り付け方を書いた用紙を添えて配布した。(別紙配付資料)

11年度のマップを見ると、幹線道路沿いがやはり濃度が高い。山の方は、かなり少なく二酸化窒素の影響を受けてないことがわかる。山の方は、職員が手分けして登ってつけて、再び回収に行った。面白山では、つけてから1ヶ月後に行ったら台風でなにも無くて空しい思いで帰ってきた事もあった。山間部へ行く時には二人一組で

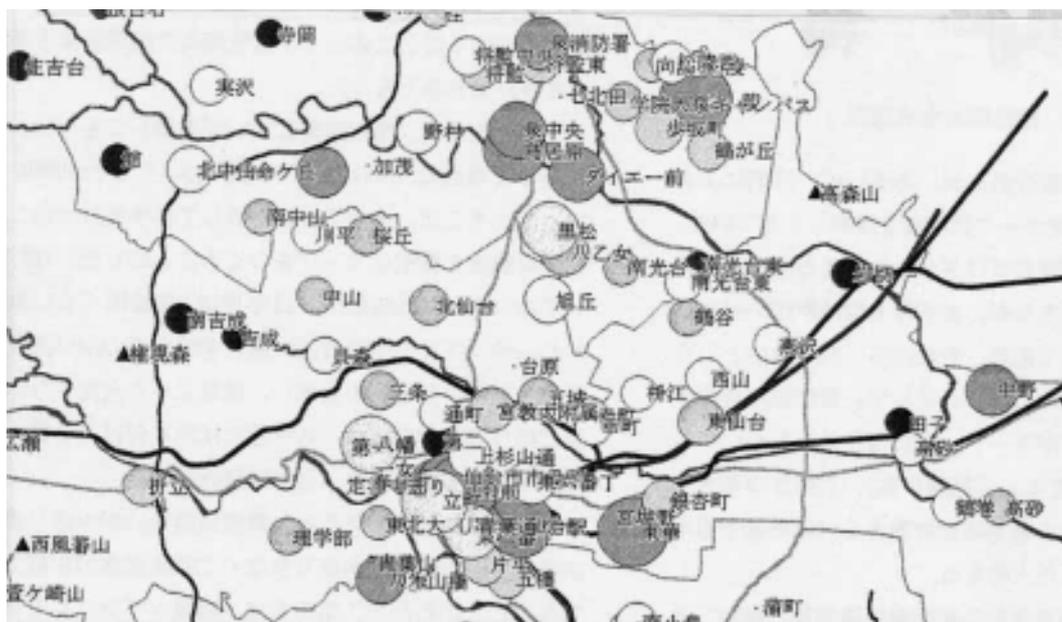


図5 仙台市内二酸化窒素分布

行った。化学が二人行くと、ひたすら歩くのばかりで、ただサンプラーを頂上につけに行くだけ。生物と化学で行くと、途中で地面にきのこ見つけたり、上の方に鳥を見つけたら鳥見たりで、自然に野外観察会になったりした。地学と行ったときには、谷に降りていくときに、昔この辺に噴火口があった。などの話がでて、総合的というか、自分の知らない知識が入ってくる。総合学習するときに、いろいろな知識を持っている先生が、ITを組んで学習に参加するというのは、子どもにとってはとても幅ができるしお互い指導者どうしても大変勉強になると考えられる。

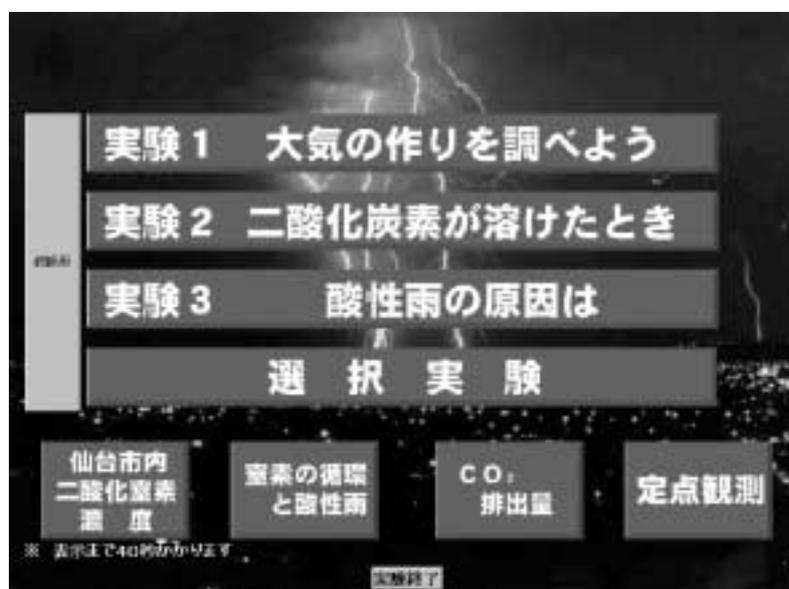


図6 「大気を調べる」授業の流れ

実験1 大気をつくりを調べる

- 大気的主要成分
- 二酸化炭素の割合を調べる
- 呼吸による二酸化炭素の増加
- 燃焼による二酸化炭素の増加

大気的主要成分

成分	割合
N ₂	78.09%
O ₂	20.94%
Ar	0.97%
CO ₂	0.01%

図7 大気をつくりを調べる

次に二酸化窒素濃度調査の結果の活用であるが、まず行ったのは、科学館として小企画展の中で、水と大気環境展というのを行った。大きなマップを作り、広瀬川沿いに二酸化窒素を測って、測定点付近に住んでいる魚とか、昆虫とか、水質とか近くの様子の写真などを見せて、来館者に仙台市の環境を理解してもらうような展示会を開いた。

これをもとにして、「大気を調べる」という学習を、11年度、12年度に行っている。(図6)

科学館学習は90分である。実験の構成は、「大気の作りを調べよう」が導入になっており、次に二酸化炭素で酸性雨が出来るかという「二酸化炭素が溶けたとき」として、「酸性雨の原因は」で、二酸化炭素で酸性雨をつくり、定量的に調べる。そして発生原因を調べる「選択実験」という流れを作っている。その他に資料として、仙台市の窒素酸化物濃度分布とか、窒素の循環などを使用している。

「大気の作りを調べる」では最初に大気的主要成分という表を見せて、1～4が、酸素・二酸化炭素・窒素・水蒸気、それぞれどれにあたるか考えてみようという事で、まず予想をたてさせる。(図7)

そのあとに、実際に実験で、二酸化炭素の量をガス検知管を使って調べる。

呼気の二酸化炭素濃度を調べる実験も行っている。これは学校でも行えるもので、水酸化ナトリウム水溶液に息を50ml通し、二酸化炭素だけ吸収させる。残った気体の体積を測定して濃度を計算する。平均すると、息の中に数%ぐらいしか入っていないということがわかる。これは物を燃やして燃えた後の気体にも応用できる。科学館でしかできないのではなかなか普及しないので、科学館でもできるが学校でもちょっと工夫すればできるんだというような装置も考えていかなければならない。

大気の中の気体の割合を理解させて、次に酸性雨の原因は何か、と問いかけると、だいたい二酸化炭素ではないかと予想する生徒が多い。そこで実験2では呼気を、ストローで



図8 二酸化窒素と酸性雨

水に吹き込みpHメーターで、pHを測らせる。ここでは酸性・アルカリ性の強さをpHという数字で表すことができるということを理解させる。息を吹き込むとpH5.6ぐらいまで下がるがそれ以下にはならない。そこで酸性雨というのはpH5.6以下の雨を指し、国際的にはpH5.0以下であることを伝える。このことから酸性雨の主な原因は二酸化炭素ではなく、空気中で1番多いもの「窒素」と、生物が生きていくために必要な「酸素」が結びついたものであることを話し次の実験につなぐ。

実際に二酸化窒素を使って酸性雨を作るのが実験3である。(図8)



図9 選択実験

亜硝酸ナトリウムにうすい硫酸を入れ、二酸化窒素を発生させる。気体がもれないようにゴム管の先に注射器をつないで二酸化窒素を吸い取り、試験管に汲んだ水に静かに通しここに二酸化窒素が溶けた酸性雨をつくる。この水のpHを測るとだいたいpH3～4である。

次にザルツマン試薬という一般的に使われている測定試薬を自分たちで入れさせ、色をつけさせて二酸化窒素の定量的な調べ方を学習してもらう。これらの結果から

酸性雨の原因が二酸化窒素だと理解させて選択実験を行う。

選択実験では二酸化窒素の発生源を調べることがねらいである。(図9)

選択Aは雷が作るものということで、簡単な放電装置で実験する。Bは排気ガス、Cは私たちの周りの二酸化窒素ということで、希望する学校には事前に自分の学校でサンプリングし、持参したサンプルを実際測定する。

科学館の周りとか、森林公園で集めたサンプルも用意して測ってもらう。それぞれの班の測定結果は一覧画面でお互いに見ることができる。

まとめでは窒素の循環を考えていく。(図10)昔は工場とか自動車がなかったので、主に二酸化窒素というのは、

窒素の循環と酸性雨

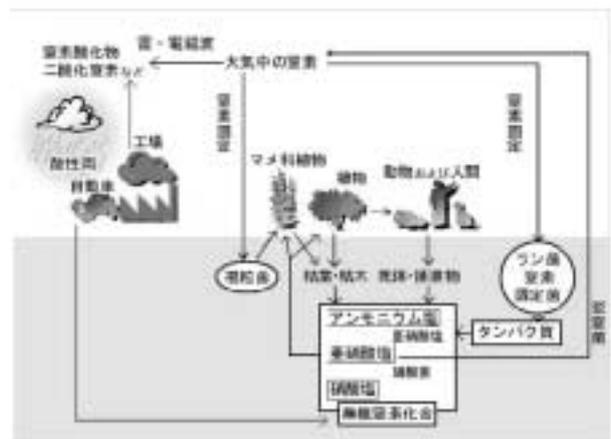


図10 窒素の循環

雷が鳴ったときに大量にできていた。「雷がなる年は豊作である」と言うことわざがあるが、自然界の循環の中では、根粒菌と一部の藍藻ぐらいしか窒素固定できない。そのなかにあって雷が鳴ることは、窒素肥料が雨に溶けて降ってくることを意味した。ところが、工場や自動車が増えたために、二酸化窒素が増えすぎてしまい雨が酸性雨という悪者になってしまった。すべてはつり合い、バランスの問題なんだということを理解させる。

NTTと協力で一時間ごとの定点測定をやっており、棒グラフが二酸化窒素である。(次ページ図11)だいたい夕方のラッシュ時に二酸化窒素濃度が上昇している。ところが、ほとんど二酸化窒素が無い日がある。この理由を考えさせ湿度との相関に気づかせる。湿度の高い日は二酸

二酸化窒素定点測定

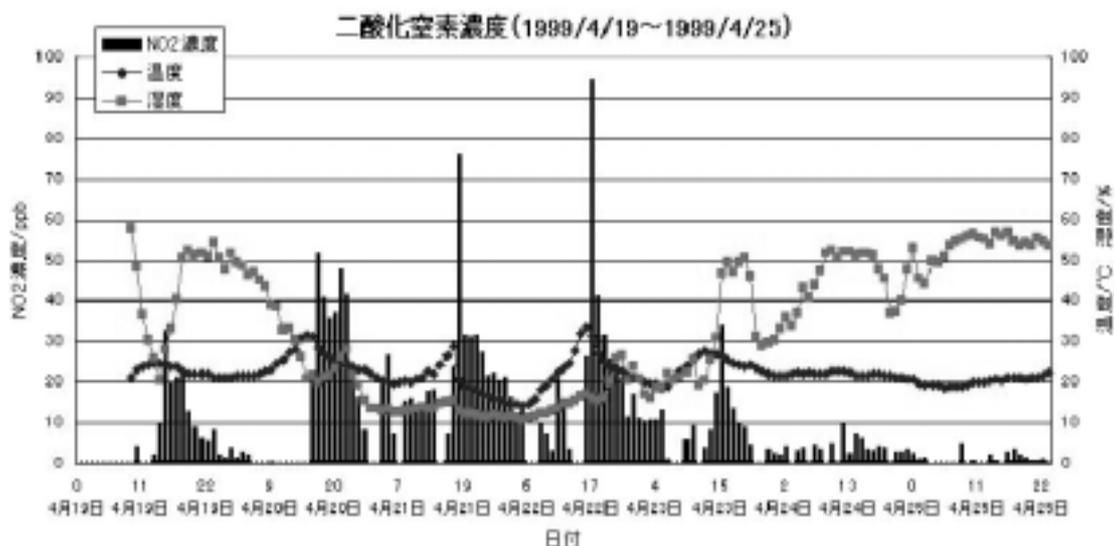


図11 二酸化窒素定点測定

<http://sendai-no2.mcon.ne.jp/>

大気NO₂濃度モニタリング

このページは、仙台市科学館とNTTの共同プロジェクトで行われている

仙台市内のNO₂濃度の状況を知るページです。

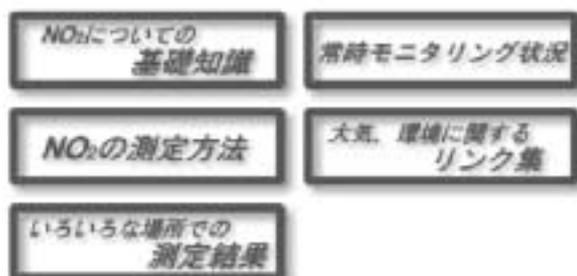


図12 二酸化窒素のホームページ

化窒素濃度が低い。雨の日は空気はきれいだけど頭から降ってくる雨は酸性雨かもしれないね。いう形で説明する。

又、仙台市での取り組みとしてアイドリングストップやハイブリッドカーの導入などを上げて説明する。そして、二酸化窒素分布図を見て自分たちの地域の状況を調

べさせる。

環境に対する実験後の感想であるが、「環境汚染の原因が生活に関わっていて、環境を考えるとときに身近なことを見なければならぬ。」「私の家はどうか、家の前の道路どうか調べてみたい。」「毎日毎日こつこつやっていく事が、環境を良くする活動なのだ。」などが上げられた。

また、二酸化窒素定点測定という、ほぼリアルタイムでのリモートモニタリングのデータをホームページで紹介している。(図12)。二酸化窒素に関する知識、測定方法、いろいろな場所での測定結果、常時モニタリングで科学館前で1時間ごとに測定している結果も出てくるようになっている。ここまでが科学館化学の環境教育である。