



～地球環境を把握する～
空気を調べよう！



国道58号の朝の風景・・・こんなにたくさんの車はどこから来たのだろうか。



車と環境、車と健康について考えよう！

～地球環境を把握する～ **空気を調べよう!**

ね
ら
い

大気汚染とは、自動車の排気ガスや工場から排出されるばい煙などによって発生した硫酸化物、窒素酸化物、浮遊粒子状物質などが原因で大気が汚れる現象のことをいう。現在、大気汚染は世界中で問題になっており、その影響は多岐にわたる。ここでは、いつも私たちが当たり前前に接している空気について、身近な「車」を主なテーマとして取り上げ、実態の把握、車社会と健康との関係について考える。また、その他の大気汚染による被害についても調べ、改めて「空気」を考えるきっかけを作る。

① 車と大気汚染の関係～自然の中に見る大気汚染の実態～

② 私が観測員。私たちの街の大気汚染状況観測

③ 大気汚染地図を作ろう!

④ 私たちの生活と車

⑤ 空気をきれいにして健康に暮らすには?

⑥ 大気汚染物質と被害

⑦ オゾンホールとは?

課題発展・参考事例

大気汚染って
目に見えないけど?

Let's
Think

大気汚染を自分たちで
調べよう!

マツの葉
観測機

どうしたら空気のきれいな
暮らしができるか、
みんなで考えよう!

アクティビティ
参考資料

●環境教育プログラム（高等学校・環境部会編）

「タウンページ」

地球の大気（6-6）

フード・マイレージ（6-41）

○環境教育プログラム（中学校編）

「くらしを深検」

白さで気づけ! 二酸化炭素（1-10）

メーターを遡せよ（1-12）

■沖縄県環境白書

（沖縄県文化環境部環境政策課 毎年発行）

大気汚染



1 車と大気汚染の関係～自然の中に見る大気汚染の実態～

大気汚染物質の一つである浮遊粒子状物質は、工場や自動車から排出される人間の活動によるものと、風による土壌粒子の舞い上がりなど、自然現象によるものがある。ここでは、粒子状物質が付着しやすく、身近で識別も容易なマツを用いて大気汚染を測定しよう。

マツの葉を採取しよう

- 採取場所ごとに、マツの葉を3本程度採取しよう。
- 採取場所（ポイントNo）、日付、採取時間帯などを書いたポリエチレン袋に採取したマツの葉を入れよう。
- 採取地点を地図に記録しよう。
- 周辺の状況を把握するために、採取場所の交通量と周辺環境などを記録しよう。

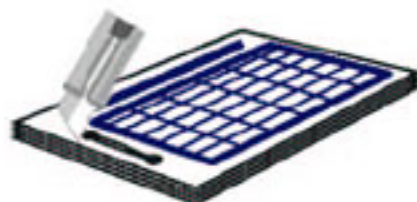
用意するもの

- ポリエチレン袋
- 油性ペン
- 数取機（カウンター）
など

交通量調査の箱、
右の写真のような
数取機があると便利



▲数取機（カウンター）



ワークシート例

採取場所の状況（交通量、周辺環境）

調査 ポイント	交通量 (10分間)	場所（周辺環境）
(記入欄) 1	〇〇台	林の中、畑の邊
2		
3		
4		
5		

MEMO

人の家の庭木から採取するときは、きちんと断ってね。



情報ボックス

大気汚染の指標となるマツの葉

植物の葉には気孔があり、ここから酸素や二酸化炭素を出し入れしたり、植物体内の水分が水蒸気として出ている。植物の気孔は動物の鼻のようなものであり、空気が汚れていると気孔も汚れてしまう。特にマツは樹脂（マツヤニ）が分泌されるため、汚れの付着性を高めている。またマツは気孔がくぼんでいる（陥入気孔）ため、大気中の粒子状物質がたまりやすいという特徴がある。その特徴を利用して、気孔の詰まり具合を指標に大気汚染度を測ることができる。



▲リュウキュウマツ
(沖縄県の県木)

マツの葉の気孔がほこりや排気ガスによって詰まることから、大気汚染の状況を知ることができる。観測員になったつもりで、マツの葉の気孔の詰まり具合を目安にして私たちの街の大気汚染の程度を調べよう。

マツの葉の気孔を顕微鏡で観察して汚染度を調べよう

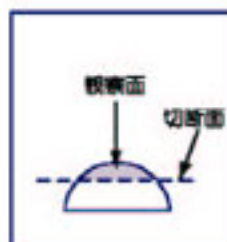
- マツの葉の表皮を図1のようにカミソリの刃で薄くはがし、スライドガラスの中央に乗せる。切断面は図2のとおり。
- スライドガラスを顕微鏡のステージに乗せ、倍率を100倍にして観察する（倍率は必要に応じて変えよう）。
- 図3のような気孔が観察できたら、気孔のつまり具合（黒い点のように見える）を記録しよう。
- 気孔の数を記録したら、下の式で汚染度を計算しよう。また、計算した結果を下の表を参考にまとめよう。

用意するもの

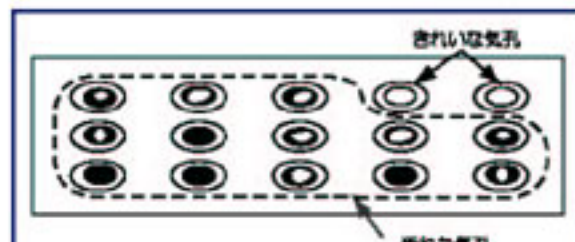
- 顕微鏡
- ピンセット
- カミソリの刃など
(カッターナイフでも可)



▲図1 マツの葉の表皮をはがす



▲図2 マツの葉の断面



▲図3 マツの葉の切片のイメージ図

<算出方法>マツの葉で調べる汚染度

$$\frac{\text{汚れた気孔の数の合計 (個)}}{\text{調べた気孔の数の合計 (個)}} \times 100 = \text{汚染度 (\%)}$$

<算出例>No.1交差点において調べた気孔の数50 (個)のうち、汚れた気孔の数10 (個)の場合



$$\frac{10 \text{ (個)}}{50 \text{ (個)}} \times 100 = 20\%$$

※No.1交差点の汚染度は20%

ワークシート例

汚染度結果表

採取場所	気孔の数 (個)			汚染度 (%)	交通量 (台)
	汚れた気孔	きれいな気孔	合計		
(記入例) No.1 県道〇〇号線 交差点	10	40	50	20	
	気づいたこと 交通量が多くダンプ、トラックの割合が高い。				

3

大気汚染地図を作ろう！

大気汚染は、一台の車といった小さな発生源が集まって大きな汚染になっていく。私たちの身近なところの大気汚染状況はどうだろう。大気汚染の度合いが大きいところと小さいところでは、環境にどのような違いがあるのか比較しよう。

調査結果をまとめ、汚染地図を作ろう

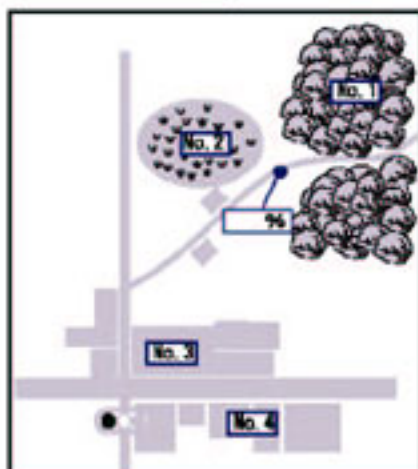
- 前頁で調べた交通量と調査地点の数をもとに汚染度の平均値を計算しよう。
- 調査場所の汚染の段階を地図に記入し、地域全体の汚染の状況を比較しよう。

ワークシート例

交通量と汚染度

交通量ランク	0~ 00台	00~ 00台	00~ 00台	00台 以上
調査地点の数				
汚染度の平均値 (%)				

Let's try!



地域の地図を描く（地図のコピーを貼ってもよい）

結果の考察をしよう

- これまでの調査結果からわかったことや感じたことをまとめよう。

ワークシート例

- 交通量と汚染度の関係
- 採取場所の周辺環境と汚染の関係



情報ボックス

大気に境界線はない・・・長距離越境大気汚染条約

国連欧州経済委員会（Economic Commission for Europe: ECE）による、歴史上初の越境大気汚染に関する国際条約。環境大臣会合で採択された枠組み条約であり、ヨーロッパ諸国を中心に、米国、カナダなど49カ国が加盟（当時のEC含む。日本は加盟していない）。1979年締結、1983年発効。加盟国に対して、酸性雨等の越境大気汚染の防止対策を義務づけるとともに、酸性雨等の被害影響の状況の監視・評価、原因物質の排出削減対策、国際協力の実施、モニタリングの実施、情報交換の推進などを定めた。地球全体を取り巻き、常に流れている大気に境界線はない。知らない間に私たちが汚染の加害者もしくは被害者になっている可能性がある。

参考：EJCネット（国立環境研究所）

普通の生活に車は欠かせないもの。通学、通勤、レジャーなど、車のない社会は想像できない。しかし、便利な一方で、車が原因で私たちの健康や環境に被害を及ぼしている面がある。なぜここまで車が増えたのだろうか？ 都道府県別の人口や面積から考えよう。

車の保有状況調べよう

- 車保有台数について全国と沖縄県を人口や面積から比較しよう。
- なぜここまで車が増えたのか、また未来の車対策について考えよう。

MEMO

車保有台数について、全都道府県の順位や人口、面積との関係調べよう。

ワークシート例

都道府県別車保有状況

車の保有台数	順位	都道府県名	台数(台)	人口(千人)	面積(km ²)
車の総保有台数	1位				
	2位				
	()位	沖縄県			
1000人当たりの車保有台数	1位				
	2位				
	()位	沖縄県			
単位面積当たりの車保有台数	1位				
	2位				
	()位	沖縄県			

車が増えた理由

私が考える未来の車対策

(例) 燃料電池車を開発する

情報ボックス

車を持たない住宅地が流行する？ ドイツ発

ドイツではここ10年ほど、「車を持たなくても快適に暮らせる住宅地」「車のない住宅地」を作る試みが、各地で行われている。1990年代半ばに、市民参加型で都市計画が始まったフライブルク市の新興住宅地ポープンもその一つ。参加した将来の住民たちが熱意を入れたのが「交通コンセプト」作りだった。成功の要因は、車のない理想郷をつくるのではなく、他の交通手段やカーシェアリングを整備し、車を持たなくても快適に暮らせる住宅地、自家用車を持たないことのメリットを納得のいく形で明確に示した上で、車を所有するか、しないかの選択の自由を住民に与えたことが指摘されている。車を持つことを当たり前のこととして設計されている社会システムに対して、ひとつの大きな挑戦をしている。 参考：ECネット（国立環境研究所）

車による大気汚染の影響は、汚染による被害だけではない。車が少なかった時代に比べて極端に少なくなった私たちの健康への被害も無視できない。車の利用を控えて歩くことは、運動になり、肥満防止につながる。車の利用と健康との関係について考えよう。

ノーマイカーで健康に

- 徒歩によって自分が1日どのくらいのエネルギーを消費しているか計算し、健康にも環境にもやさしい暮らしについて考えよう。

<算出方法> 徒歩による1日の消費カロリー

$$0.057 \times \text{体重 (kg)} \times \text{1日に歩いた時間 (分間)} = \text{徒歩による1日の消費カロリー (kcal)}$$

※徒歩による体重別の消費カロリー係数は【0.057kcal】を用いる（出典：オムロン・ヘルスケア株式会社）

<算出例> 登校時に車の送迎をやめて30分歩いた（体重60kgの場合）

$$0.057 \text{ (kcal)} \times 60 \text{ (kg)} \times 30 \text{ (分間)} = 102.6 \text{ (kcal)}$$

※体重60kgの人が1日30分歩いた場合の消費カロリーは102.6kcal



ワークシート例

ウォーキングによる今日1日の消費カロリー

$$0.057 \times \boxed{} \times \boxed{} = \boxed{} \rightarrow (\div 200) \boxed{}$$

私の体重 (kg) 1日に歩いた時間 (分) エネルギー消費量 (kcal) これはご飯〇半分!

健康にも環境にもやさしい行動計画

現在	今後
(例) ・近くの店へ買い物に行く時、車を利用している	(例) ・近い場所へ行く時は、なるべく多く歩こうとする



情報ボックス

肥満率No.1！ 沖縄県の実態

2004年度政府（社会保険庁）管掌健康保険の生活習慣病予防検診のデータ（約350万人）を分析した結果、受診した30代以上の男女ともに沖縄県民が突出して肥満率が高いことが明らかとなった。特に男性の肥満（BMI[※]>25）の割合は約47%で、第2位の北海道（34.6%）を大きく引き離している。女性は1位が沖縄県（26.1%）、2位東京都（22.7）、3位埼玉県（22.2）で、東京や大阪などの大都市で肥満者の割合が少なかった。長寿県と言われながら、沖縄県の肥満率がこれ程高いのはなぜだろう。

※BMI：体重（kg）を身長（m）で2回割った値のこと。このBMIが「22」になる体重を「標準体重」としている（日本肥満学会）。計算方法は「自分の身長（m）×自分の身長（m）×22」である。（身長158cmの人の場合「1.58×1.58×22＝約54.9kg」）

大気汚染物質による被害はいろいろある。世界ではどのような大気汚染の問題が発生しているのか？ どのような物質が影響しているのか？ それはどのようにして発生するのか？ 身近な問題として調べよう。

大気汚染物質による被害について調べよう

- 大気汚染を引き起こす原因となる物質をあげよう。
- その物質はどのようなことがきっかけで発生するのか調べよう。
- 健康や自然、建物などにどのような被害をもたらすのか調べよう。

酸性雨



ワークシート例

大気汚染物質の発生原因と被害

	原因物質	発生原因	健康・自然・建造物などへの被害
(記入例)	硫黄酸化物	石油などの燃焼	ぜんそく（例：四日市ぜんそく）



情報ボックス

大気汚染の恐ろしさを知らしめた四日市ぜんそく

「四日市ぜんそく」は、三重県四日市市の地域で発生した大気汚染による健康影響事件。昭和30年代中ごろに三重県四日市市の石油化学コンビナートの本格稼働に伴い、大気汚染物質（主として硫黄酸化物）の排出によって、近隣住民にせきが出る、痰が出る、更にはぜんそく等の閉塞性肺疾患の症状を訴える人が多発した。症状の辛さなどから自殺する人も出る深刻な事態となった。昭和39年に、当時の厚生省（現厚生労働省）は、呼吸器への影響調査・検証をし、その結果高い有病率と大気汚染の関係を立証した。昭和47年に津地万製薬所は被害6社の共同不法行為を認め、賠償を認めた。典型的な高度経済成長期の『公害』で、その後の日本の環境政策の拡充に大きな影響を与えた。

参考：EBCネット（国立環境研究所）

7 オゾンホールとは？

地球の周りを取り囲み、太陽からの紫外線を吸収して地上の生態系を保護する役割を果たしているオゾン層。しかし、オゾン層はフロンなどの塩素を含む化学物質によって破壊され、オゾンホールとなって現在も拡大を続けている。オゾンホールについて調べよう。

オゾンホールについて調べよう

- オゾンホールとは何か、またその現状と将来について調べよう。

ワークシート例

オゾンホールとは

オゾン層破壊の原因

オゾン層が壊れたらどうなるのか

オゾンホールの現状、推移

今後のオゾンホールの予測、対策



情報ボックス

オゾンホールの影響をまともに受ける人たち

南米チリは南極に近く、特に南の地方はオゾンホールの影にかかっており、快晴の日には外に出て日光浴を楽しむどころか、外出もできない。オゾンホールの拡大に伴って、皮膚ガンや白内障などの紫外線を浴びることで悪化されるといわれる病気や、農作物への被害などその影響はいろいろなところに波及している。オゾンホールは一体誰が開けたのか？ 空には境界線がないため、私たちの普段の生活のあり方が、地球の反対側の人々を恐怖にさらしている可能性がある。

参考：ECネット（国立環境研究所）



～地球環境を把握する～ 空気を調べよう！

緑豊かな場所で感じる「空気のおいしさ」。私たちが毎日吸っているのはどのような空気だろうか？ 空気は誰のものでもなく、生きもの全てにとって欠かせない大切なもの。空気が汚れる原因と、私たちが空気をきれいにできる方法を考えよう。

課題発展のテーマ

- 沖縄県の肥後度日本一と車社会との関係、健康や長寿と車社会の関係についても考えよう。
- 世界の大気汚染や室内空気汚染の被害について調べ、その実態をまとめよう。
- 星空と空気の汚れとの関係を探ってみよう。
- 住んでいる地域の雨水のpHなども測定してみよう。
- 大気汚染は一人で改善できるものではない。私たちができる改善策（省エネ、節水、ごみの減量、環境にやさしい生活の実践）などをいろいろ考えよう。



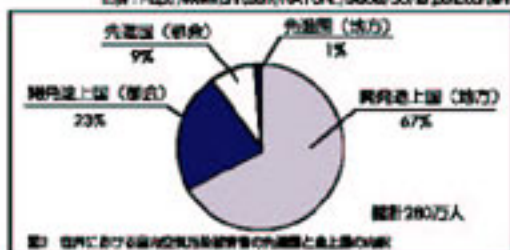
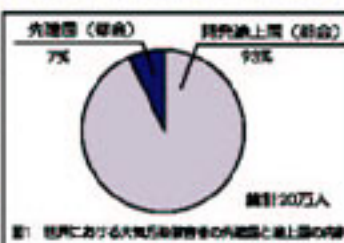
世界に目を向けてみると…

室内空気汚染の被害の実態

「大気汚染」の世界における被害は先進国よりむしろ開発途上国で深刻だ。

WHO(世界保健機関)の調べによると、世界における大気汚染の被害者20万人のうち先進国の占める割合はわずか7%。また、それ以上に深刻な「室内空気汚染」については、年間約280万人の死亡者のうち、途上国の占める割合は約9割となっている。被害がなぜ途上国に集中しているのか、また多くの犠牲者を出している「室内空気汚染」の実態と背景について考えよう。

出典：http://www.ann.com/NATURE/9008/30/airpollution.html



事例紹介

開邦高等学校の大気中及び排気ガス中のSO₂、NO₂についての研究

開邦高等学校の2年生4人のメンバーは、普段何気なく吸っている空気中に大気汚染物質がどれほど含まれているのか疑問に思い、大気汚染物質であるSO₂とNO₂をフィルターパックを用いて県内の11地点で14日間サンプリングして各地点間の比較と原因を考察した。また、車の排ガスについても、乗用車、軽自動車でのSO₂とNO₂の測定および濃度比較を実施した。その結果、SO₂と交通量との相関や車に設置されている一酸化炭素等発散防止装置のNO₂削減効果を明らかにした。第26回沖縄青少年科学作品展で入賞している。

表 車・車種別排気ガスと特定車の排気ガスに含まれるSO₂、NO₂の濃度

	10分間平均濃度 (ppb)	1時間平均濃度 (ppb)	24時間平均濃度 (ppb)
乗用車排気ガス車・軽自動車	107	0	0
- 乗用車	193	0	0
乗用車排気ガス車・軽自動車	34	0.1	0
- 乗用車	119	0.1	0
乗用車排気ガス車・軽自動車	38	0.2	0
- 乗用車	64	0.2	0
一般車・軽自動車	93	0.2	1.8
- 乗用車	93	0.2	1.3
学校車	425	200	130