

高等学校における総合学習（環境学習）

テキスト

[テーマ]

（共通テーマ）「環境学習のはじめに」

- 1．燃料電池 「燃料電池を自分で作って理解しよう。」
- 2．省エネルギー 「加速させよう！ 省エネルギーの取り組み」
- 3．太陽光発電 「太陽光発電で地球を救う」
- 4．廃棄物処理と不法投棄 「モッタイナイ」の心で廃棄物を見直そう。
- 5．バイオマスの活用 「牛糞で自動車が走るってホント？」
- 6．水質と測定 「君は分析者！」
- 7．水環境 「命をはぐくむ水！」
- 8．自然保護の大切さ 「身近な自然環境を知る。」
- 9．自動車の省エネルギー 「自動車を対象としてエネルギーの基礎を学ぶ。」
- 10．食と環境(1) 「食と温暖化の意外な関係」
- 11．エコライフ 「グリーンコンシューマーとマイバッグ持参の取り組み」
- 12．大気環境 「身近な空気と地球温暖化」
- 13．水環境と化学物質 「水の浄化を考える。」
- 14．自然保護 「校庭から学ぶ生物多様性」
- 15．食と環境(2) 「フードマイレージと地産地消」

平成20年2月

NPO 法人環境カウンセラー千葉県協議会

一人ひとりが地球のためにできる環境保全を考えてみましょう。

昭和の高度経済成長時代(1955～1970年)に工場からの排ガスや排水によってひどい公害が発生しました。四大公害(水俣病、第二水俣病、イタイイタイ病、四日市ぜんそく)で代表される、これらの公害では、特定地域における工場が加害者で、周囲の住民が被害者の立場にありました。しかし、平成の多くの環境問題では、地球規模の温暖化現象から私たちの生活に密着した身近なごみ処理問題まで、私たち市民が加害者であるとともに、被害者の立場であるのが特徴です。これらの環境問題に対しては、国際的にも国内的にも議論され、その対策の実行が始まっています。しかし、改善が進んでいる対策もあるが、地球温暖化や不法投棄のように改善が進まず、むしろ悪化している事例が多いのです。

18世紀の産業革命以後、科学の急速な発展に伴い、先進国中心に豊かな社会の実現に成功してきましたが、化石燃料・エネルギーの多量消費を伴い、化石燃料や鉱物などの限りある資源の枯渇問題も引き起こしています。

現在、最も危惧されている地球温暖化現象は、エネルギーの多量消費により大気中の二酸化炭素濃度が増加していることが主たる原因です。その二酸化炭素は日常生活でテレビを見たり、お風呂に入ったり、自動車に乗ることなどによって発生するものですので、私たち市民はライフスタイルの見直しを行わねばならなくなっています。

これらの環境問題を環境省「環境白書」より引用して分類すると、

- 1) 地球規模の大気環境：地球温暖化(海面上昇、砂漠化、異常気象、熱中症)、オゾンホール
- 2) 国内の大気環境：光化学オキシダント、窒素酸化物、硫黄酸化物、浮遊粒子状物質、有害大気汚染物質、酸性雨、黄砂、ヒートアイランド
- 3) 水環境、土壌環境、地盤環境：水環境保全、健康の保護に関する水質の環境基準、湖沼水質、海洋汚染、土壌汚染、地盤沈下、地下水汚染
- 4) リサイクル・廃棄物対策：産業廃棄物と一般廃棄物
ゴミ対策(3R = Reduce, Reuse, Recycle)
不法投棄、ポイ捨て禁止
- 5) 化学物質対策：化学物質の環境リスク(PCB、農薬、殺虫剤など)、ダイオキシン
- 6) 自然環境保全：里山・干潟・森林の保護、レッドリスト、外来生物
- 7) その他の生活環境：騒音、振動、悪臭など



(南太平洋の沈みゆく島国)



(熱中症の流行、マラリアなど)

一つの環境悪化の事象は、他の環境問題とお互いに関連していることが多いのです。

例えば、「6) 自然環境保全」の森林の保護は、植物の光合成を活発にして二酸化炭素の吸収を増加し、「1) 地球規模の大気環境」の対策でもあります。

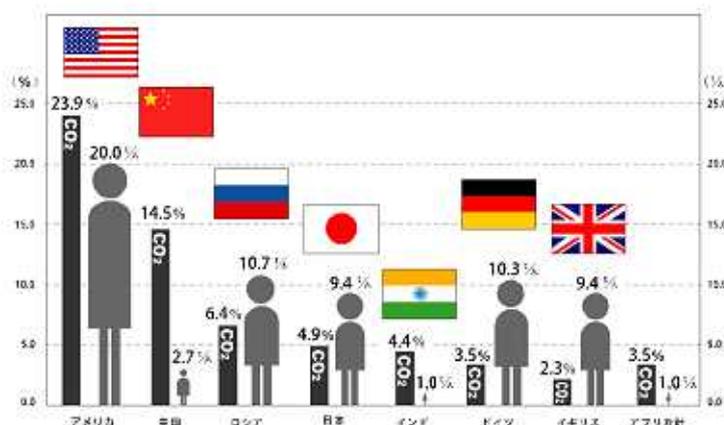
山奥深いところでの不法投棄は、地下水汚染や河川の水質汚染の原因になって、人や生物に悪影響を及ぼすこととなります。上記の「4) リサイクル・廃棄物対策」は「3) 水環境」対策でもあります。

今回の総合学習で取り上げた環境教育の8科目のテーマでは、私たちが日常生活で実行できる対策をとりあげています。そのため、上記分類で示した1)~7)の環境問題の一部をとりあげているに過ぎません。また、8科目のどれを選択しても、それは環境問題を学ぶ入り口でありますので、学んだことから何かを気づき、更に深く考えていくことが環境問題の学習にとって、最も大事なことです。この更に深く考えると、疑問に思ったり気づいたりしたときに、その原因は何か(Why)と、さらにその原因は何か(Why)と、考えを押し進めてゆくことです。

1. 「燃料電池」は、上記分類の「1)地球規模の大気環境」に関する事で、化石燃料の使用を大幅に減らす革新的技術について、実験を行って学びます。
2. 「省エネルギー」は、上記分類の「1)地球規模の大気環境」に関する事で、地球温暖化の原因である化石燃料の消費量を削減する方法を消費電力量の測定等により学びます。
3. 「太陽光発電」は、上記分類の「1)地球規模の大気環境」に関する事で、化石燃料に代わる新エネルギーを生み出す技術を、ソーラーカーを走らせることで学びます。
4. 「廃棄物処理と不法投棄」は、上記分類の「4)リサイクル・廃棄物対策」に関する事で、市民が毎日取り組まなければならないごみの処理について現物を使って学びます。
5. 「バイオマスの活用」は、上記分類の「1)地球規模の大気環境」に関する事で、太陽の力で生命を受け、成長する生態系からの新エネルギーの利用技術を実験により学びます。
6. 「水質汚染と測定」は、上記分類の「3)水環境」に関する事で、私たちは日常生活で多くの水を使用しています。その水質の環境基準について、水を分析することにより学びます。
7. 「水環境」は、上記分類の「3)水環境」に関する事で、人や生物の生命は水により維持されています。その水の良い環境をどう守るかについて学びます。
8. 「自然環境保護の大切さ」は、上記分類の「6)自然環境保全」に関する事で、自然界では生物が支えあって生きています。ネイチャーゲームの手法で楽しみながら、自然の大切さを学びます。

最後に、地球温暖化の主要原因となる二酸化炭素の各国の排出量を示します。日本は多くのエネルギーを消費し、それに伴って二酸化炭素も大量に排出していることを知りましょう。

世界の二酸化炭素排出量に占める主要国の排出割合と
各国の一人当たりの排出量の比較(2002年)



(注記：挿入した写真・図は「全国地球温暖化防止活動推進センター」の資料からの引用です。)

燃料電池を自分で作って理解しよう。

講師：

1 . 電池の種類

電池は、携帯電話・デジタルカメラ・ノートパソコン・ラジオなどの電源として私達の日常生活になくてはならないものです。

普通の電池は、電池の中の化学物質の化学反応によって発生するエネルギーを電気に変換する装置です。

これに対し、燃料電池は、エネルギー源となる燃料を外部から供給しながら発電するもので、大量の電力を連続して発生することができるので、小規模な発電所と言えるものです。

(1)化学電池	(1)一次電池 (充電ができないもの)	マンガン乾電池 アルカリマンガン乾電池 酸化銀電池 リチウム電池
	(2)二次電池 (充電ができるもの)	鉛蓄電池 ニッケルカドミウム電池 ニッケル水素電池 リチウムイオン電池
	(3)燃料電池 (燃料を供給しながら 発電する。)	固体高分子型 りん酸型 溶融炭酸塩型 固体酸化物型
(2)物理電池	物理変化によるもの	太陽電池 (Solar cell)

2 . 化学電池の原理

「イオン化傾向」の異なる2種類の金属を電解質の水溶液の中に入れると二つの電極間に電位差が生じる。イオン化傾向の大きい金属Aは酸化されて陽イオンとなって溶け出す。発生した電子は、導線を通してイオン化傾向の小さい金属Bへ流れ、そこで還元反応を起こす。

電流は、電子の流れとは逆方向に、イオン化傾向の小さい金属Bからイオン化傾向の大きい金属Aに向かって流れる。

< 電池の基本要素 >

電極(二本：正極、負極)

電解質

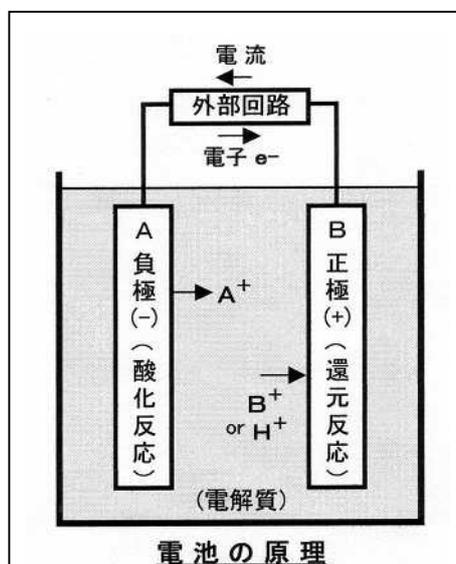
外部回路(負荷)

< 電極での反応(電気化学反応) >

負極：酸化反応(脱電子) $A \rightarrow A^+ + e^-$

正極：還元反応(電子付加) $B^+ + e^- \rightarrow B$

(または、 $H^+ + e^- \rightarrow \frac{1}{2} H_2$)



< ボルタ電池 >

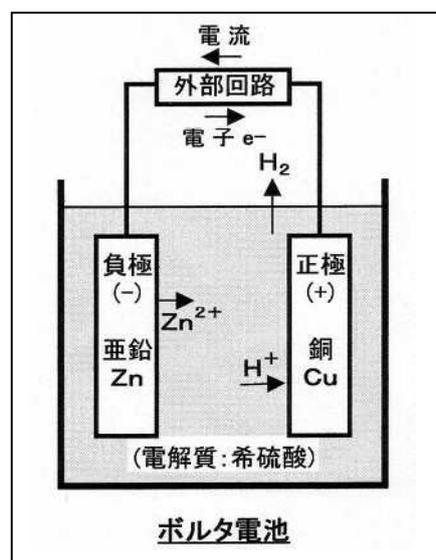
ボルタ(イタリア)が発明した世界最初の電池で、亜鉛板と銅板を希硫酸の中に浸したもの。亜鉛板と銅板を導線で接続すると、イオン化傾向の大きい亜鉛が希硫酸の中に亜鉛イオンとなって溶け出す。このとき生じる電子は、導線を通して銅板へ流れる。銅板上では水素イオンが電子を受け取り、水素を発生する。

亜鉛板(負極) $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (酸化)

銅板(正極) $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ (還元)

(注) 電解液の中には硫酸(H_2SO_4)が解離した水素イオン H^+ と硫酸イオン SO_4^{2-} が存在する。 e^- は電子を表す。

ボルタ電池と同じく亜鉛板と銅板を電極に用いた電池に「ダニエル電池」がある。電解質が硫酸亜鉛と硫酸銅の水溶液で、正極では銅イオンが還元され、水素は発生しない。



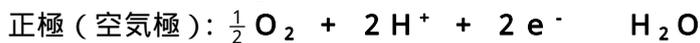
3 . 燃料電池のしくみ

燃料電池の原理

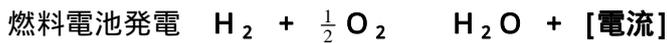
電池は、「酸化されるもの(燃えるもの)」と「還元されるもの(燃やすもの)」とからできていて、この両者が反応することによってエネルギーが生み出される。普通に物を燃やすと熱としてエネルギーが発生するのに対し、電池では電気としてエネルギー取り出すことができる。

ほとんどの電池は、「酸化されるもの(燃えるもの)」として金属(亜鉛やリチウム)を使っている。この金属の代わりに「燃えるもの」そのものである「燃料」(水素)を使っているのが燃料電池である。

白金などの触媒を付けた二本の電極の一方に水素、もう一方に酸素を供給すると、電気化学的に反応して、電気が発生する。

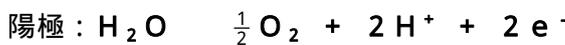


両極で起こる反応をまとめると、

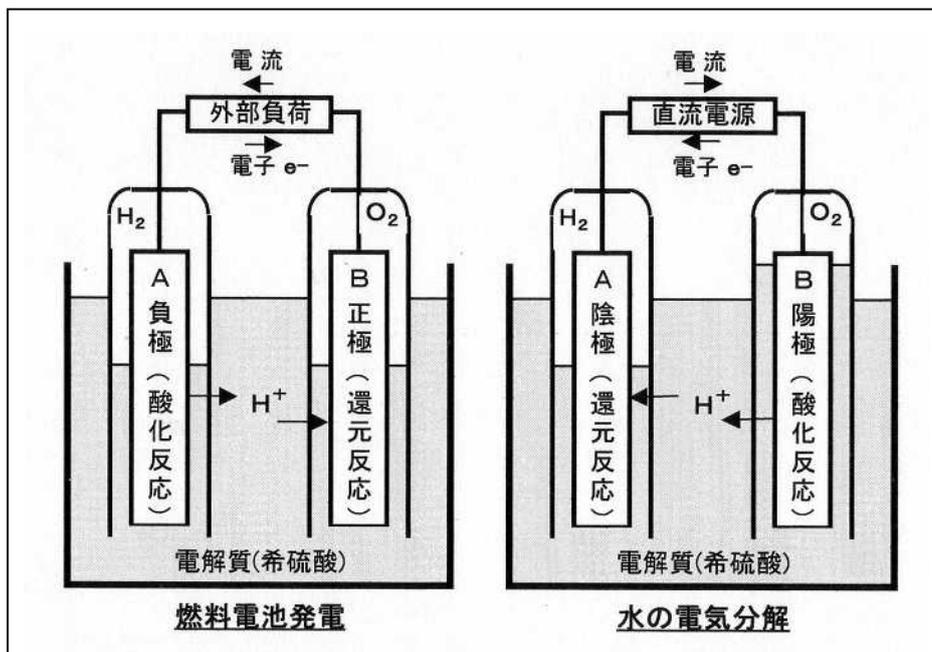
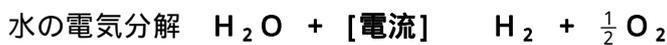


これが燃料電池の発電原理である。

燃料電池とは逆に、2つの電極を通して水に外部から電気を流すと水が電気分解され、それぞれの電極に水素と酸素が発生する。電気分解では、電源の正極と接続した電極を「陽極」、電源の負極と接続した電極を「陰極」という。



両極で起こる反応をまとめると、

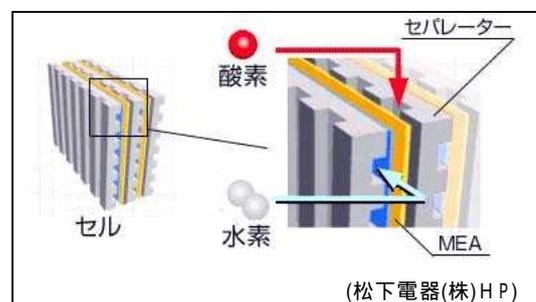


燃料電池の構造

(1) 「セル」

燃料電池を構成する単位(単電池)を普通「セル」と呼んでいます。

セルは、触媒(白金)を片面に付けた2枚のカーボン電極(燃料極と空気極)で電解質を挟んだサンドイッチ構造となっています。



(松下電器(株)HP)

(2) 「セルスタック」

燃料電池本体は、「セル」をいくつも積み重ねた構造で、「セルスタック」と呼ばれています。

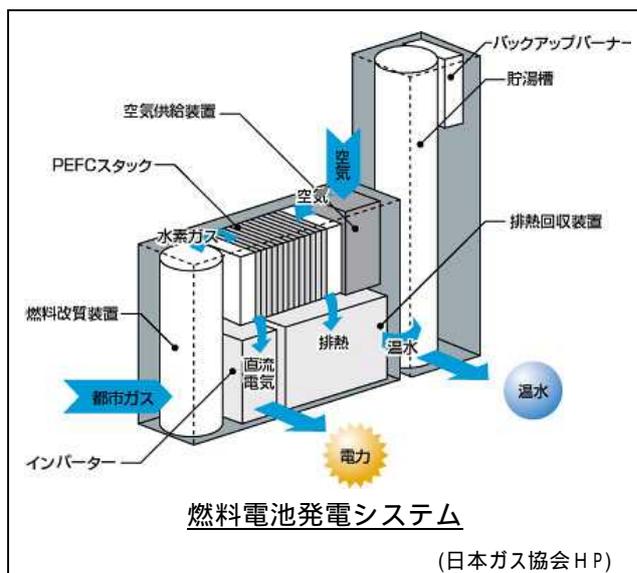
セルとセルの間には「セパレーター」があり、燃料極に入る水素と空気極に入る空気が混じるのを防ぐとともに、隣り合ったセルを電氣的に直列につなぐための電導体でもあります。

(3) 燃料電池発電システム

実際の燃料電池発電システムには、次のような装置が一つのパッケージに組み込まれています。

1. 燃料電池本体【セルスタック】
水素と酸素から直流の電気を発生する装置
2. 燃料改質装置
都市ガスなどの燃料から水素を作る装置
3. インバーター
発電した電気を直流から交流に変える装置
4. 排熱回収装置
燃料改質装置やセルスタックから出た熱を回収し、蒸気や温水に変える装置

水素は、単独の資源としては自然界に存在しないので、水素を含んだ燃料(天然ガス、あるいは都市ガス、LPG、ガソリン、灯油など)から水素だけを分離して取り出します。



4 . 現在開発中の代表的な燃料電池

	アルカリ型 (AFC)	固体高分子型 (PEFC)	りん酸型 (PAFC)	熔融炭酸塩型 (MCFC)	固体酸化物型 (SOFC)
電解質	水酸化カリウム	高分子膜 (陽イオン交換膜)	りん酸	Li・Na・K系 炭酸塩	安定化 ジルコニア
作動温度	60～90	常温～約90	約200	約650	約1000
電解質の中を移動するイオン	水酸化イオン (OH ⁻) 空気極 燃料極	水素イオン (H ⁺) 燃料極 空気極	水素イオン (H ⁺) 燃料極 空気極	炭酸イオン (CO ₃ ²⁻) 空気極 燃料極	酸素イオン (O ₂ ²⁻) 空気極 燃料極
発電出力		～50kW	～1000kW	1～10万kW	1～10万kW
発電効率 (LHV)	50～60% (純水素/純酸素)	30～40%	35～45%	45～60%	45～65%
用途	宇宙、軍事	家庭用発電 自動車用	コ・ジェネレーション	中・大規模発電	中・大規模発電

- ・現在の研究開発の主流は固体高分子型形燃料電池。
- ・天然ガスやLPG、灯油などを分解して製造した水素を燃料として供給する。
- ・メタノールを直接供給するタイプの燃料電池(ダイレクトメタノール型燃料電池DMFC)も研究されている。

5 . 燃料電池の特長と期待される用途

燃料電池は、次の点で他の発電方式よりも優れています。

電気化学反応によるので、理論的に発電効率が高い。

しかも、小規模でも大規模発電に匹敵する発電効率を得られる。

コ・ジェネレーションシステムとすることで、電気だけでなく排熱も利用できるのも、全体としてのエネルギー利用効率が高くなる。

エネルギー利用効率が高い分だけ地球温暖化の原因となる二酸化炭素CO₂の排出が少なくなる。

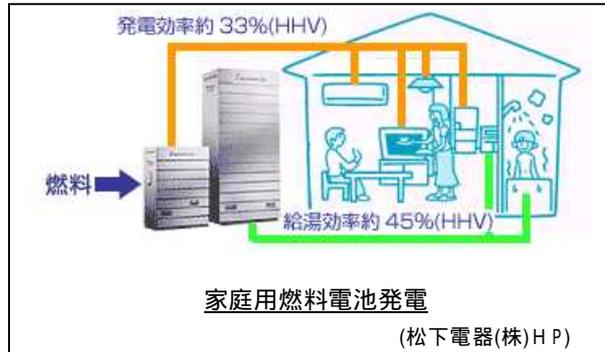
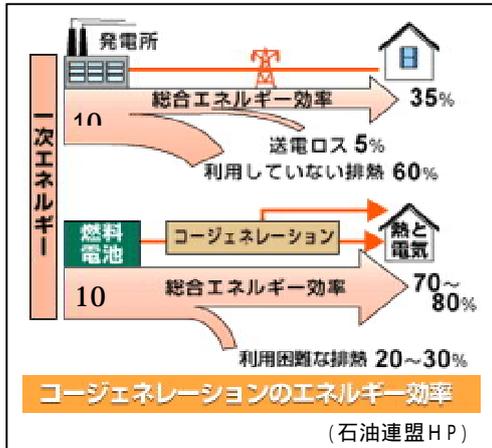
排ガスがクリーンで、窒素酸化物NO_xやイオウ酸化物SO_xなどの有害物質を排出しない。

そこで、これらの特長が生かされるオンサイト発電や燃料電池自動車での実用を目指して、研究開発が活発に進められています。

(1) オンサイト発電(電気を使う場所での発電)

燃料電池が最も期待されている用途は、家庭用やビル・工場などのコ・ジェネレーション(発電する際に発生する排熱を回収し、電気と熱の両方を使うシステム)です。

燃料電池の高い発電効率に加えて、排熱を回収・利用することによって、エネルギー利用効率が飛躍的に高くなり、それだけCO₂の排出が少なくなるので、地球温暖化対策の有力な手段として実用化が待たれています。

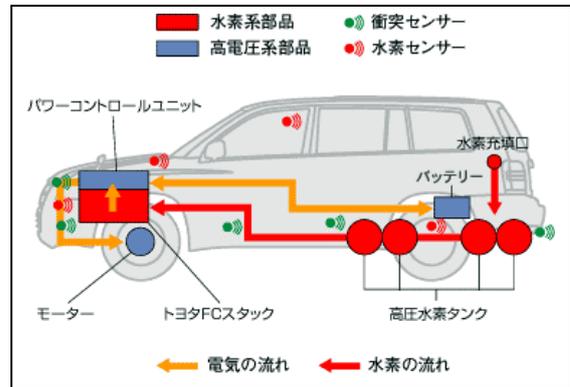


(2) 燃料電池自動車

燃料電池自動車が「究極のエコカー」として期待され、自動車メーカーが開発を競っています。

燃料電池自動車は、これまでのガソリンエンジン式に比べ効率が2倍以上と高く、それだけ地球温暖化の原因となるCO₂の発生量が少なくなります。しかも、NO_x、SO_x、粒子状物質をほとんど排出することがないので、大気を汚染することもない。まさに地球環境に優しい自動車であると言えます。

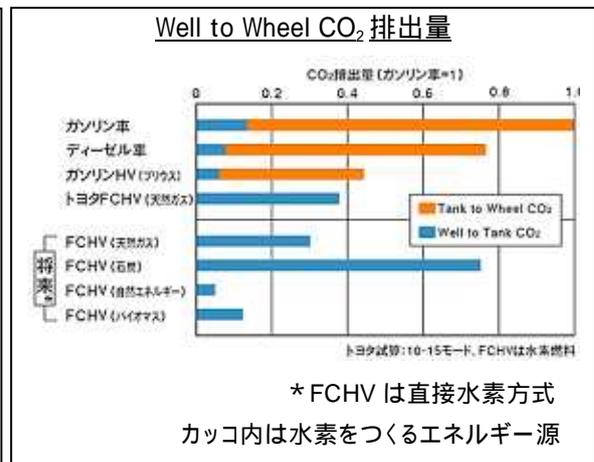
燃料電池で使う水素は、車に載せたポンペに高圧で充填します。したがって、燃料電池自動車を普及させるためには、ガソリンスタンドに代わる「水素ステーション」の整備が必要となります。



トヨタ FCHV の総合効率
総合効率(%) = 燃料効率(%) × 車両効率(%)

	燃料効率 Well to Tank (%)	車両効率 Tank to Wheel (%)	総合効率 Well to Wheel (%)
ガソリン車			14%
ガソリンHV (プリウス)	88	37	32%
高圧水素FC車	58 ^{*3}	38	22%
トヨタFCHV		50	29% ハイブリッド車並有
FCHV(目標)	70	60	42% 3×ガソリン車

■ 10-15モードトヨタ試算値
*3 天然ガスから水素をつくる場合の効率



(出典: TOYOTA FCHV BOOK)

レポートおよび感想

[燃料電池を自分で作って理解しよう。]

_____ 年 _____ 組

氏名 _____

1 . 普通の電池(一次電池)と燃料電池の違いは何か？

.....

.....

.....

.....

2 . 燃料電池が環境にやさしいといわれる理由は何か？

.....

.....

.....

.....

3 . 今日の授業についての感想を書いて下さい。質問があればそれも書いて下さい。

.....

.....

.....

.....

.....

.....

講師コメント

.....

.....

.....

加速させよう！ 省エネルギーの取り組み

講師：

はじめに

地球環境問題にはさまざまな側面があります。その中で地球温暖化問題は、一人ひとりがそれぞれで出来る改善対策を全世界協力して進めていかなければ対応できない問題です。人類が直面した最大の課題だといえましょう。

今回の授業では、電気の省エネルギーに関しわれわれにどんなことができるか、さらに先輩たちはどんなことにチャレンジしているのかを実験を通じて考えてみましょう。

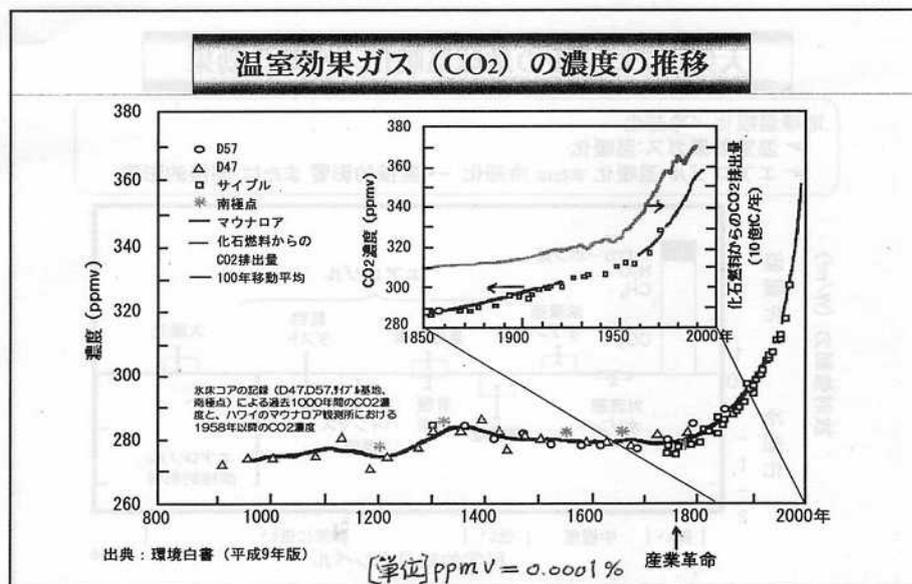
・化石燃料（石油）時代と地球温暖化

大気の中には温室効果ガスが含まれています。温室効果ガスは、太陽から届いた熱を逃がさず、地球上の生物が住みやすい気温(平均15度)に保つ働きをしています。

今、温室効果ガスの中の主なガスの二酸化炭素が、産業革命以来約200年の間に急激に増え続けています。(200年前まで：CO₂濃度約280ppm、現在：370ppm)

資料1：温室効果ガス(CO₂)の濃度の推移

これは、エネルギー源の化石燃料（石油、天然ガス、石炭など）を大量使用することから発生するCO₂(二酸化炭素)によるものと考えられています。



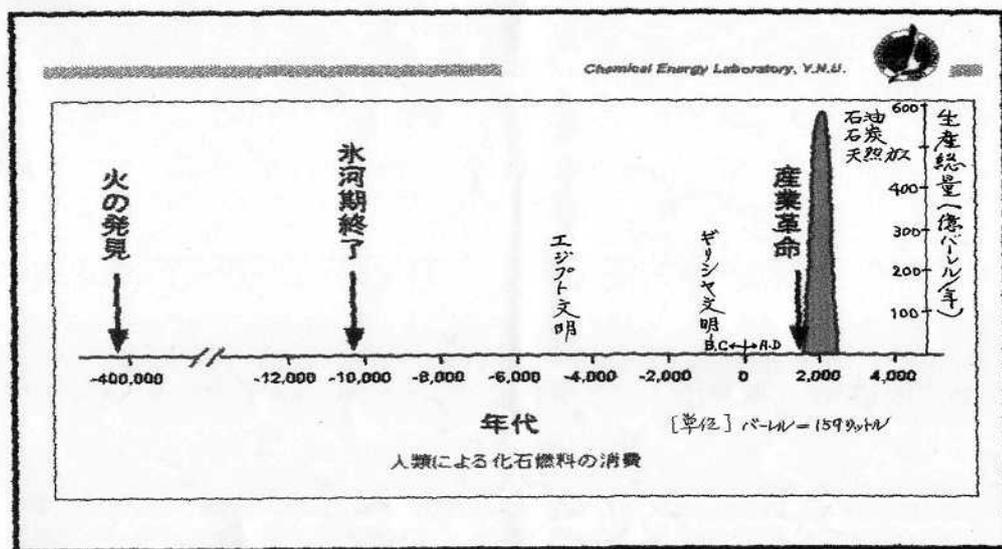
資料2：全地球平均地表温度の推移

配布資料(1)「青い地球の物語」参照(3, 4ページ)

この影響は、2100年には気温が最大5.8度上昇するといわれています。この温度上昇は、人間の生活において甚大な影響を及ぼします。人間の活動量が多くなりすぎ、人為的なものが地球規模の自然を破壊、このままでは再生不可能な変化を与えつつあると考えられます。

資料 3 : 人類による化石燃料の消費

人類の歴史の中でも、つい最近（産業革命後、特に第二次世界大戦後）の爆発的なエネルギー消費量増加と人口の増加によるものと考えられています。



<おさらい：燃焼反応>

- 人は化石燃料や木を燃やしてエネルギーを得ることができるが、同時に二酸化炭素 (CO₂) も排出する。(燃焼反応)



- 各種の燃料や電気を使用した時の CO₂ の排出量は計算できます。

(例) 電気* : 1 kWh 当たりの CO₂ 排出量 0.36 kg / kWh

ガス : 1 m³N 当たりの CO₂ 排出量 2.1 kg / m³N

灯油 : 1 L 当たりの CO₂ 排出量 2.5 kg / L

ガソリン : 1 L 当たりの CO₂ 排出量 2.3 kg / L

(注) * 火力発電所では化石燃料を燃やして発電します。

MJ : メガジュール (エネルギーの単位)

m³N : 標準状態のガス 1 m³ を示す。

・ これからの対応策

配布資料 (1) 「青い地球の物語」をよく読もう！

エネルギーの無駄な使用をやめ、必要な時だけ効果的に使用します。

エネルギー利用効率の高い機器を開発し、その積極的な使用によって、エネルギー使用量を抑制しています。

、 **が省エネルギー・省資源です。**

自然エネルギーやバイオマス等、化石燃料以外のエネルギーの利用についての新技術の実現を期待し、新しい技術を積極的に活用する。

美しい自然と資源を皆さんの子供や孫の世代に引き継ごう。

・省エネルギーをどのようにして実現するか

1. 家庭で出来る身近な温暖化対策に取り組んでみよう

資料4：家庭で出来る10の取り組み

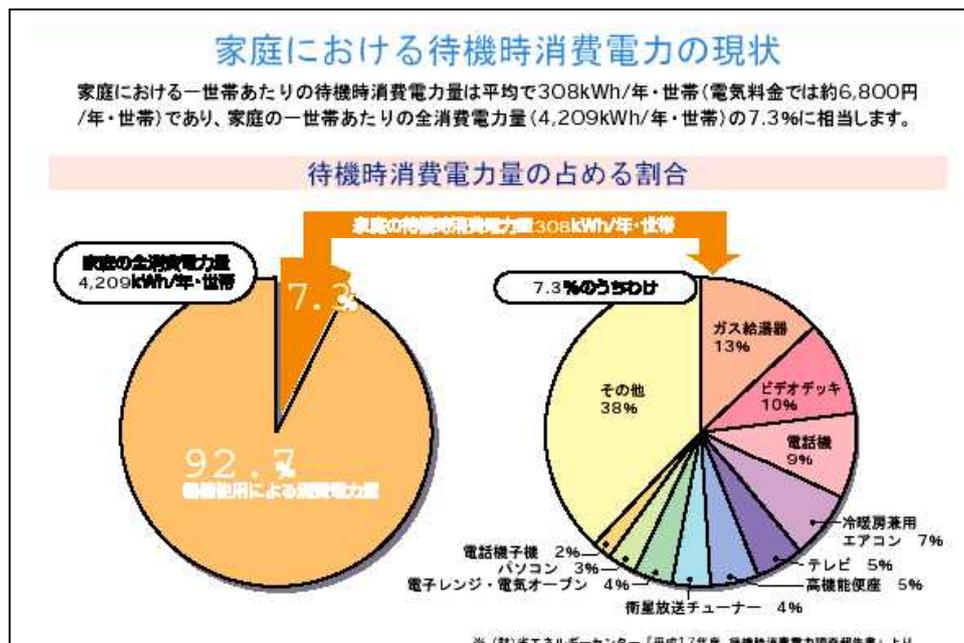
10の目標に取り組んでみよう。

配布資料(2)「身近な地球温暖化対策」

<デモンストレーション>

待機電力の実例(ビデオ等)とエコタップ

資料5：待機電力が消費電力に占める割合



消費電力の7.3%を占める待機時消費電力

家庭で消費する電力のうち、年間約7.2%が待機時消費電力です。これは、一家庭におけるテレビの消費電力について大きな割合です。まさに待機時消費電力は、見逃せない省エネの大敵です。

2. 各種照明に新しい技術を積極的に利用しよう

照明は、現在エネルギー効率が低い技術の最たるものです。白熱球では電気の約2%しか光にしていけないし、効率の良い蛍光灯でも12%程度です。

これからは、むしろ、半導体の貢献が考えられ、発光ダイオード(LED)と呼ばれる半導体が、蛍光灯と比較しても、2~3倍程度の効率向上が期待できます。

<デモンストレーション>

白熱灯 vs 蛍光灯 vs LED(ライトエミッションダイオード)

この3つの照明の明るさと消費電力を実験により違いを比較・体験してみよう。

<実習例>

電球型蛍光灯(15W)と白熱電球(54W)のコストと消費電力とCO₂発生量を比較・試算してみよう。

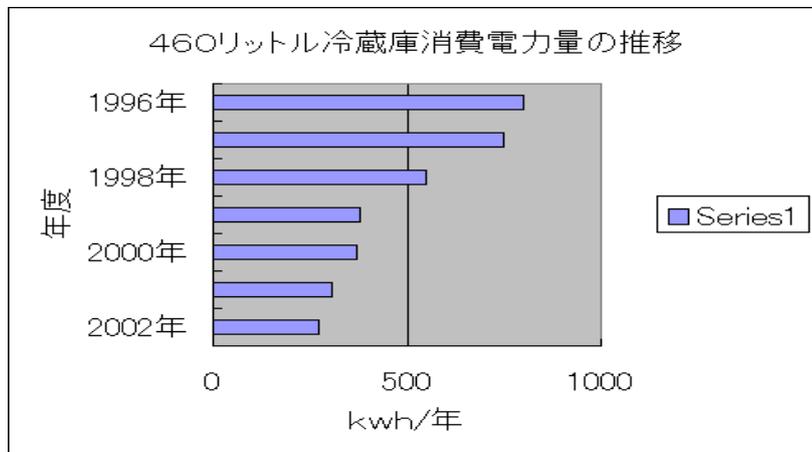
< 実施例 >

資料 6 : 信号の LED 化等



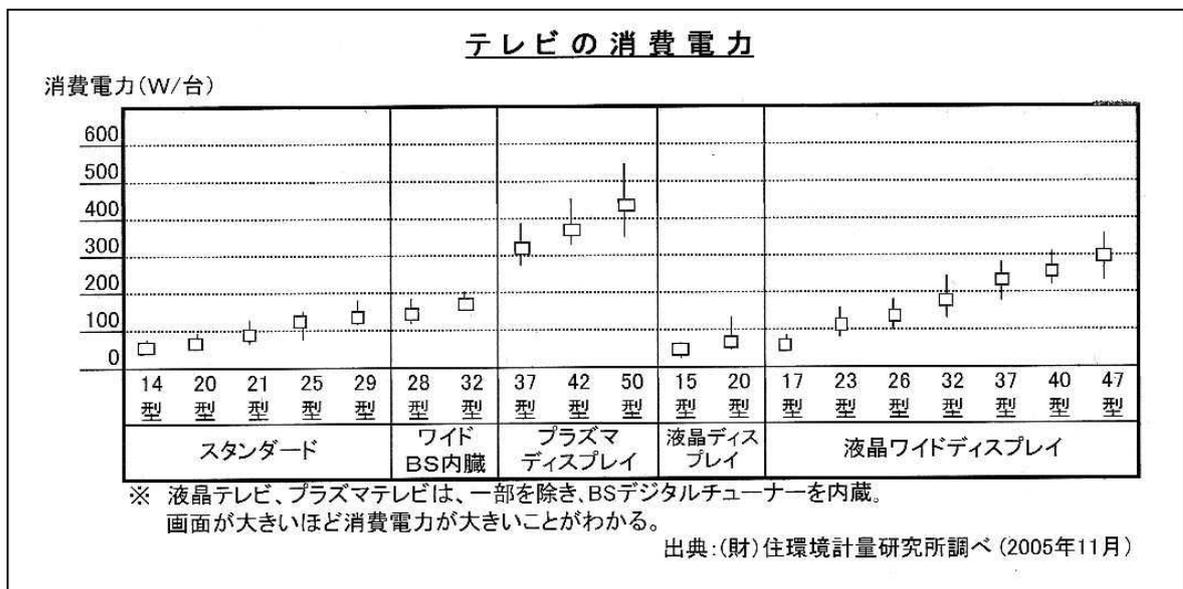
< 家電製品のエネルギー消費事例 >

資料 7 : 冷蔵庫の消費電力推移



出典: 省エネセンターHP (2006)

資料 8 : テレビのサイズと消費電力



3. 暖房のエネルギー効率を比較してみよう。

エアコンによる暖房：エアコンの中に電気ヒータが入っているのではなく、電気でモータを回し、その仕事を使って、暖房の場合には室外から熱をくみ上げています。

汲み上げると言うのは、室外の方が気温が低いにもかかわらず、外から室内へ熱を運ぶと言う意味で、ちょうどポンプが低い位置から高い位置へ水を汲み上げるのと似ているので、「ヒートポンプ」と呼ばれます。

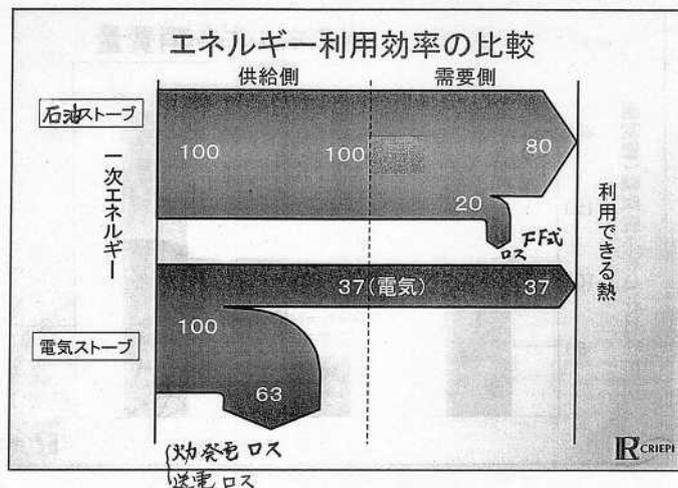
ヒートポンプの優れた点は、消費する電力の何倍かの熱を低温側から汲み上げることができ（最近の高性能のエアコンでは消費電力の5倍近い熱を室内に供給できる。）、電熱ヒータに比べ大幅な高効率となります。

石油から電気への変換効率が、37%（家庭末端において）であるので、石油の燃焼熱（100%とする。）の約2倍の熱（ $37\% \times 5 \text{倍} = 185\%$ ）の暖房ができることになります。

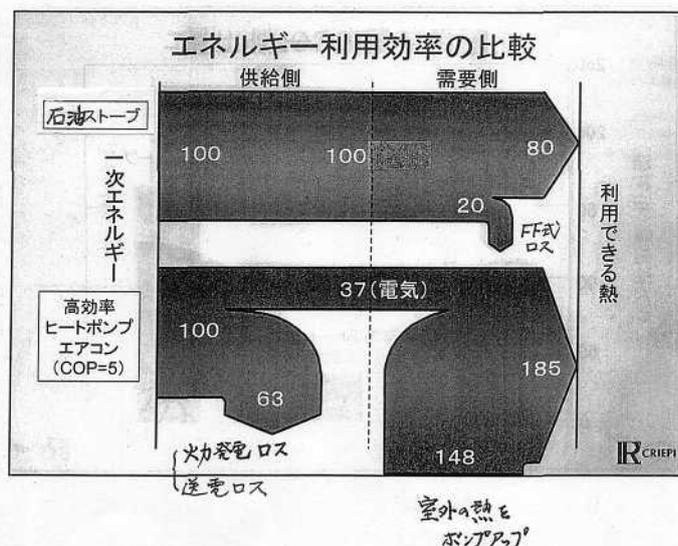
暖房の効率を化石燃料の消費量から比較すると、

電熱ヒータ	：最も効率が低い	37%
石油ストーブやガスストーブ	FF式	80%～100%
高効率ヒートポンプエアコン	5倍効率の場合	185%

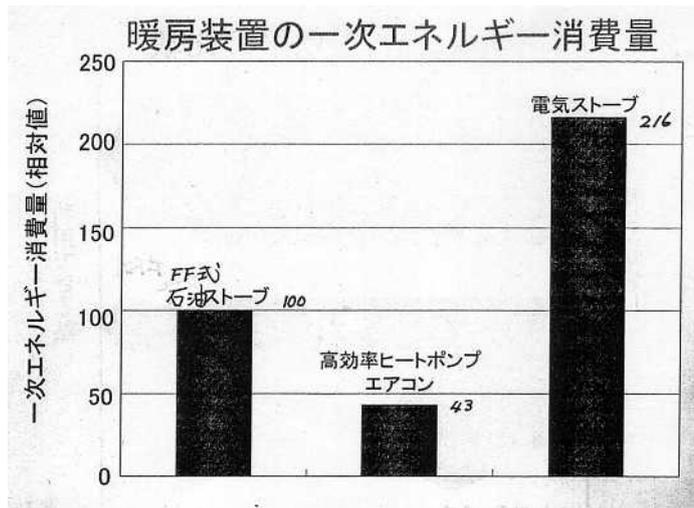
資料9：エネルギー使用効率の比較（石油ストーブ vs 電熱ヒータ）



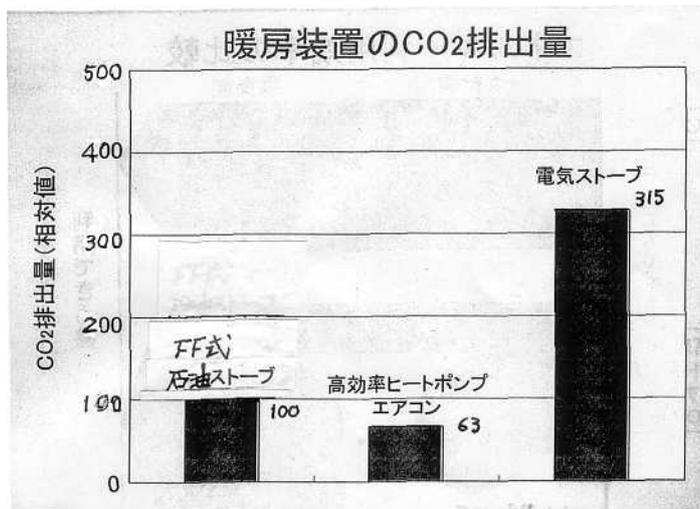
資料10：エネルギー使用効率の比較（石油ストーブ vs 高効率エアコン）



資料 11：暖房装置の一次エネルギー消費量



資料 12：暖房装置のCO₂排出量



電気エネルギーは原燃料の約 60% をロスとして出来上がった加工されたエネルギーです。それだけ使いやすく（制御しやすい）使用末端では周囲を汚さず、比較的安全なエネルギーです。大切に無駄なく使いましょう。熱源としてではなく動力源として使用するのが有効です。

読んでほしい本(参考資料)：この講義でも参考にしました。

岩波新書 647 小宮山宏著 「地球持続の技術」 岩波書店発行

○お勧めパンフレット

[これからのライフスタイル「環のくらし」]

配布資料(1) 青い地球の物語

日本環境協会 球温暖化防止センター

(2) 身近な地球温暖化対策

環境省

URL 紹介

全国地球温暖化防止センター

<http://www.jccca.org>

省エネルギーセンター

<http://www.eccj.or.jp>

環境省地球温暖化対策課国民生活対策室

<http://www.wanokurashi.ne.jp>

[加速させよう！ 省エネの取り組み]

_____年 _____組

氏名 _____

・石油時代と地球温暖化

問 1：大気中の二酸化炭素の濃度が上昇している原因は何ですか？

.....
.....

問 2：現在社会の人間の活動を支えるエネルギー源の大部分は何ですか？

.....
.....

・子供やその次の世代に美しい地球を引き継ぐには、何が大切でしょうか？

.....
.....

・省エネルギーをどのようにして実現するか

<照明について>

問 3：60W 相当の明るさを得る場合、電球型蛍光ランプ(消費電力 15W、寿命 6,000 時間、価格 1,800 円)と白熱電球(消費電力 54W、寿命 1,000 時間、価額 160 円)のどちらが、どれだけお得か？ また、エネルギー消費量や CO₂ の排出量についても、比較してみよう。
なお、電気代単価は 23 円 / kWh とする。6,000 時間(約 3 年)の場合について計算するものとする。また、発電所での CO₂ 排出量は、0.36 kgCO₂ / kWh である。

答：電球型蛍光ランプ 15W (寿命 6,000 時間 × 1 個) の場合の経費を計算する。

6,000 時間(約 3 年)のランプ代：@1,800 円 × 1 個 = [_____] 円

電気代：@23 円 / kWh × 15 ÷ 1,000KW × 6,000 hr = [_____] 円

合 計：3 年間にかかる費用の合計 = [_____] 円

使用した電気量(電力量) = [_____] kWh

CO₂ 排出量 = 0.36 × [_____] kWh = [_____] kg

白熱電球 60 形 54W (寿命 1,000 時間 × 6 個) の場合の経費を計算する。

6,000 時間(約 3 年)のランプ代：@160 円 × [_____] 個 = [_____] 円

電気代：@23 円 / kWh × [_____] kW × 6,000hr = [_____] 円

合 計：3 年間にかかる費用の合計 = [_____] 円

使用した電気量(電力量) = [_____] kWh

CO₂ 排出量 = 0.36 × [_____] kWh = [_____] kg

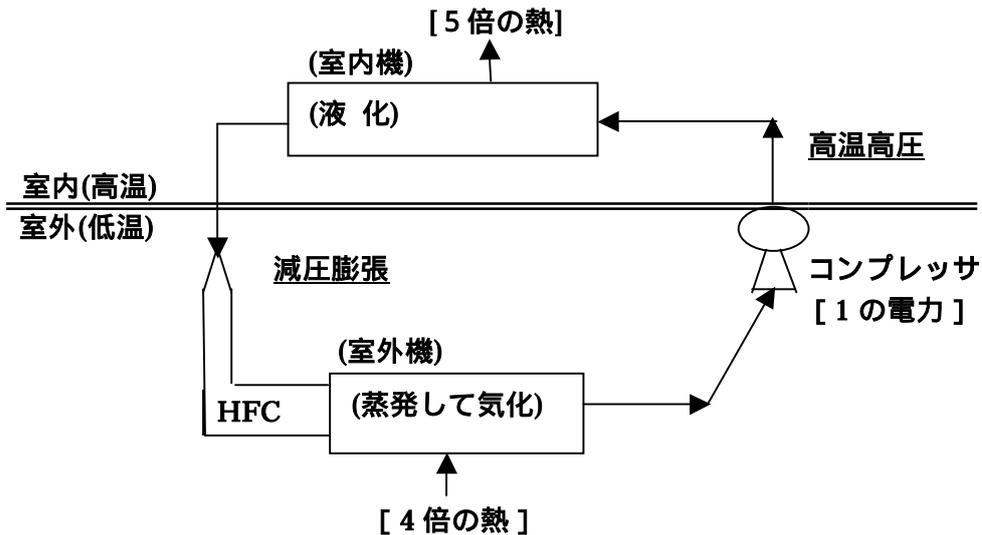
省エネは、家計にもお得です！

< 暖房のエネルギー効率の比較（化石燃料使用量とCO₂排出量の比較）について >

問 4：エアコンによる暖房は、ヒートポンプという原理を使って、高効率な暖房を実現していますが、その原理を考えましょう。

答：エアコンは、室内機と（ ）からなり、その間を結ぶパイプの中を HFC など（古い機種はフロンを使用）の熱(冷)媒が循環している。室外にあるコンプレッサで気体の HFC を圧縮して室内へ送り、そこで熱を放出して液化する。液化した HFC は、室外へ戻り、膨張弁で減圧され、室外の空気(冷たい空気ではあるが)で暖められ蒸発し、() する。

このとき、コンプレッサの動力エネルギー1 に対し 5 倍の熱を室内に汲み上げることができる。



エアコンによる暖房の原理（ヒートポンプの原理）

・感想：今回の授業（講義と実験）を受けて、これから環境保全のためにどんなことを行動したいと思いましたか。思ったことを書いてください。

.....

.....

.....

.....

.....

.....

講師コメント

.....

.....

.....

「太陽光発電で地球を救う」

講師 :

1、地球の悩み — 3つあげれば—

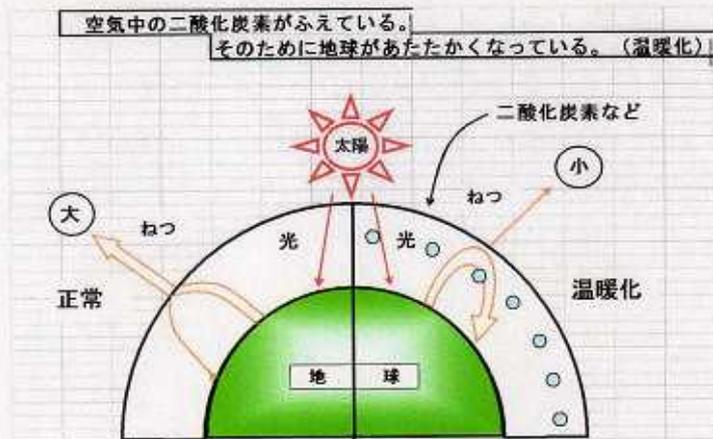
- (1) 地域紛争 — 戦争
- (2) 貧困 — 格差 — なかなか解決できない
- (3) 地球温暖化 — 最大の環境問題

全て、人間が引き起こしている。今回は、「地球温暖化」がテーマ。

なぜ、地球温暖化が起こるのか？

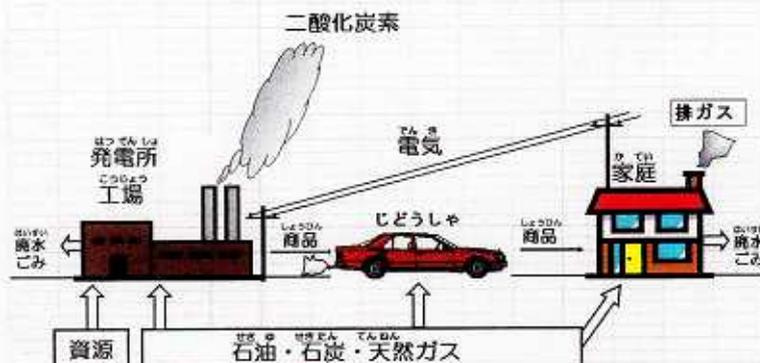
なぜ、最大の環境問題か？

2、なぜ地球温暖化は起こるのか



3、二酸化炭素はなぜ増える

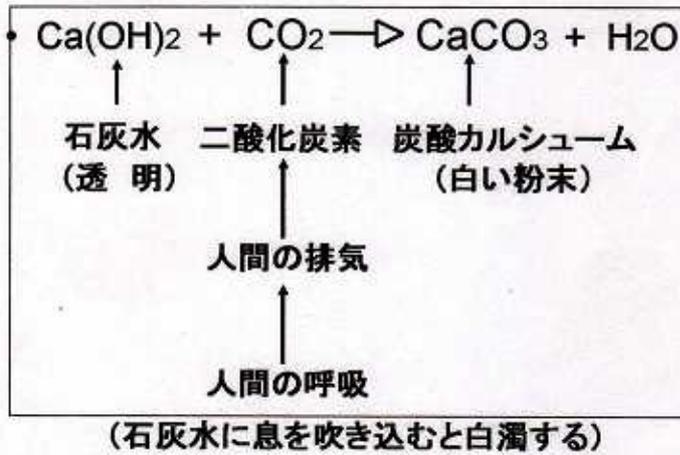
—化石燃料を大量に使うから—
でも、人間も二酸化炭素を出している。



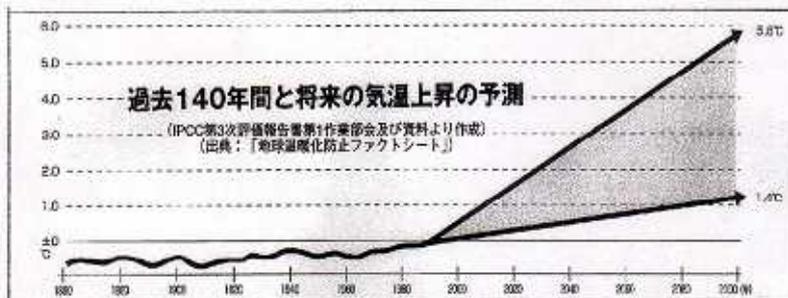
4、人間も二酸化炭素を出している—実験—



5、人間が二酸化炭素を出している実験



6、なぜ、最大の環境問題か

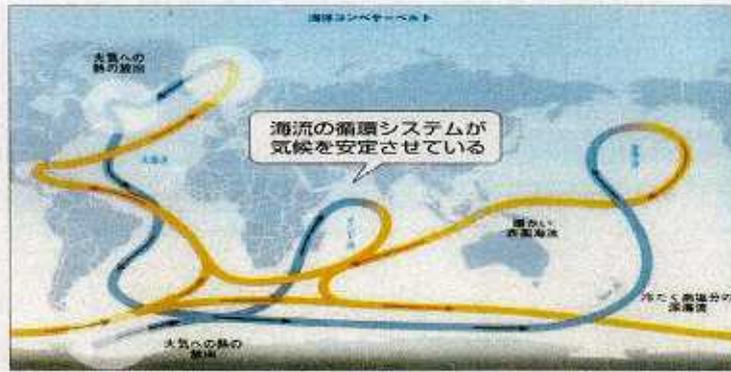


気候変動をもたらすから

- ・1°C上昇…気候激変…既に0.6°C上昇している。
- ・3°C上昇…気候崩壊
- 2°C以下で抑えたい…気候変動との戦争必要

7、地球温暖化の影響例

世界の海洋の地球規模循環システム



■ 世界の海洋の地球規模循環システム (文献15より)

8、地球温暖化防止のために我々に何ができるか …対策は3つ…

1、エネルギーを無駄に使わない。一省エネ生活

節電、ガソリン・灯油・ガスの節約

ごみをつらない、物を大切に使う。……化石燃料には限りがある。

2、自然エネルギーを増やす。

太陽光、風力、水力発電、バイオマスなど…半永久的…特に**太陽光発電**に期待

—全て太陽のおかげ— 問題点 ① 値段が高い ② 広い場所が必要

3、エコデザイン…21世紀の技術競争力を支配する。

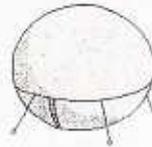
現在資源の可採年数(資源枯渇問題) 出展:「地球環境とエネルギー」を参考にCASAが作成



石油
44年



石炭
231年



天然ガス
63年



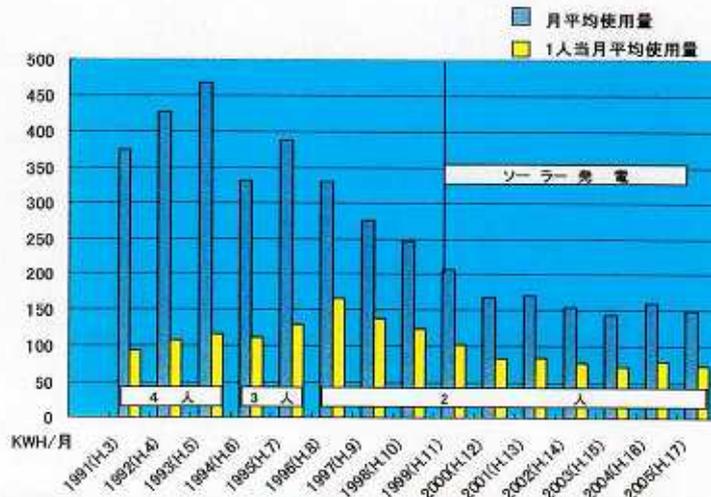
ウラン
73年

9、省エネ家庭として環境大臣から表彰される

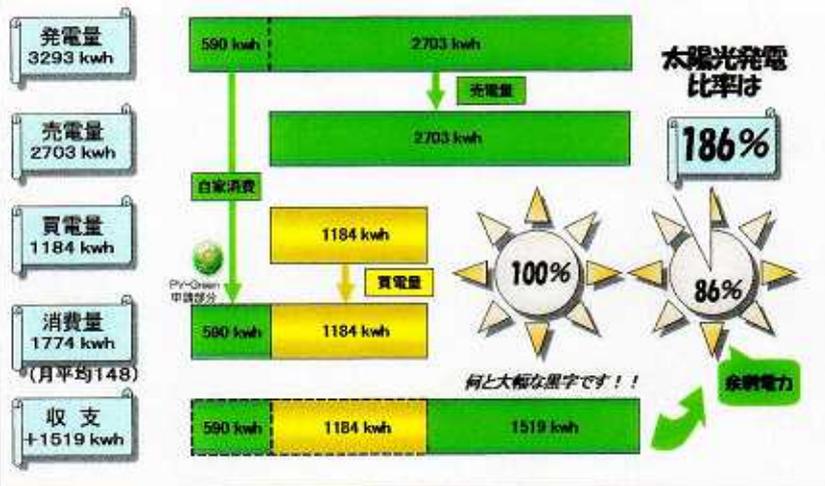


我が家の環境大臣エコファミリーレポート優秀賞受賞 H. 18. 6. 28

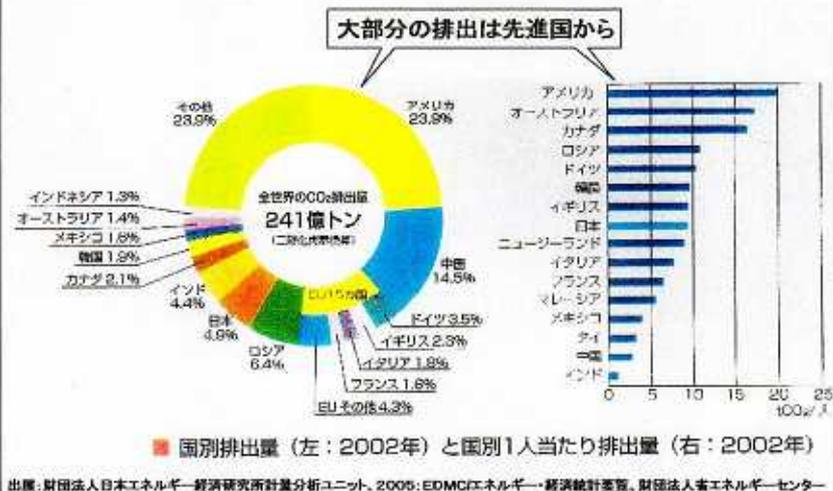
10、電気使用量の推移



11、発電・売電・買電・消費(H.17) 小関宅 (容量3.3KW)

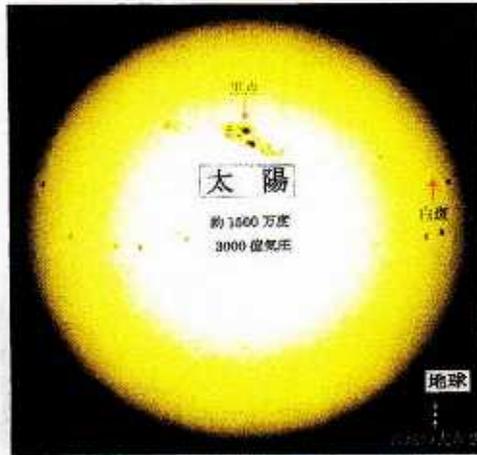


12、対策は先ず先進国から...京都議定書...



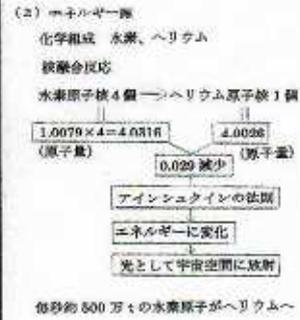
13、太陽光って何だろう

・・・地球上の全ての生物のエネルギー源・・・感謝しよう・・・



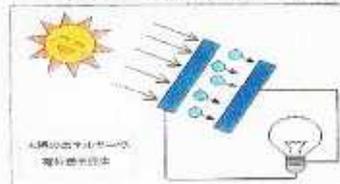
出展: 柴田一成・大山真満共著、写真集「太陽」

- (1) 100億分の1にすると
 太陽 直径14cm (140万km)
 地球 直径1.3cm (1.3万km)
 距離 15m (1.5億km)
 光速 (秒速30万km) 約8分

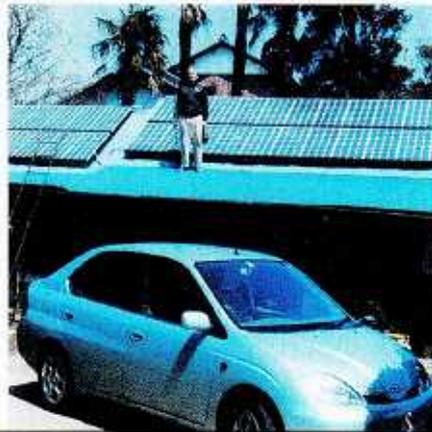


14、太陽光発電の仕組みと効果・・・太陽光はすばらしい

- (1) 太陽エネルギーは1平方メートルあたり1KW
 (2) これは、地球全体に降り注ぐと、世界の年間消費エネルギーを1時間でまかなえる
 (3) 造成林のCO2吸収量の面積で100倍の効果



出展: 新木泉太陽光発電がイオブック2005



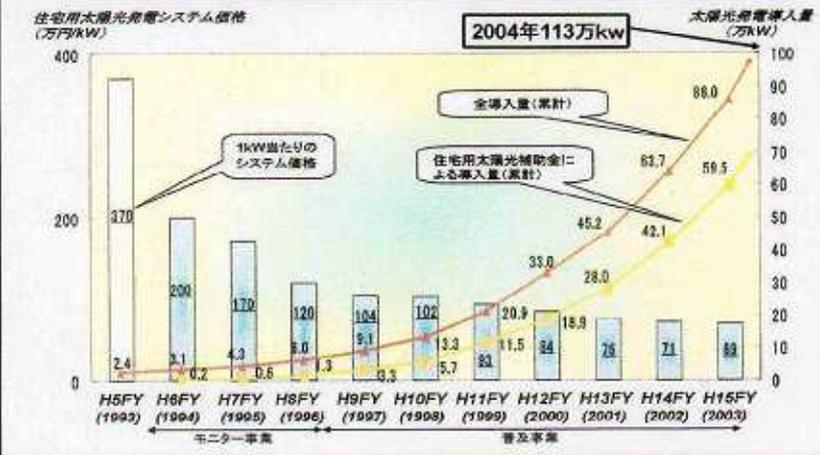
15、追尾式太陽光発電装置

大網白里町



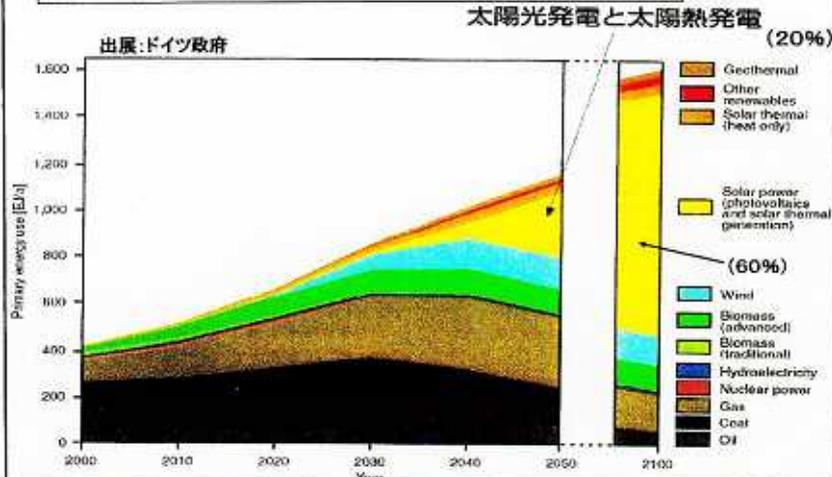
16、太陽光発電の普及状況・・2004年度世界一

2004年で113万kW、これは大きな火力発電所1ヶ所分(東電千葉火力発電所約100万kW)。日本の発電設備容量の0.4パーセント程度



17、太陽光発電で地球を救う

ドイツ政府の予測では・・太陽光発電と太陽熱発電は2050年20%、2100年60%と予測



18、さあ、体験してみよう

(1)晴天時

太陽光のパワーを実感

太陽光パネルで発電—キャパシタに電気をためる—
キャパシタをミニカーに取り付け、ミニカーを走らせる。

(2)雨天時

自転車発電を体感しよう。

「モッタイナイ」の心で廃棄物を見直そう。

講師 :

1. 講座の目的

環境問題とは「我々がようやく実現した豊かさがどうやら長続きしないのでは？」との危惧感ともいえる。この問題は、危機的現象は多くの人たちにとって自覚されにくいことから、効果的な改善は遅れている。ただし、本講座を受講している若い皆様の一生においては必ず起こる問題であることを自覚する必要がある。特に廃棄物(ごみ)問題は、「焼却場および最終処分場確保の為の紛争」、「地方財源の問題」だけでなく、「資源の枯渇」、「廃棄物処理・処分場からの有害物排出による人への健康問題」等、多くの問題を含んでいる。

本講座では、廃棄物の現状、問題点、対策等をわかりやすく解説しました。明日から確実にごみ対策を実行していただけることを期待しています。

2. 「ごみ」って何だろう (法律の解釈)

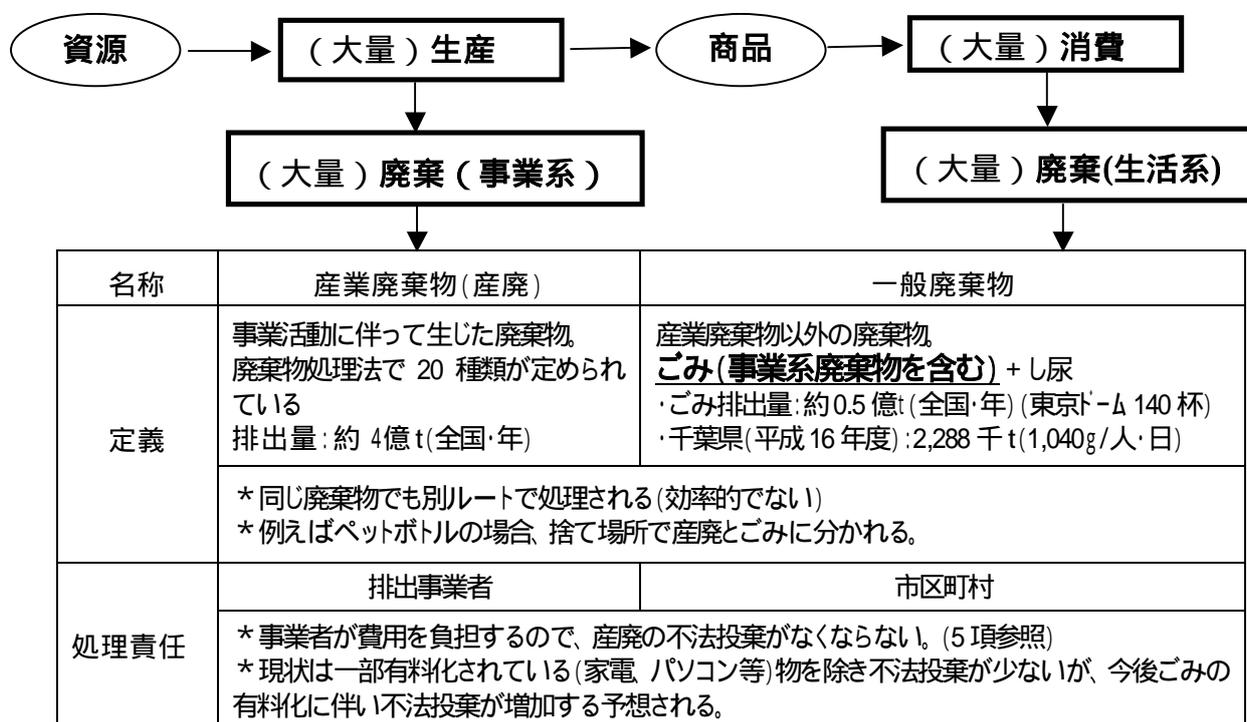
廃棄物は、「**廃棄物の処理及び清掃に関する法律**」(廃棄物処理法)で決められており、以下のように定義されています。

第二条 この法律において「廃棄物」とは、ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は**不要物**であつて、固形状又は液状のもの(放射性物質及びこれによつて汚染された物を除く。)をいう。

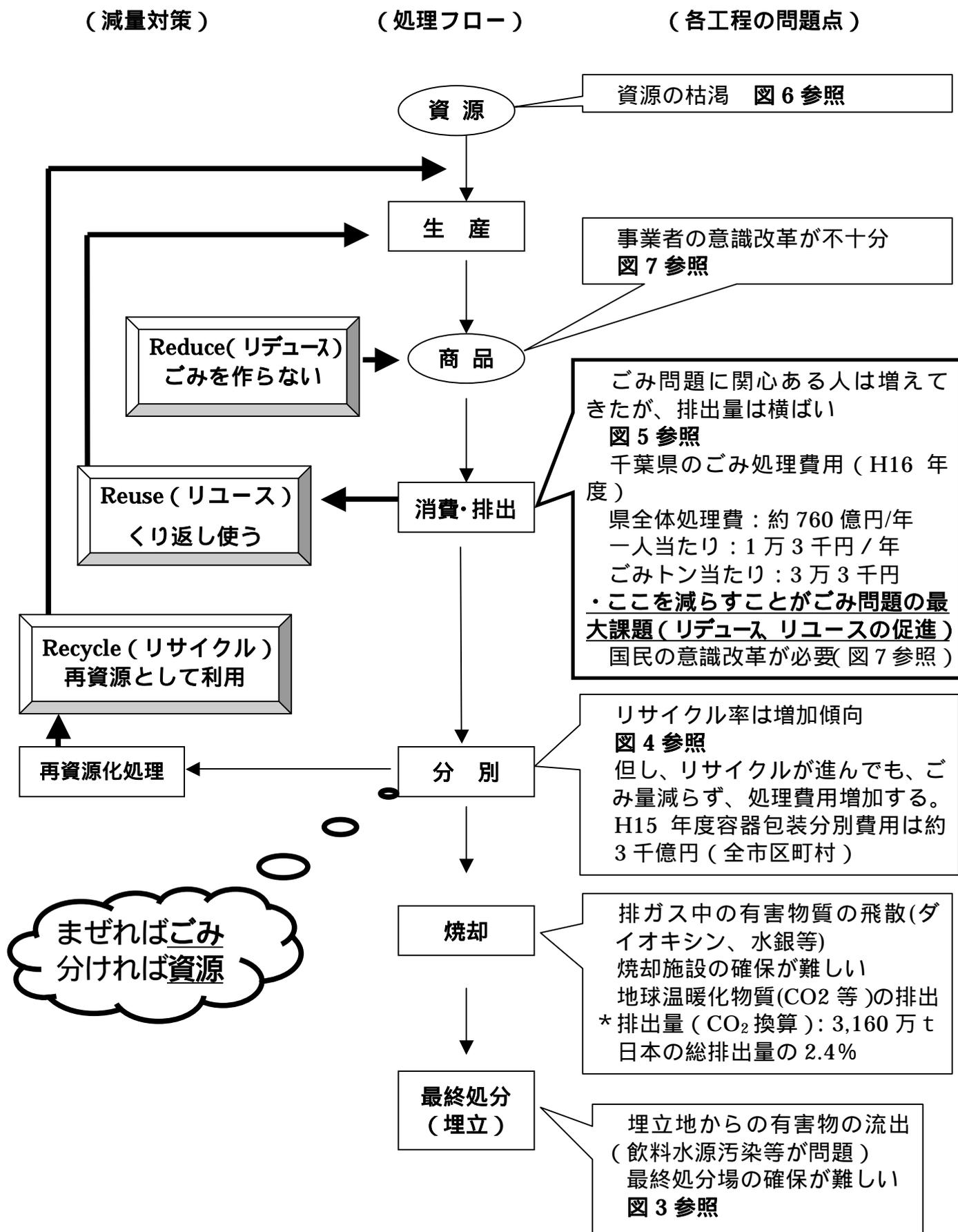
* 事業者は、生産工程で排出するものが廃棄物に該当するかどうかは大問題。

* 産業廃棄物は、施行令(総理大臣)、規則(環境大臣)、通達(解釈、環境省担当部署)で詳細に規定されている。現状の解釈は無価値(他人に売れないもの)が廃棄物。

図1 廃棄物の種類



3. ゴミ処理の問題点および現状の対策(図2)



参考資料

図3、千葉県最終処分場の残余容量

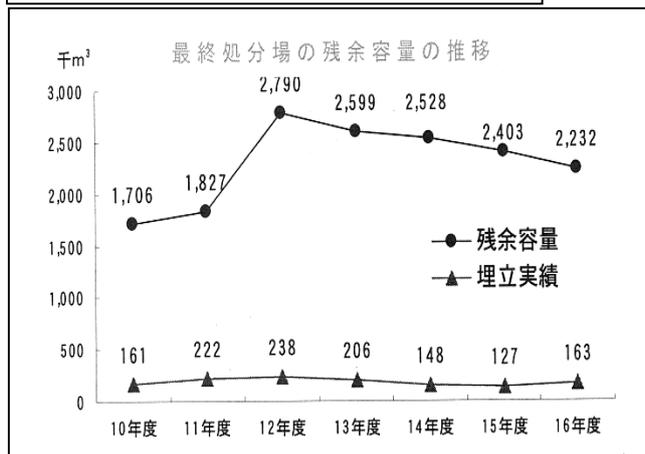


図4、回収率推移（環境省）

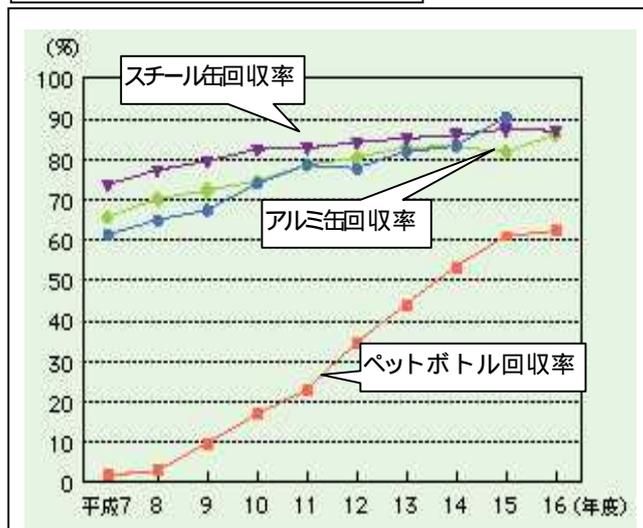


図5、千葉県のごみ排出量

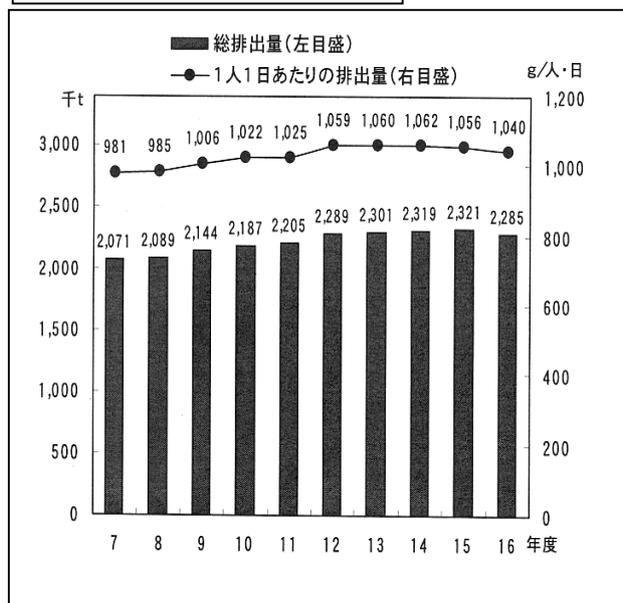


図6、資源の残量

(ガソリンだけでなく多くの資源が値上がりしている)

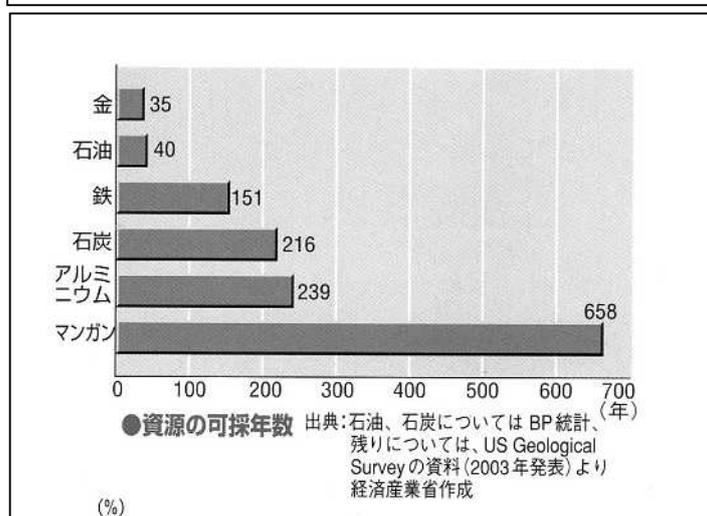


図7、ごみの問題の原因（国民の意識調査）

内閣府「国民生活モニター調査」平成16年度

1.ごみ問題に無関心な消費者が多い	59%
2.関心を持つ消費者は増えたが、行動との乖離が大きい消費者が多い	57.7%
3.ごみ問題に無関心な事業者がまだ多い	45.3%
4.関心を持つ事業者は増えたが、長く使用できる商品開発が不十分	42.3%
5.関心を持つ事業者は増えたが、製品修理サービスシステムが不十分	51.7%
6.関心を持つ事業者は増えたが、製品ごとのリユース・リサイクルシステムが不十分	58.6%
7.ごみ処理施設や最終処分場の整備が不十分	25.6%
8.不法投棄に対する規制や監視が不十分	57.7%
9.消費者、事業者に対する啓発や奨励が不十分	34.8%

4. いま、ごみ減量化のために出来ること。(例:茂原市民の3R)

STEP1: Reduce ごみを減らそう

- 必要な物だけ買おう(壊れたものは直す 等)
- 過剰な包装は断ろう(マイバックを持参してレジ袋を断る。風呂敷の活用 等)
- *レジ袋使用量:315枚/年・人。石油6億リットル必要。
- 環境にやさしいものを買おう(長持ちするものを買う 等)

STEP2: Reuse くり返し使おう

- リターナブル容器のものを選ぶ(牛乳、ビール等。洗剤、シャンプー等詰め替え可能な商品)
- 不要になった服などは友達にあげたり、フリーマーケットに出す)

STEP3: Recycle 再び資源として利用しよう

1)法律等で決められているもの

- 家電(エアコン、テレビ、冷蔵庫、洗濯機)(家電リサイクル法、平成13年4月施行)
- 家庭用パソコン(ディスプレイ&本体)(平成15年10月スタート)
- 自動車(自動車リサイクル法、平成17年1月施行)

2)茂原市のごみの出し方

ごみ処理は市区町村で実施しています。従って、居住地で幾分異なります。転居した時は居住区の決まりを調べ、従ってください。下記に千葉市との比較を記載します。

排出する前に :近くのスーパー等には、食品トレイ、空き缶、ペットボトル、その他多くの回収ボックスがあります。また、新聞は、新聞社の回収、小型充電電池はリサイクル協力店設置の「リサイクルボックス」へ。まず、これが優先です。

何故:回収ボックスに出すと産業廃棄物になり、企業が処理します。従って、自治体の処理費用が減ります。また、企業は処理費用が増加するので、過剰包装の抑制になります。

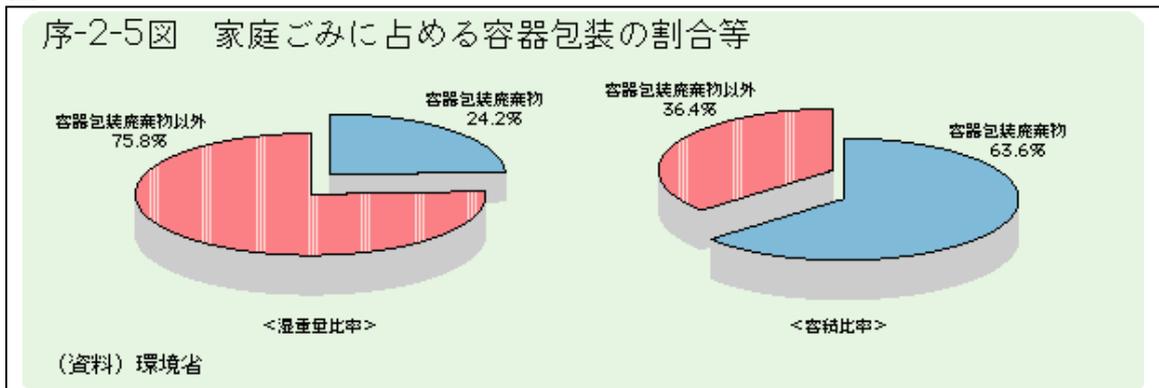
表-茂原市と千葉市のごみ出しの比較

		茂原市(H18年度)	千葉市(H16年度)	
事業体		長生都市広域市町村圏組合 (茂原市+5町+1村)	千葉市	
人口		94,258人	約948,000人	
ごみ排出量		42,345t/年(1,230g/1人・日)	422,000t/年(1,214g/1人・日)	
ごみ処理費用		13.3億円/年(1.4万円/1人・年)	145億円/年(1.8万円/1人・年)	
分別項目	燃えるごみ	専用袋:65円/40リットル・1枚)	同左:約6円/45リットル・1枚)	
	燃えないごみ	金属、ガラス、陶器等	同左+硬質プラスチック	
	粗大ごみ	無料(但し、1人で持てる等条件あり)	有料(370~1,500円)	
	資源ごみ	缶、瓶、古紙、等区分は千葉市とほぼ同じ。但し、新聞、ダンボール、紙パック、雑誌以外の紙は幾分異なる		
		その他紙製容器包装に限定	雑紙(左記+カレンダーなどもOK)	
有害ごみ	区分なし。上記区分に割り振られている。但し、捨てるには注意事項あり。	月2回収集。		

*千葉市の有害ごみ(危険物):蛍光灯、水銀入り体温計、乾電池、カセット式ガスボンベ、スプレー缶

参考資料

図 8



- ・家庭ごみの多くは容器包装が占めている
- ・国をあげてこの対策を推進している（容器包装リサイクル法）
- ・リサイクル費用は事業者が負担（但し、回収費用等は市区町村が負担する）することから、過剰包装が抑制される。

図 9 分別収集実施市区町村の推移

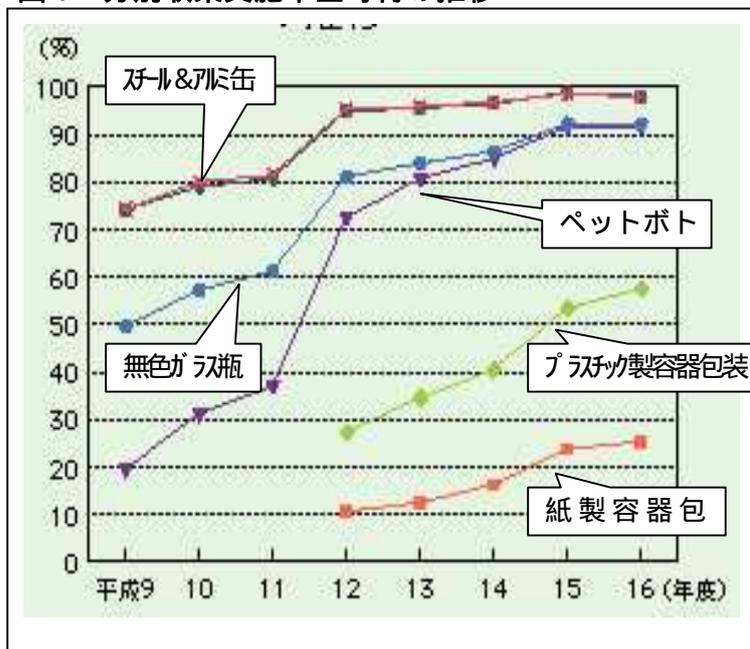


図 11 . 容器のリサイクルマーク



図 10 . 二次電池のリサイクルマーク



図 12 . 包装用紙のリサイクルマーク



レポートおよび感想

「もったいない」の心で廃棄物を見直そう。

_____年 _____組

氏名 _____

1. 次に記載した環境キーワードの右の(カッコ)内に 下記要領で 、 、 × を記入してください。

- ・内容を理解しているものには：
- ・聞いたことのあるものには：
- ・初めて聞いたものには：×

ダイオキシン() アスベスト() 地球温暖化() 3R()
オゾン層破壊() 水俣病() グリーン購入() エコマーク()
循環型社会() クールビズ()

2. 廃棄物を減らすためには私たちはどのように行動すればよいのでしょうか？

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. 今回の講座の感想を書いてください。

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

講師コメント

[テーマ5 : バイオマスの活用]

牛糞で自動車が走るってホント？

バイオマスってなんだろう バイオマスを利用しよう

講師：

1. 「バイオマス」って何だろう

バイオマスとは生物由来の再生可能な有機性資源で化石資源を除いたものです。バイオマスとは「バイオ(bio=生物・生物資源)」と「マス(mass=量)」からなる造語です。

別添資料のマウスパッド「バイオマスを探せ！！」を使ってバイオマスをさがしてみよう。

このパッドはトウモロコシから作られたバイオプラスチックです。

2. バイオマスは日本中にあふれている

有機性廃棄物は年間2.8億トンも発生しています。

バイオマスは日本中にあふれています

最近、よく聞くようになった「バイオマス」という言葉。皆さんはご存知ですか？バイオマスとは「バイオ(bio=生物、生物資源)」と「マス(mass=量)」からなる言葉で、再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたものを指して使われています。

日本では、大量のバイオマスが発生していますが、十分に再利用されていないのが現状です。

日本のバイオマス利用率は世界的にみても低いんだって

バイオマスの種類	発生量 (t)	利用状況
家畜排せつ物	約9,100万t	利用 (約2,200万t) / 未利用 (約6,900万t)
食品廃棄物	約2,200万t	未利用
廃棄紙	約1,400万t	未利用
パルプ廃液	約1,400万t	未利用
製材工場等残材	約610万t	未利用
建設発生木材	約480万t	未利用
林地残材	約390万t	未利用
下水汚泥	約7,600万t	利用 (約7,600万t) / 未利用 (0)
農作物非食用部 (稲わら、もみガラ等)	約1,300万t	未利用

参考: バイオマス・エコ・リソロジー総合研究所

3. 千葉県におけるバイオマス資源の実態

千葉県におけるバイオマス資源の実態

資源の種類	割合 (%)
家畜排せつ物	46.8%
生ごみ	7.3%
食品加工残さ	12.5%
廃食用油(一般家庭系)	0.1%
廃食用油(事業所系)	0.5%
製材残材	0.5%
木材工業系残材	1.5%
建設発生木材	2.4%
街路樹・都市公園・家庭剪定枝	2.2%
道路・河川敷・都市公園刈草	0.2%
下水汚泥	8.1%
稲わら	6.0%
林地残材	0.6%
農業集落排水汚泥	0.2%
もみガラ	1.4%
野菜等非食部	12.1%
果樹剪定枝	0.1%
ゴルフ場刈草	1.3%

各種統計・資料により、家畜排せつ物や生ごみなどの廃棄物系資源、林地残材や稲わらなどの未利用資源、間伐対象木や被害木などの潜在資源など、千葉県に存在している多様なバイオマス資源の種類・及び量を把握した。

千葉県で毎年発生するバイオマス資源量は年間約700万トン近くにのぼる。最も多く発生するのは家畜排せつ物で、年間約320万トンにも達している。そのほか、食品加工残さなども多い。また、潜在資源量は200万トンを超えている。

千葉県環境生活部資源循環推進課バイオマス・プロジェクトチーム

4. バイオマスからできるもの

皆さんに配ったバイオマスプラスチック製ボールペンはトウモロコシ40粒から作られたものです。「バイオマスを探せ！」のマウスパッドもトウモロコシを原料とした生物分解性プラスチックから出来ています。バイオマスの再利用の流れを示します。



5. 牛糞で自動車が走ってホント？

本当です！！ 牛糞の中にはメタン発酵菌が生きています。羊のお腹にも生きていてゲップにはメタンが含まれています。メタンガスの温暖化効果は二酸化炭素の21倍です。牛糞を空気を遮断して（絶対嫌気性状態）加温しておくると60%のメタン(CH₄)と二酸化炭素(CO₂)と硫化水素(H₂S)の混合ガス「バイオガス」が発生します。

このままでも燃えるのでガスタービン回して発電することが出来ます。バイオガスを精製して98%のメタンにするとそれは天然ガスと全く同じ物になります。

天然ガスは大昔の生物の屍骸から出来るのです。1億年もかかって作られる天然ガスをメタン発酵菌はタンクの中で20日で作ってしまう「すぐれもの」なのです。

天然ガスだから自動車の燃料に使えます。香取市（旧山田町）では「バイオマスタウン」の国家プロジェクトが立ち上がっています。乳牛100頭から出る1日5トンの糞尿から98%のメタンガスを一日60m³発生させます。このガスでダイハツの軽四輪車を走らせています。60m³を全部使うと1200km走ることが出来ます。同時に発生する消化液は液体肥料として有機循環農業に使用します。バイオガスの生の臭いを嗅ぎましょう！！

山田バイオマスプラントのフローを6.に示します。

この流れを単純化してカーボンニュートラルの説明をします。

バイオマス利活用例

自然循環

CO₂(二酸化炭素)

カーボンニュートラル



太陽光



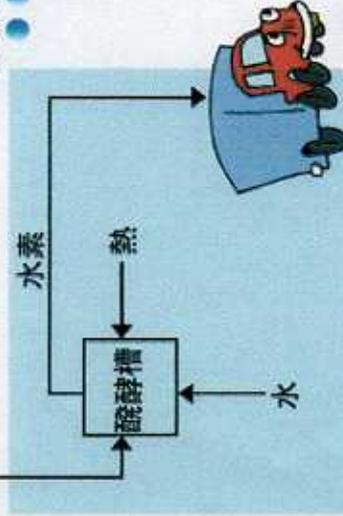
H₂O(水)

穀物
乾燥牧草



ミルク

糞尿



メタンガス



バイオマス醗酵槽

自動車・オートバイ

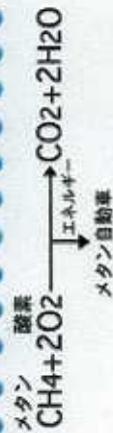


仕事

消化液 (液肥)

CO₂(二酸化炭素)
H₂O(水)

メタン醗酵槽 → 自動車燃料・液肥料
水素発生 → 試験水素燃料自動車
カーボンニュートラル



自動車 (実験)

(農) 和郷園 阿部邦夫

7．自然界にはエネルギー創生に有用な菌類が沢山います

今世界中では木質や穀物をアルコール発酵させてエタノールを作り、ガソリンに混合して自動車の燃料にしています。どんどん増えていくことでしょう。

今日は乾燥牧草を水に漬けておいて水素ガスを発生させ、そのガスを使って燃料電池で電気を発生させ、おもちゃの自動車を走らせる実験をします。

この研究はあまり関心を集めていないようです。メタン菌、酵母菌などは有名ですが水素菌はあまり知られていません。理科・生物化学の研究テーマとして大変面白いと思います。

8．ストップ！ 地球温暖化

石油、石炭、天然ガスを今のまま大量に消費すると二酸化炭素が増加して地球の気温が上昇します。南極、北極の氷や氷河が解けると海面が上昇します。2100年には最高で海面が今より88センチ上昇すると予想されています。

その時は千葉県の上総は消えてしまうと予想されます。

我々はCO₂をこれ以上増やさないように努めなければなりません。それは子孫に対する義務です。その一つがCO₂を発生させない新エネルギーの開発です。その一つがバイオマスエネルギーの利用なのです。その他に風力発電や太陽光発電などがあります。

皆さんは身近な所で一つ一つ省エネルギー、省資源に努めましょう。ゴミを分別する。電気はこまめに消す。冷蔵庫は上手に使う。自動車の省エネ対策。お風呂は続けて入る。等等

香取市(旧山田町)の「山田バイオマスプラント」の

見学に来てください！！

レポートおよび感想

[牛糞で自動車が走るってホント?]

_____年 _____組

氏名 _____

1 . バイオマスってなんですか？

.....
.....
.....
.....

2 . 身近なバイオマスを5つあげてください。

.....
.....
.....
.....
.....

3 . 身近なバイオマスを利用する(利用したい)アイデアがありますか？

.....
.....
.....
.....

感想 今日の講義についての感想を書いて下さい。質問も書いて下さい。

.....
.....
.....
.....
.....

講師コメント

.....
.....
.....

君は分析者！

私たちの周りの水質を調べて、そのよごれ具合や原因を考えましょう。



地図



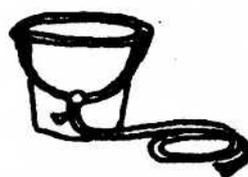
野帳、鉛筆



コップ



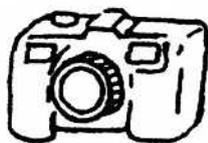
ポリビン
(ふた付)



ロープ付バケツ



ポリタンク
(水道水)



カメラ



時計



ゴム手袋



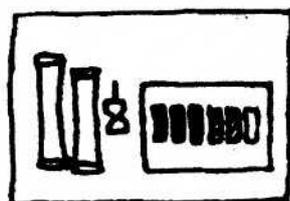
長ぐつ



透視度計



pH 試験紙



簡易分析キット
(COD、ほか)



色、濁り



におい

調べるときにあると便利なもの

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

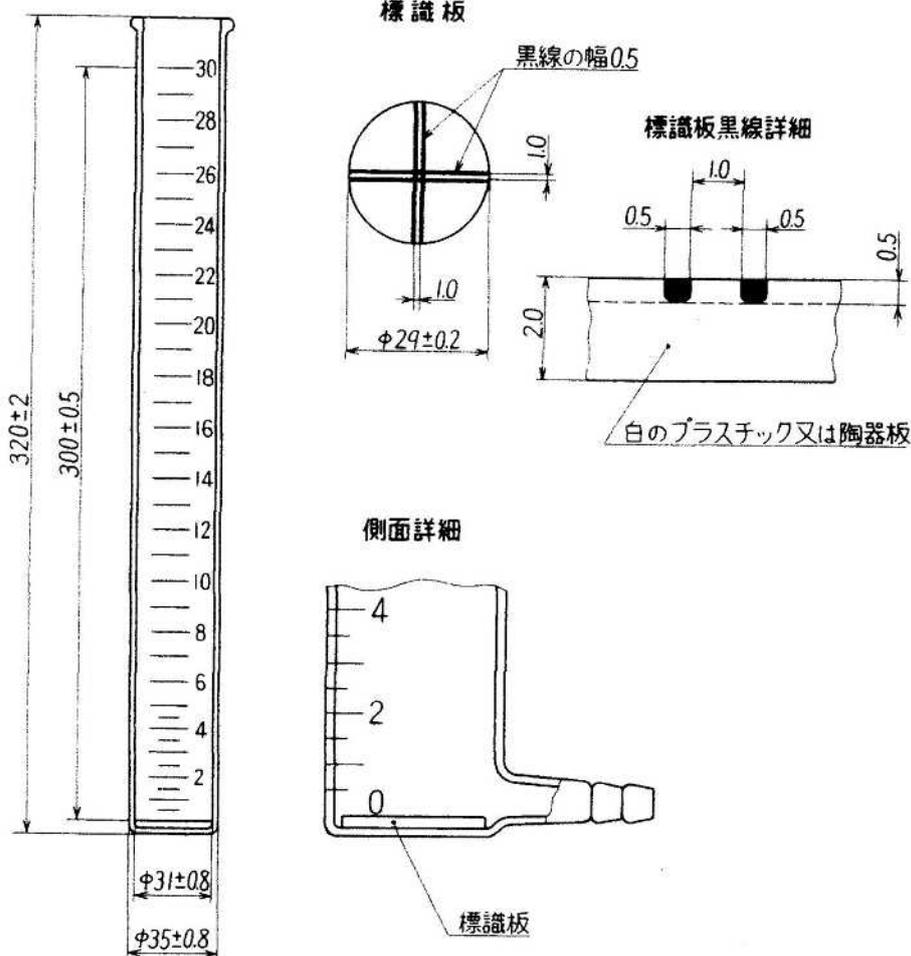
透視度

試料の透明の程度を示すもので、よく振り混ぜた試料を透視度計に満たし、上部から底部を透視し、標識板の二重十字が初めて明らかに識別できるまで、下口から試料を速やかに流出させた時の水面の目盛を読み取る。10 mmを1度として表わす。操作を2～3回繰り返し、水面の目盛を読み取り平均値を求め、透視度として度で表わす。

下口付シリンダー

透視度計の詳細図

単位 mm



分析結果

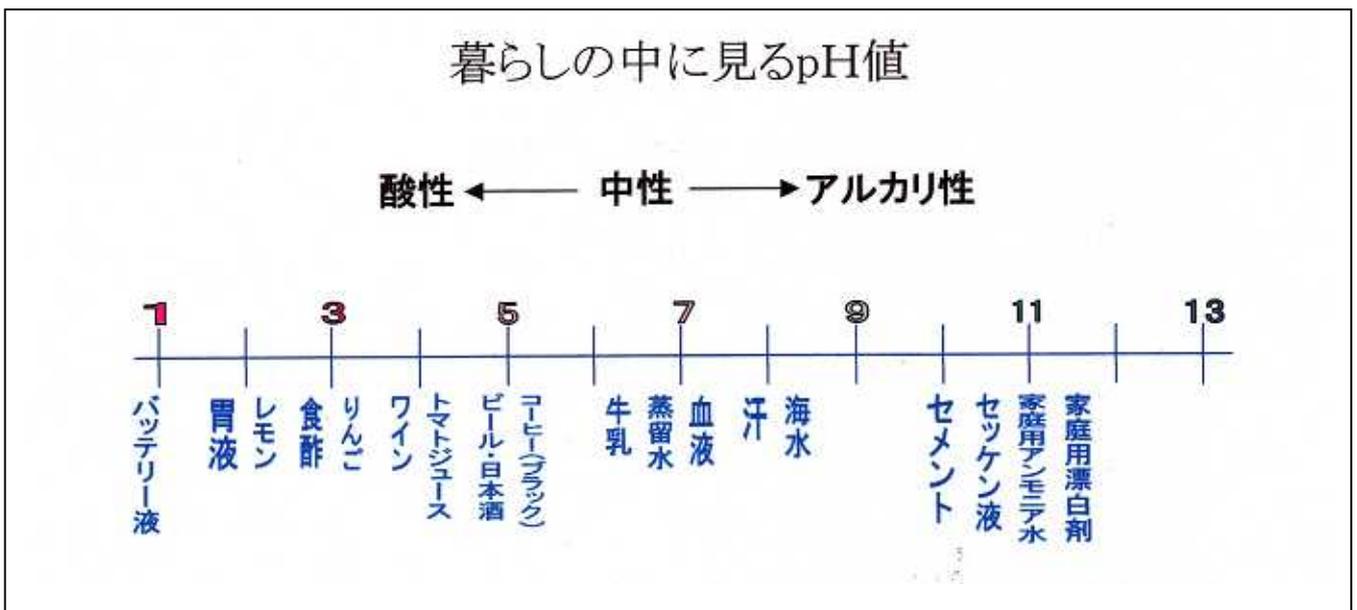
項目	透視度 (度)		
品名			

pH（ピー・エッチ）

酸性かアルカリ性かの程度を0～14の数字で表したもので、7が中性、数値が小さいほど酸性が強く、数値が大きいほどアルカリ性が強いことを示します。

pHは、水素イオン濃度指数のことです。下記の表のように水溶液にはアルカリ性から酸性のものまで、蒸留水を中性とし各々pH値があります。

pHは水の性質を知る上で重要な指標です。



分析結果

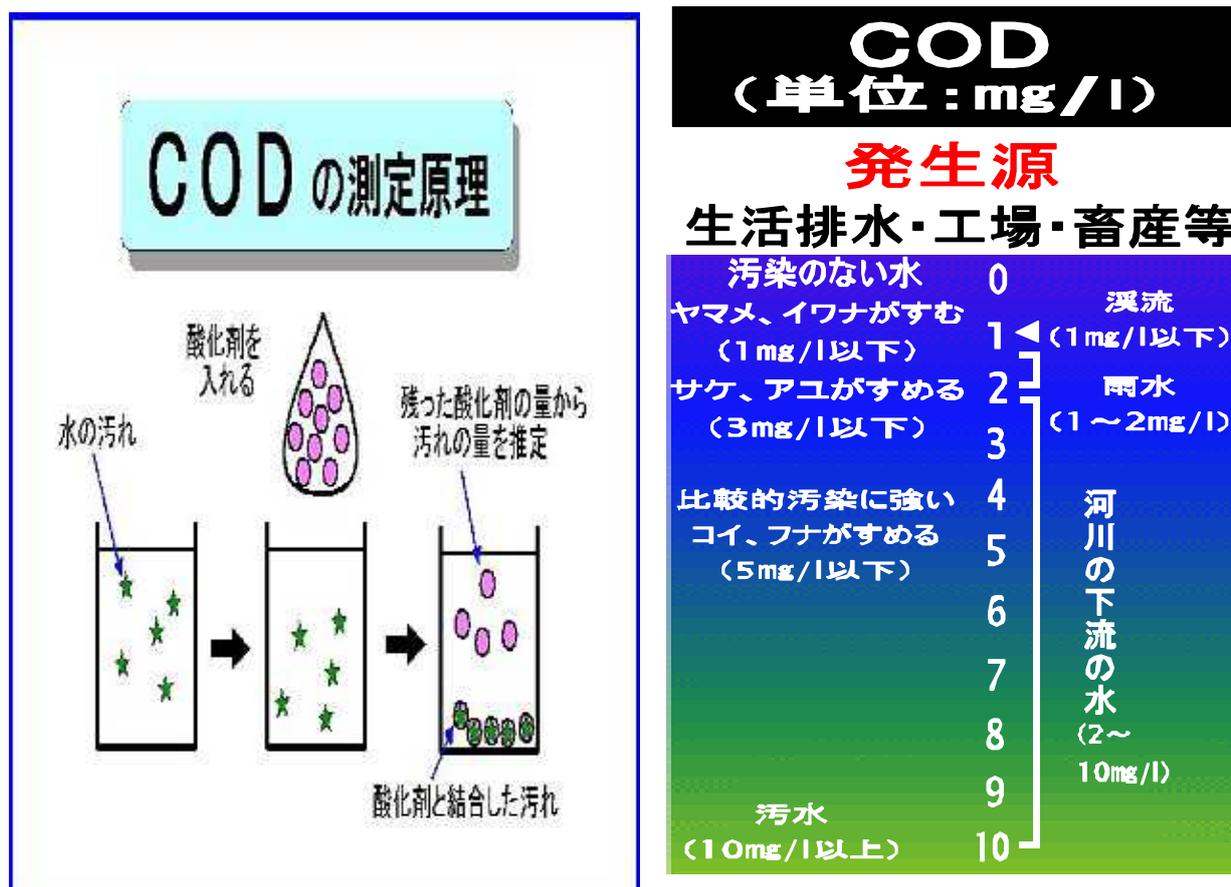
品名	pH			

COD (化学的酸素消費量) とは

COD (C=chemical O=oxygen D=demand)とは、水中の汚濁物質 (主に有機物) を酸化剤で化学的に分解する場合に必要な酸素量のことで、消費される酸化剤の量を求め、それに対応する酸素量に換算して表します。

海域や湖沼の汚濁指標として用いられ、測定値は[mg/]の単位で表します。

CODは値が大きいほど水の中の有機物量が多く、水が汚染されていることとなります。



分析結果

品名	COD			

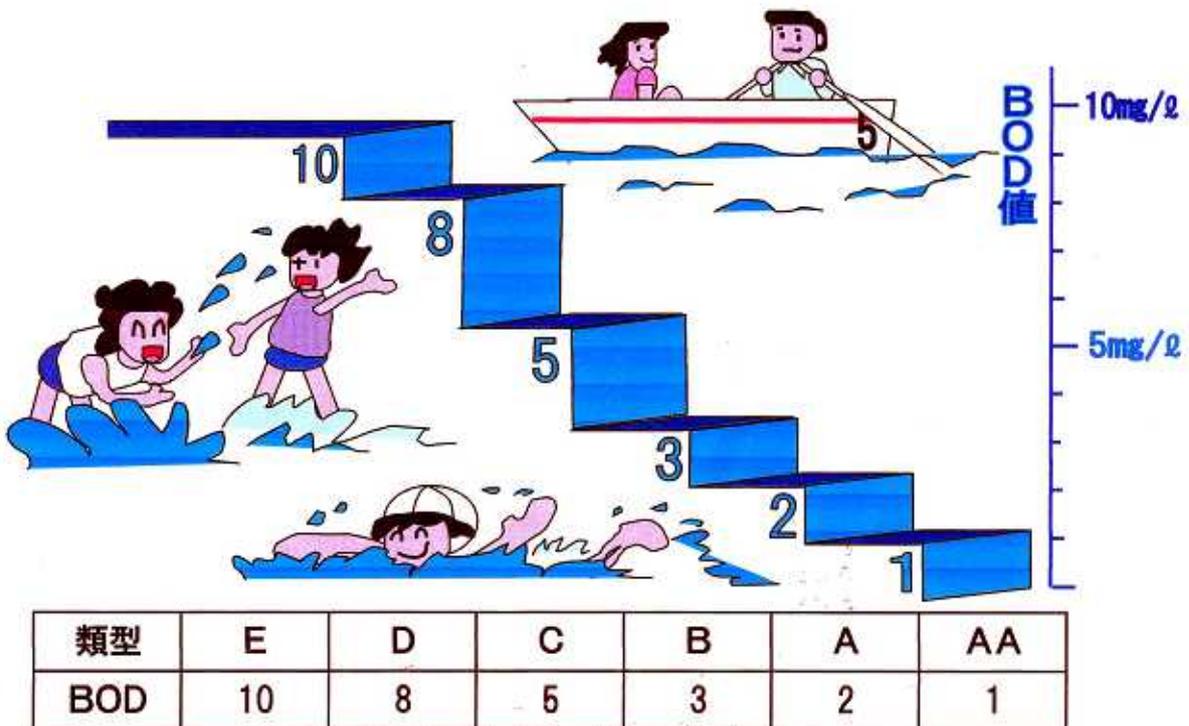
BOD（生物化学的酸素消費量）とは

BOD（B=biochemical O=oxygen D=demand）とは好気性微生物が水中の有機物を栄養源として利用して呼吸することなどによって消費される酸素量のこと、通常20で5日間に消費される酸素量を「mg/」で表します。

この測定値は、水の汚れを測る指標として世界的に使われています。生活排水などの有機物は水の汚れのもととなります。このような有機性排水のBODを測定すると汚れた水ほどBOD値は高くなります。

日本では公共用水域の水質の維持されることが望ましいを類型別目標値、すなわち「環境基準値」が設定されています。その水質項目（最大8項目）の代表的な指標の1つがBODです。河川（6類型）の目標BOD値のランキングは、下図のとおりです。河川の他に湖沼、海域にも環境基準値が設定されています。

お近くの公共水域の類型指定値を調べてみませんか。



「君は分析者！」

年 組

氏名

今回の学習で環境に対して感じたことを書いてください。

問 1 今回実際に分析を行って、水の環境について何を感じましたか。

.....

.....

.....

.....

問 2 環境関係の仕事を将来やりたいと思いますか？

.....

.....

.....

問 3 今回の学習で気がついたことを書いてください。

.....

.....

.....

.....

講師コメント

.....

.....

.....

.....

.....

.....

「命をはぐくむ水！」

講師：

水が生き物の生存に不可欠なものであることは、何となくおわかりでしょう。

私たちの体の3分の2が水であるだけでなく、命を保つためにも水は欠かせません。水は液体ですから、流れたり、しみこんだりすることで、溶かしたものを薄めたり、ろ過したり、広めたりします。それから太陽に照らされて水蒸気になり、雲になり、雨になって、また元の水にもどります。このめぐり合わせの中で、生命は続くことができるのです。

社会生活を送る上で必要な、水に関わるあれこれを体験して、水循環と命について考えましょう。題して「水ってなぁに！」

1. プールは生き物の宝庫

コンクリートの無機的なプール。

でも、水があるだけでこんなに生き物が寄ってくる。

プールの生態系をのぞいてみよう

2. いのちの水

違いがわかる？ レーズンと葡萄

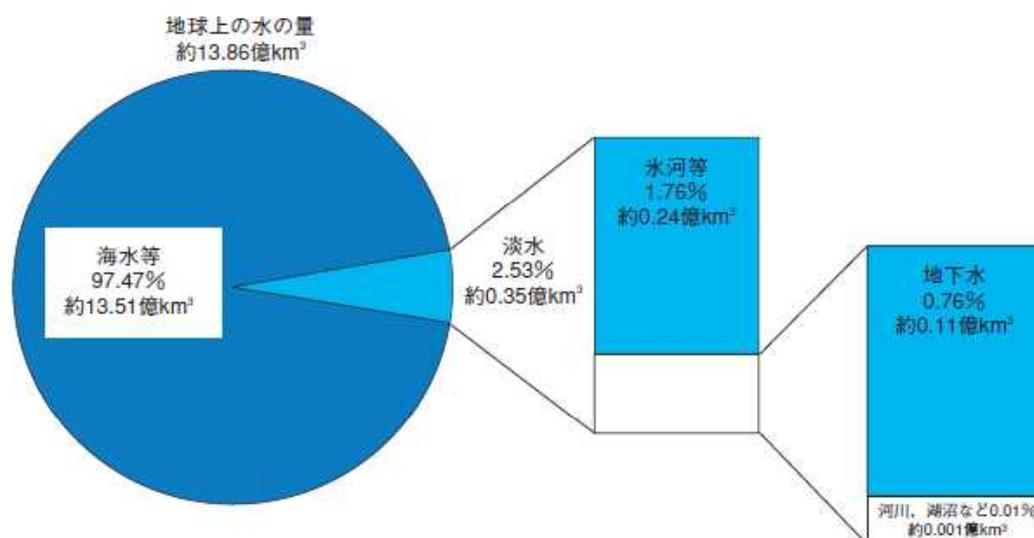
いろいろな食べ物の水分は？ 多い順に並べてみよう

レタス、レーズン、ポテトチップス、バナナ、りんご、ぶどう、にんじん、トマト
体内の水

地球には水がいっぱい でも使える水は？ 海水・氷河・川・湖沼・地下水

水の三態

水の形？！



(注) 1. Assessment of Water Resources and Water Availability in the World; I. A. Shiklomanov, 1996 (WMO発行) をもとに国土交通省水資源部作成。
2. 南極大陸の地下水は含まれていない。

図 1-1-1 地球上の水の量

3 . 水の流れ どこからどこへ・そしてめぐる水

3 - 1 雨が降ったら、どこに水が流れる？上から下？

水の流れが分かれるところが分水界

(山間部では分水嶺)

川が水を集める地域の広がりを集水域、
あるいは流域といいます。

3 - 2 身の回りの水はどう循環するか

循環の始まりは

雨はどこへ

うるおす。流れる。しみこむ。貯えられる。

都市化で

雨はすべて流れさる。

土の水分や地下水は減る。

湧き水、しみだし水がなくなる。

家庭で

水道水：川から取水、生活排水も水道水の原水

生活雑排水 下水道、既存の排水

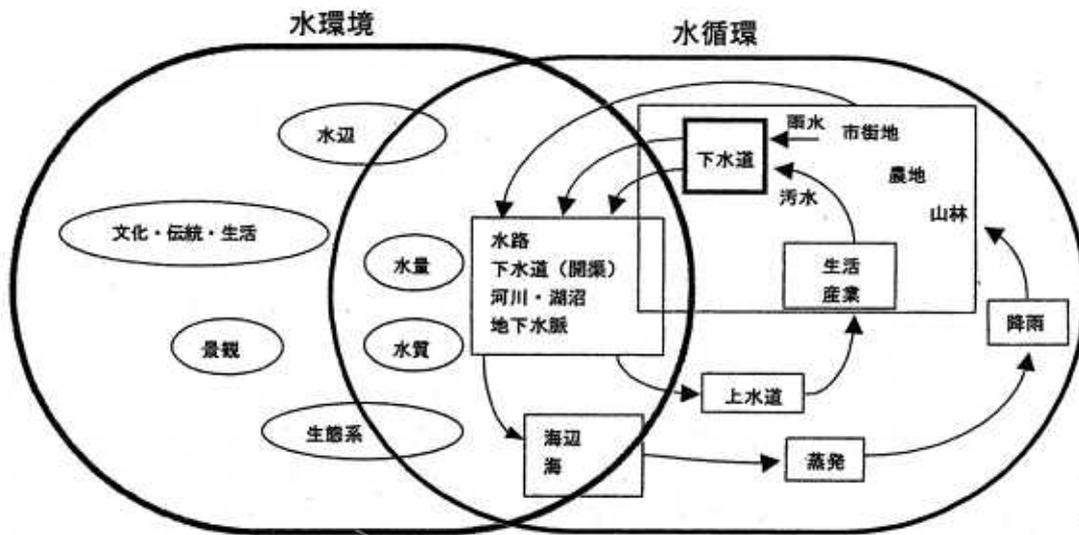
図2 あなたはどの流域に住んでいますか。

(例) 船橋市



4 . 水環境を守る

図 3 水環境と水循環の位置図



(注) 日本下水道協会：協会誌03/483 VOL40

4 - 1 良好な水環境とは

雨水・浸透マス・舗装
山・ブナ・土・せせらぎ・川・河
雲・雨・雪・氷河・海

4 - 2 河川から見た汚れ

川を汚したのは誰？ 排水はどこへ
どんなものがあるだろう
流域の汚濁負荷量

COD	東京湾		印旛沼		手賀沼	
	(t/1日)	%	(t/1日)	%	(t/1日)	%
生活系(家庭から)	29		2.8		2.4	
産業系(事業所から)	12		0.5		0.3	
その他(市街地農地など)	5		4.2		1.4	
合計	46		7.5		4.1	

どうしたら水を汚さないですむか

水を汚さない工夫

汚した水をきれいにしてから流す

よごれと生物 生物に影響を与えるよごれ

毒物 生命活動に化学的、物理的な要因で影響を与えるもの

シアン、塩素、洗剤、アオコ毒など

BOD, COD 酸素不足になる

BOD(生物的酸素消費量) COD(化学的酸素要求量)

水の中の有機物を微生物で生物的に(BOD)または酸化剤で化学的に(COD)分解する時に必要とする酸素の量(または酸化剤の量を酸素の量に換算したもの)をいいます。

川の生き物と指標生物

水の汚れの等級によって、生息する生き物が違います。

水質等級	BOD(COD)	私たちの感じる水質等級	どんな生物がいるだろう
きれいな水	2 mg/ 以下	大変きれいな水	
少しきたない水	2 ~ 5 mg/	きれいな水 = 少し栄養のある水	
きたない水	5 ~ 8 mg/	少しきたない水 = かなり栄養のある水	
大変きたない水	8 mg/ 以上	きたない水	
	15 mg/ 以上	大変きたない水	生物はおすすめしません

ユスリカ大発生の意味するもの

川や池でも微生物が活躍

顕微鏡をのぞいて見よう

4 - 3 健全な水循環とは

排水の基準を守る

企業は社会的責任(CSR)を持つ

循環に必要な水質の目標は

類型の環境基準を目途

4 - 4 水質を蘇らせる

水質を蘇らせる方法

方法には 重力沈殿法とか凝集沈殿法等

生物処理法

生物処理法のしくみ

汚水微生物の活躍

顕微鏡をのぞいて見よう。

参考資料・・・ぜひ読んで！

かわ：<こどものとも>傑作集 / 加古里子 福音館書店

水のはなし：千葉県小学校社会科読本

下水のはなし：<人間の知恵 13> / 藤田千枝 さ・え・ら書房

ワクワクたいけん 2005 <旅する地球の水> / 千葉県中央博物館

水環境「命をはぐくむ水！」

年 組

氏名 _____

1. 該当するところに を入れてください。

	大変良かった	少し良かった	少しつまらなかった	大変つまらなかった
1. プールは生き物の宝庫				
2. いのちの水				
3. 水の流れ				
4. 川を汚したのは誰				
5. 水的环境を守る				
6. 水を蘇らせる				

2. 今日始めて知ったことがありますか。ある方はそれがどんなことか書いてください。

a. ある b. ない

.....

.....

.....

3. 今日一番良かったことは何ですか。それはどうしてですか。

.....

.....

4. 今日一番つまらなかったことはなにですか。それはどうしてですか。

.....

.....

5. 身の回りの水辺で、気になること、不思議なことがあれば書いてください。

.....

.....

.....

6. 環境を良くするためにあなたにできることは何でしょう。
すでに行っていることやこれからしたいことを書いてください。

.....

.....

講師コメント

.....

.....

身近な自然環境を知る。

講師：

ネイチャーゲームの概要 (SHARING NATURE WITH CHILDREN)

- **ネイチャーゲームとは**
ネイチャーゲームは、1979年にアメリカのジョセフ・コーネル氏によって発表された自然体験活動で、様々な感覚を使って自然を直接体験し、自然への共感を育む活動です。ネイチャーゲームには、現在130種類以上のプログラムがあり、四季折々に子どもと大人と一緒に自然とふれあうことができます。
- **シェアリングネイチャーの理念**
シェアリングネイチャーの理念とは、「自然をともにわかちあおう」という考え方で、「直接的な自然体験を通して、自分を自然の一部ととらえ、生きることの喜びを共有することによって、自らの行動を内側から変化させること」です。

② アクティビティ (ACTIVITY)

- **「フクロウとカラス」**
ねらい：自然界の知識や様々な情報を楽しく学ぶ。
これまでの活動をふりかえったり、自然環境の知識を学んだりする時に活発な活動を取り入れてゲーム性を高める。

実践の手順

- 1 ロープ3本を平行に設置する。
- 2 チームを2つにわけ、中央のロープをはさんで、両側に向かい合って並んでもらう。
- 3 「フクロウ」チームと「カラス」チームをつくる。
- 4 それぞれ後ろにあるロープの向こう側を巣とする。
- 5 問題を出し、それが正しい時は「フクロウ」チームが「カラス」チームを追いかける。
- 6 反対に間違っていたら「カラス」チームが「フクロウ」チームを追いかける。
- 7 問題ごとに答え合わせをする。

- **「生き物のピラミッド」**

ねらい：ネイチャーゲームを通し、自然界のバランス、食物相互の関係を学ぶ。
植物、草食動物、肉食動物といった自然界の生き物たちの関係がピラミッドのようなバランスであることを体験する。さらに、自然界に有害物質が拡散することで、生態系のバランスが崩れ「生物濃縮」の現象についても学びます。

実践の手順

- 1 紙に植物、草食動物、肉食動物の中から1つ書き出す。
- 2 植物、草食動物、肉食動物ごとに並ぶ。
- 3 カードを胸に付け、ピラミッドをつくる。
- 4 互いに影響していることを実感する。
- 5 有害物質が拡散した場合どのような影響があるか体験する。

③ 自然のしくみ (MECHANISM)

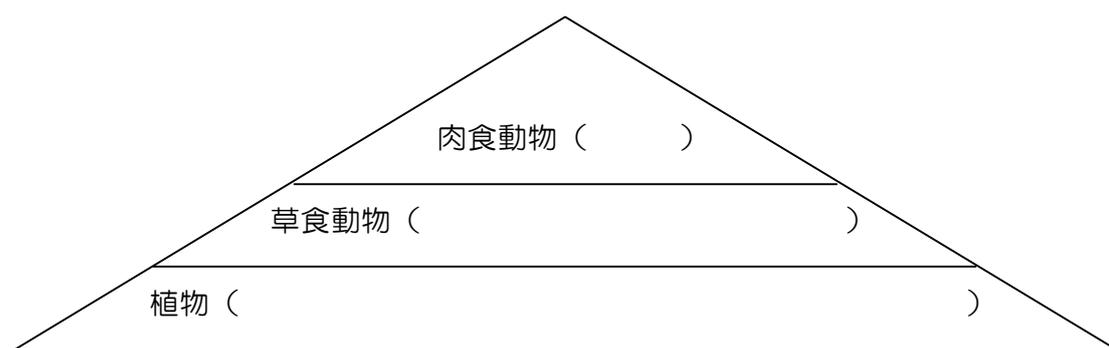
● 太陽エネルギーを食べる

あなたの昼食はお弁当（ご飯とお肉）パンと牛乳ですか？

米や麦は田畑で太陽の光と水・養分・空気をもって育ちます。鶏・豚・牛も穀物を食べて育ちます。穀物はやはり太陽で育ちます。突き詰めれば、私たちは地球上を循環している水・養分・空気を利用しながら、地球外から降り注ぐ太陽の光を源にした食物を食べています。

● エネルギーの循環と生物ピラミッド

地球上のほとんどの生きものは太陽の光から始まる「エネルギーの流れ」の中で生きています。植物（消費者）をはぐくみ、順に草食動物（1次消費者）肉食動物（1次消費者）へと、エネルギーと物質の流れ（食物連鎖）として受け継がれます。実際のピラミッドは消費者1次消費者2次消費者の3段階だけでなく、「食う・食われる」の関係も網の目のようからみあっています。（食物連鎖）



● 多様な生きものが健全なピラミッドをつくる

地球上に暮らす数千万種類の生き物は「食う・食われる」という関係で相互につながっています。また、共に助けあう共生関係にあり、一方的に利を得るものまで、様々な形で関係を保っています。このような関係の中では、1つの種の絶滅はもう1つの種の絶滅を意味しています。自然界の生きものは複雑に関係を持ちながら絶妙なバランスの中に存在しています。生きもののピラミッドを健全に維持するためには多様な生きものがその構成要素として存在しなければならないのです。

● 生物の5つ分類

- (1) 菌界：酵母・きのこ・アオカビ
- (2) 植物界
- (3) 動物界
- (4) 原生生物界：ゾウリムシ・アメーバー
- (5) モネラ界：細菌類

④ 身近な自然環境を調べてみよう。(RESEARCH)

● フィールドを調べよう

小川・海・里山・森・雑木林・畑・田んぼ・公園・学校 “ がどのような環境になっているか調べ、グループごとに発表する。

実践の手順

- 1 身近な川・海・山・学校の名前を出す。（「付箋」に書く。）
- 2 模造紙に「付箋」を貼る。
- 3 現状を書き込む。
- 4 今後どのようにしたらいいか書き込む。

レポートおよび感想

「身近な自然環境を知る。」

_____年 組

氏名 _____

(1) 今日、あなたが気づいたこと(学んだこと・はじめて知ったこと)は、何ですか？

.....
.....
.....
.....
.....

(2) 今日、あなたが感動したこと(びっくりしたこと)は、何ですか？

.....
.....
.....
.....
.....

(3) 今日の活動を体験して、あなたが未来の環境のために、どんなことが必要だ
と思いましたか？ どんなことをしてみたいと考えますか？

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

講師コメント

.....
.....
.....
.....
.....

自動車を対象としてエネルギーの基礎を学ぶ。

講師：

1 . 自動車はどうやって動くのか。

自動車の種類（原動機の違いによる分類）

(1) 内燃機関	ガソリンエンジン自動車 ガスエンジン自動車 ディーゼルエンジン自動車 ロータリーエンジン自動車
(2) 外燃機関	× ガスタービン自動車 × 蒸気機関（蒸気自動車）
(3) 電動機（モーター）	電気自動車 ハイブリッド自動車 燃料電池自動車 太陽電池自動車

現在実用されている。
× 現在は実用されていない。
現在開発中。
太陽エネルギーの啓蒙用

(1) ガソリンエンジン

ガソリンを気化(蒸発)させて空気と混合し、それをシリンダーの中に吸い込み、圧縮した後点火して爆発的に燃焼させる。

ガソリンの代わりにメタン、LPG、エタノールなどを燃料とすることができる。

(2) ディーゼルエンジン

シリンダーの中で高圧に圧縮し、高温となった空気の中に燃料を微粒子にして噴射して爆発・燃焼させる。

様々な燃料を利用でき、効率も高いが、騒音・振動が大きく、黒煙や NO_x などの大気中への放出を防ぐ排ガス処理が必要である。

普通のガソリンエンジンよりも効率が高い分だけ二酸化炭素の排出が少ないので、今後の技術開発の進歩に伴って普及が高まると期待される。

2 . 自動車燃料にはどんなものがあるか。

(1) 自動車燃料として使われている主な燃料

種類	主な燃料	備考
(1) 石油系	ガソリン（ガソリンエンジン） 軽油（ディーゼルエンジン） LPGガス（LPG自動車） 天然ガス（天然ガス、LNG自動車）	実用されている自動車燃料の代表がガソリンと軽油。いずれも化石燃料で、地球温暖化の原因となるCO ₂ を排出する。
(2) バイオ系	エタノール（エチルアルコール）	サトウキビやトウモロコシを原料として製造され、ガソリンに混合して使用する。
(3)（二次エネルギー）	水素	燃料電池の燃料。クリーンで効率を高くできることから次世代の燃料として期待されている。

(2) 燃料の燃焼、燃料の発熱量

燃料とは空気あるいは酸素の中で容易に燃焼し、その燃焼によって発生する燃焼熱を熱源（エネルギー源）として利用できる物質をいう。燃料として使用するためには、生産量が多く、供給が容易で、貯蔵・運搬および取り扱いが容易でなければならない。

また、燃焼排出物（排ガス、灰など）が大気、水質などの環境を汚染しないことも重要である。

燃料は、その状態によって、気体燃料（天然ガス、液化石油ガスLPG、都市ガスなど）、液体燃料（原油やこれから製造されるガソリン、灯油、軽油、重油など）および固体燃料（石炭やコークス）に大別される。最近、石油代替と地球温暖化対策の観点から「バイオマス」への関心が高まっている。

燃料の主成分は、炭素Cと水素Hであり、その他に少量の酸素、イオウ、窒素などが含まれている。燃料を燃焼させると、この炭素と水素は酸素と急速に反応して光と熱を発生し、最終的に二酸化炭素CO₂と水H₂Oに変換される。

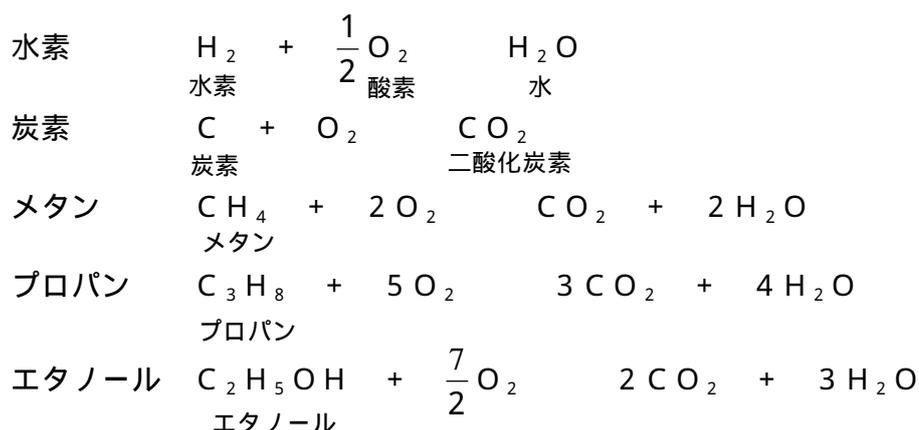
燃料を完全に燃焼させた時に発生する熱の量を発熱量といい、通常固体燃料では1kg当たりの、液体燃料では1kgまたは1、気体燃料では1m³当たりの燃焼熱を「MJ」（メガジュール）単位で表す。

主な燃料の発熱量

燃 料		発 熱 量	備 考
水素 H ₂		12.8 MJ/m ³ _N	
メタン CH ₄		40 MJ/m ³ _N	
プロパン C ₃ H ₈		99 MJ/m ³ _N	液化石油ガス（LPG または LP ガス）の主な成分
ブタン C ₄ H ₁₀		128 MJ/m ³ _N	
エタノール C ₂ H ₅ OH		29.7 MJ/kg	
気体燃料	天然ガス	36～48 MJ/m ³ _N	
	都市ガス	45 MJ/m ³ _N	13A の場合
液体燃料	原油	43～46.5 MJ/kg	日本に輸入されている原油
	ガソリン	46～47 MJ/kg	沸点範囲：30～210
	灯油	46 MJ/kg	沸点範囲：160～300
	軽油	44～46 MJ/kg	沸点範囲：160～360
	重油	43～47 MJ/kg	沸点範囲：250～360
固体燃料	石炭	18～32 MJ/kg	
	コークス	30 MJ/kg	

(m³_N:0、標準大気圧(101.3kPa)での容積)

燃焼反応の例



(3) エネルギーの種類と変換

エネルギーとは「仕事をする能力」と定義される。エネルギーは次のような種々の形態をとり、これらのエネルギー相互間の変換が可能である。

- ・力学的エネルギー
- ・電気エネルギー
- ・熱エネルギー
- ・化学エネルギー
- ・光エネルギー
- ・核エネルギー

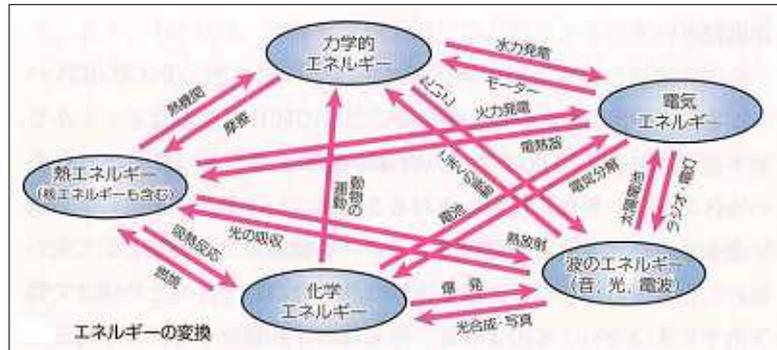
ただし、エネルギー変換が起っても(エネルギーの形態が変わっても)エネルギーの総量は常に一定である。

[エネルギー保存の法則]

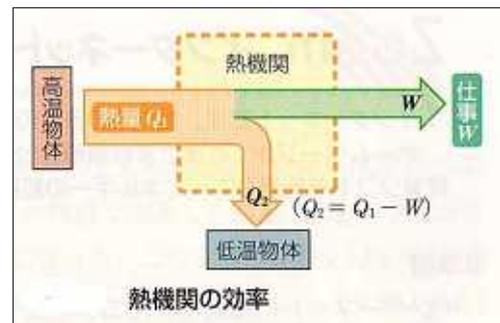
熱はエネルギーの1つの形であり、熱を仕事に変換することも、仕事を熱に変換することも可能である。[熱力学の第一法則]

熱(熱エネルギー)を仕事(力学的エネルギー)に変える装置を熱機関といい、その変換効率(熱機関の効率、あるいは熱効率)には理論限界があり、熱をすべて仕事に変えることはできない。

[熱力学の第二法則]



高校理科「物理」(東京書籍)



高校理科「物理」(研数出版)

$$\text{エネルギー変換効率} = \frac{\text{得られた仕事}}{\text{投入したエネルギー}} = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

(4) エネルギーの単位

エネルギーの大小は、その「仕事量」で表す。

仕事とは、加えた力とその方向への距離を掛けたもの [N・m] である。

これを単位 [J] で表す。(「ジュール」と呼ぶ。)

動力とは、単位時間当たりの仕事量 [J / s] である。これを単位 [W] (「ワット」) で表す。

エネルギー(仕事)の単位

量	定義	記号	名称
仕事	N・m	J	ジュール
動力 (仕事率)	J / s	W	ワット

$$1\text{kJ} = 1,000\text{J}$$

$$1\text{MJ} = 1,000\text{kJ}$$

$$1\text{kW}\cdot\text{h} = 3,600\text{kJ} = 3.6\text{MJ} = 860\text{kcal}$$

(1cal = 4.186J)

(5) エネルギー資源

エネルギー資源の種類

(1) 化石エネルギー資源	(2) 非化石エネルギー資源
(イ) 石油 (ロ) 石炭 (ハ) 天然ガス (ニ) オイルサンド、オイルシェール	(イ) 自然エネルギー (a) 水力 (b) 地熱 (c) 太陽 (d) 風力 (e) 波力、潮流、潮位差(潮汐力) (ロ) バイオマス(生物資源) (ハ) 原子力

世界のエネルギー資源埋蔵量(2003年)

	確認可採埋蔵量(R)	年生産量(P)	可採年数(R/P)
石油	1兆1,477億バレル	280億バレル	41年
天然ガス	176兆m ³	2.6兆m ³	67年
石炭	9,845億t	51.2億t	192年
ウラン	459万t	3.6万t	8.5年 ^{注)}

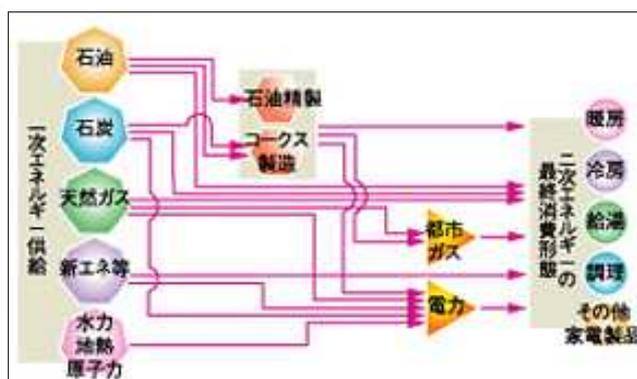
注) ウランをワンスルーで軽水炉に用いた場合の可採年数。

出所：総合エネルギー統計(平成15年度版)

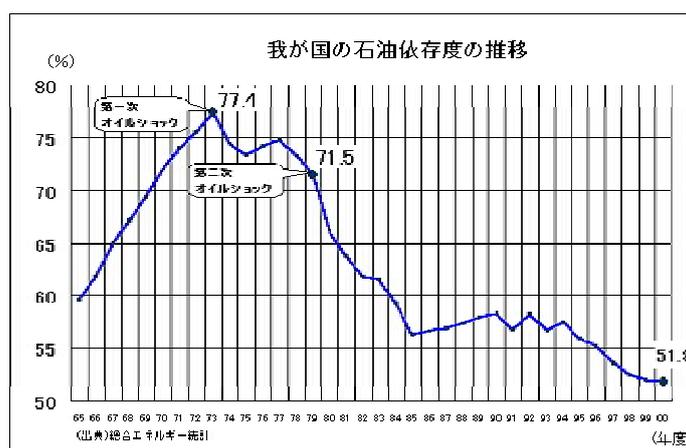
日本の一次エネルギー供給

		1990年度	2000年度
一次エネルギー供給 (原油換算 百万kL)		526	604
構成 %	石油	58	52
	石炭	17	18
	天然ガス	10	13
	原子力	9	12
	水力	4	3
	地熱	0.1	0.2
	新エネルギー等	1	1

資源エネルギー庁



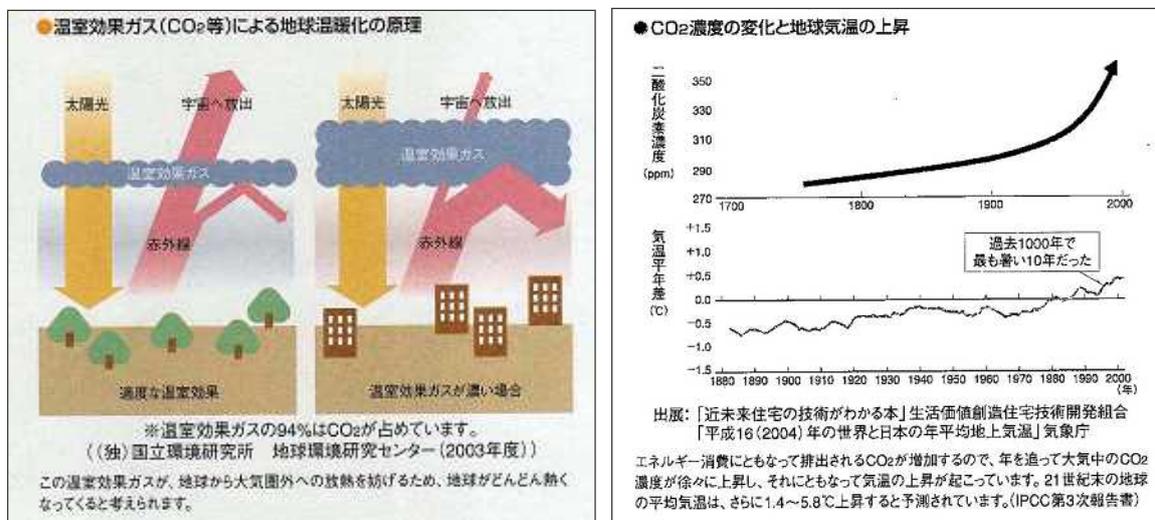
(財)省エネルギーセンター資料



3. 自動車は地球温暖化の犯人の一人

(1) 地球温暖化はどうして起こるか。

地球温暖化の主な原因は、地球を取り巻く大気中の「二酸化炭素」(CO₂)濃度の増加。二酸化炭素は、私達が電気を使ったり、石油やガソリンなどを消費することで排出される。すでに「地球温暖化」の影響が現実のものとなっている。

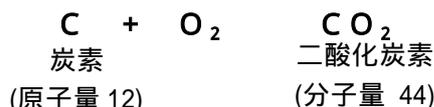


(財)省エネルギーセンター資料

(2) 燃料を燃やした際の二酸化炭素の発生量

燃料を燃やすと、燃料に含まれている炭素Cは空気中の酸素と反応して二酸化炭素CO₂となり、燃焼排ガスとして大気中に放出される。

炭素の燃焼反応は、



であるので、炭素 1 kg が燃焼すると二酸化炭素 3.67kg (=44/12)の二酸化炭素が発生する。

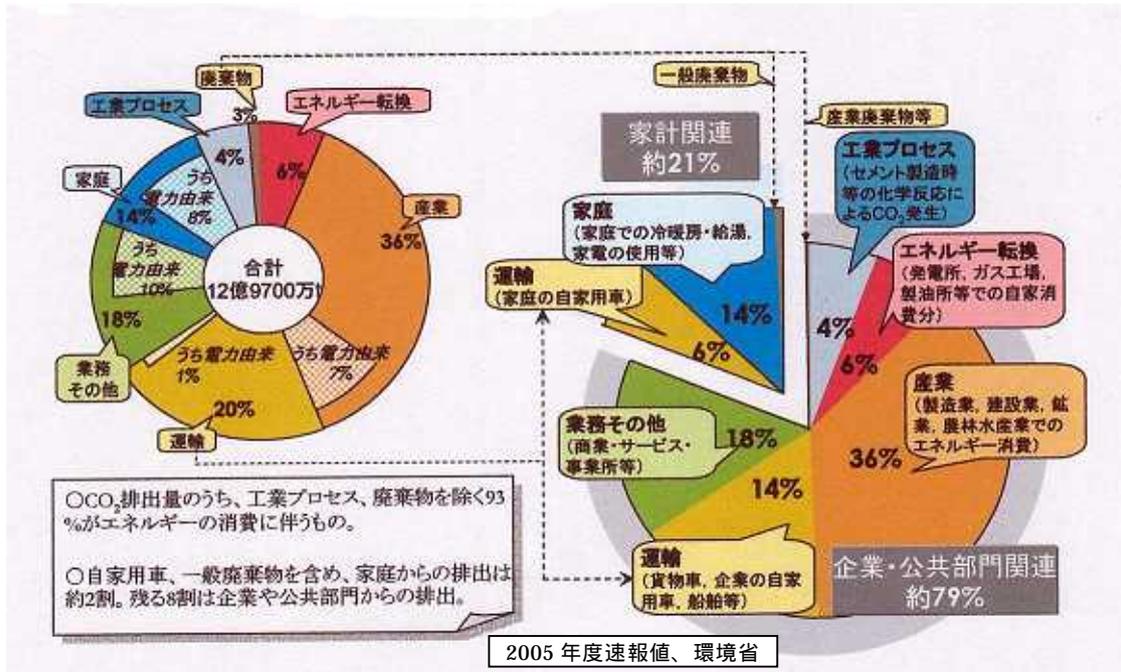
燃料に含まれる炭素の含有量が分かれば、その燃料を燃やしたときの二酸化炭素の発生量を求めることができる。

主な燃料の二酸化炭素発生量

燃料	発熱量	二酸化炭素発生量			
		g-CO ₂ /MJ	g-CO ₂ /kg	g-CO ₂ /	
メタン CH ₄	40 MJ/m ³ _N	49.5	2,750	-	
プロパン C ₃ H ₈	99 MJ/m ³ _N	59.4	2,990	1,520	
ブタン C ₄ H ₁₀	128 MJ/m ³ _N	61.2	3,030	1,760	
気体燃料	天然ガス	43～46.5 MJ/m ³ _N	49.5	2,700	-
	都市ガス	45 MJ/m ³ _N	50.9	-	-
液体燃料	原油	38～39 MJ/	68.5	3,020	2,620
	ガソリン	46～47 MJ/	67.1	3,090	2,320
	灯油	46 MJ/	67.8	3,110	2,490
	軽油	44～46 MJ/	68.5	3,080	2,620
	重油	43～47 MJ/	69.3	3,150	2,710
固体燃料	石炭	18～32 MJ/kg	89.8	2,390	-

(総合エネルギー統計などから作成)

(3) 日本の二酸化炭素発生量

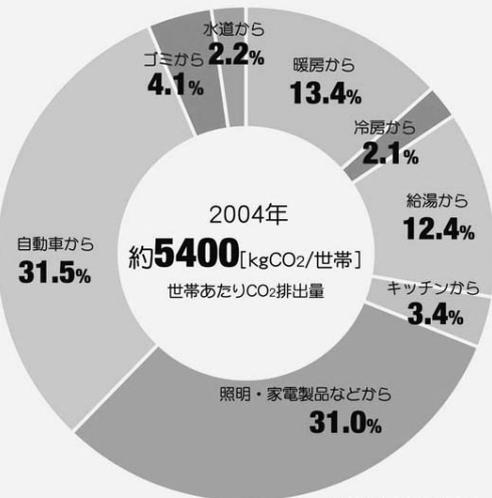


日本のエネルギー消費に伴う二酸化炭素の排出量(2005年)は、約12億6千万トンで、その中の21%、2億6千万トンが家庭から直接排出される。(含む、自家用車)

家庭からの排出の内訳は、

- 照明・家電製品などの電気の使用 31%
 - 暖房・冷房・給湯のため (電気、都市ガス、LPG、灯油) 28%
 - 自家用車でガソリン、軽油の使用 32%
- である。{約3分の1が自家用車から}

家庭からの二酸化炭素排出量 —用途別内訳—



(4) 電気の使用に伴う二酸化炭素の排出

私たちが使っている電気の6割は、石油、石炭、LNGを燃料として火力発電所で製造されている。

したがって、家庭で電気を使うとその電力量に対応する分の二酸化炭素が火力発電所において排出される。

火力発電所だけで計算すると、
 CO₂排出係数 = 636 g・CO₂/kWh
 (火力発電の平均)

これに対し、全発電量で計算すると、
 CO₂排出係数 = 383 g・CO₂/kWh
 (全発電量の平均)

CO₂をほとんど排出しない原子力、水力発電が入るので、全発電量の平均での排出係数は小さくなる。

日本の発電電力量の構成 (2005年度)

	電力量 10 ⁶ kWh		CO ₂ 排出量 10 ⁶ kg・CO ₂
石油	95	10%	60
LNG	221	23	97
石炭	261	27	209
水力	71	7	-
原子力	304	32	-
新エネルギー	6	0.7	-
計	958	100%	366

(総合エネルギー統計)

(5) 自動車からの二酸化炭素排出量

自動車の燃料消費の大きさ（エネルギー消費効率）は、「燃費値」によって表される。

$$\text{燃費 (km/l)} = \frac{\text{走った距離 (km)}}{\text{燃料消費量 (リットル)}}$$

[燃料 1 リットルで走れる距離]

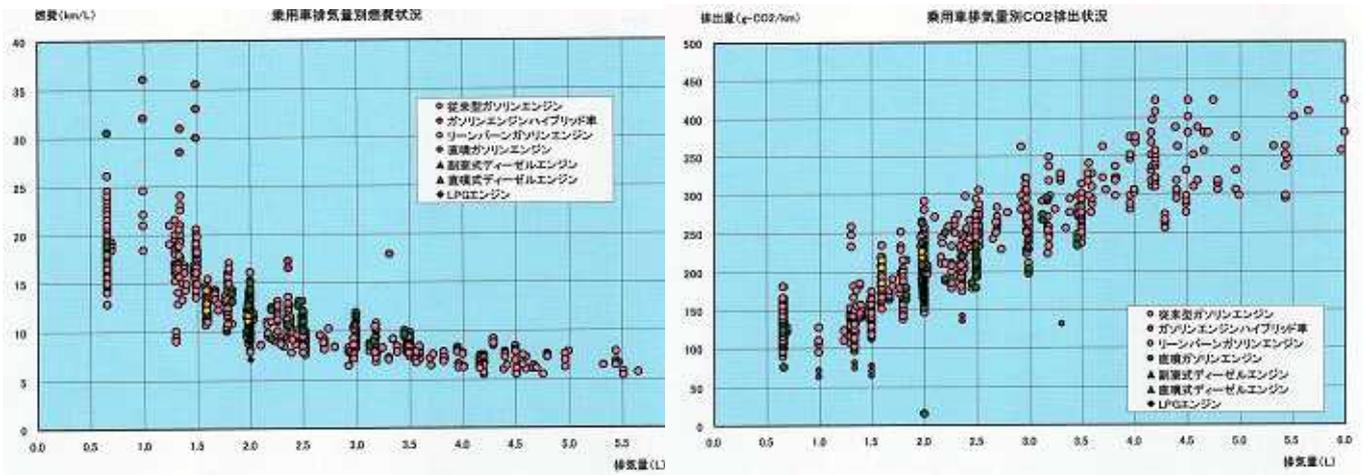
さらに、自動車からの二酸化炭素排出量は、次の式によって計算することができる。

$$\left[\frac{1 \text{ km 走行当たりの CO}_2 \text{ 排出量 (g-CO}_2/\text{)}}{\text{燃費 (km/l)} \right] \times \left[\text{CO}_2 \text{ 排出係数 (g-CO}_2/\text{)} \right]$$

CO ₂ 排出係数 (g-CO ₂ /)
ガソリン : 2,320
軽油 : 2,620

日本で販売されている乗用車(新車)の燃費

国土交通省「自動車燃費一覧(H18.3)」



- ・排気量の大きい車ほど燃費が悪い。できるだけ小型の、排気量の小さい車を買うのが望ましい。
- ・排気量が同じでも燃費に大きな差があることに注意。1000～1500cc では約 3 倍にも。
- ・ハイブリッド車の燃費がすぐれているのがよくわかる。

(6) 燃費向上のための技術開発

日本では「燃費基準」が国によって定められており、これを達成するために各自動車メーカーは車体の軽量化やエンジン性能の向上などに取り組んでいる。そのうえに、これまでの自動車の枠を越えた燃費向上・省エネルギーの技術の開発も進められており、その成果の一つが「ハイブリッド車」である。

現在、世界の自動車メーカーが 究極の省エネルギー技術として研究開発を競っているのが燃料電池自動車である。水素を燃料として燃料電池で発電し、その電気でモーターを回して走り、ガソリンエンジン車と比較して 3 倍ものエネルギー効率を達成できるものと期待されている。

4. 省エネルギーこそが地球温暖化を防ぐ決め手

(1) 地球温暖化対策

1. エネルギーを無駄に使わない。 省エネルギー
2. 自然エネルギーを増やす。 太陽光、風力、地熱、バイオマスなど
3. 木を植える。 二酸化炭素を吸収させる。

(2) 自動車における省エネルギー対策、地球温暖化対策

1. 省エネルギー運転 スマートドライブ
2. 燃費のよい車を買う。
3. できるだけ車を使わない生活を心がける。

5. 環境保全への第一歩は身近なところからの実践

私たちの日頃の生活行動の一つひとつが地球規模の環境につながっています。

例えば、

照明やエアコンをつけっぱなしにする。

近くの外出でもマイカーを使う。

使い捨て製品を大量に使う。

水をジャブジャブ無駄使いする。

排水口に汚れた水を平気で流す。

買いすぎ、作りすぎで、たくさん食べ残しする。

など、など。

これらのことはすべてエネルギーを浪費していることで、最終的には大気中へ二酸化炭素をまきちらし、地球温暖化を促進していることとなります。

毎日のちょっとした行動や工夫で地球にやさしい暮らし・生活とすることができます。

「エコライフ」のステップアップ

ステップ 1：生活と環境のつながりをする。

暮らしが地球に与えている影響を知り、理解を深めよう。

ステップ 2：日常生活の無駄を見直す。

生活の中の「もったいない」を見直そう。

ステップ 3：できることをやってみる。

家族みんなのできる我が家流のエコライフを実践しよう。

環境省「Ecocho (エコ帳)」

今日から、身近なところから「エコライフ」をスタートさせましょう。

レポートおよび感想

[自動車を対象にしてエネルギーの基礎を学ぶ。]

_____ 年 _____ 組

氏名 _____

1 . 自動車が地球温暖化の大きな原因となっているのはなぜですか。

.....
.....
.....
.....
.....

2 . 今日授業を受けて これから地球環境の保全のために どのようなことを実行して
ゆこうと考えましたか。

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3 . 今日授業についての感想を書いて下さい。質問があればそれも書いて下さい。

.....
.....
.....
.....
.....

講師コメント

.....
.....
.....
.....

「食と温暖化の意外な関係」

講師：

千葉県は三方を海に囲まれ温暖な気候と豊かな大地に恵まれた「食」の宝庫です。大消費地である首都圏に近い立地条件に支えられ、全国一の野菜の生産県でもあります。地産地消を実践することで、千葉の豊かな恵みが実感できます。また、新鮮な食材を自ら調理することが地産地消や温暖化の防止につながることを一緒に学びましょう。

1 . 県内で生産される野菜

- ・ 昨日の夕食と今日の朝食のメニューと材料を書いてみよう
- ・ 千葉県産の素材は？
- ・ 野菜の旬っていつだろう？

2 . 露地栽培とハウス栽培

- ・ メリット、デメリットを考えてみよう
- ・ ハウス栽培のエネルギー消費とCO₂の排出

キュウリ、トマトでエネルギー消費量を比べてみると・・・

[重油換算:10,500kcal/kg]

	きゅうり 1kgあたり		トマト 1kgあたり	
夏	996 kcal	95 g	819 kcal	78 g
冬	5,054 kcal	481 g	8,285 kcal	789 g

3 . 輸入食品の移動距離とCO₂排出

- ・ 輸送手段の発達が移動距離を大きくする

農場 集荷場 港・飛行場 日本の港・飛行場 市場 スーパーや商店

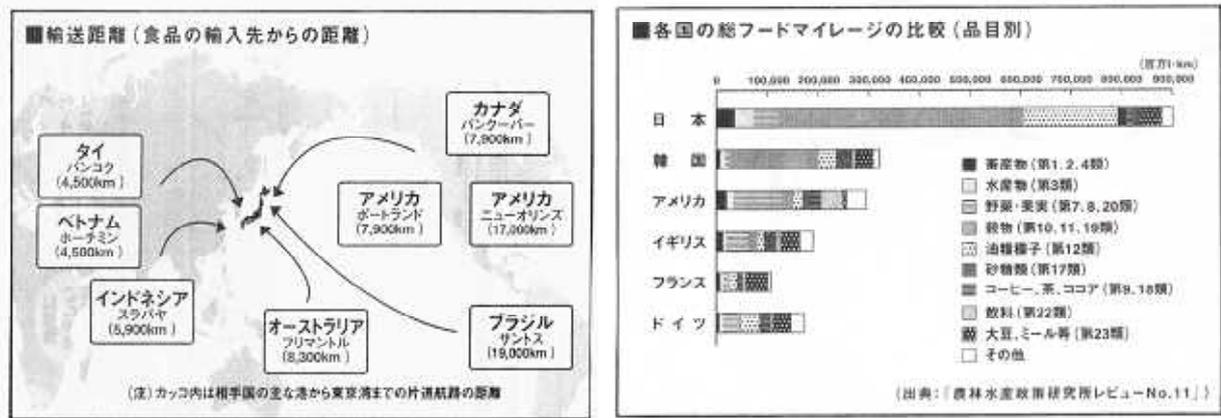
- ・ CO₂排出量は1,700万t、国内における排出量の倍
- ・ どうして地産地消？

・フードマイレージについて

[フードマイレージ] = [食料の輸送量] × [輸送距離]

単位は、t・km(トン・キロメートル)。

・2001年日本のフードマイレージの総量は？



・日本の食料自給率

カロリーベース 昭和40年 70%

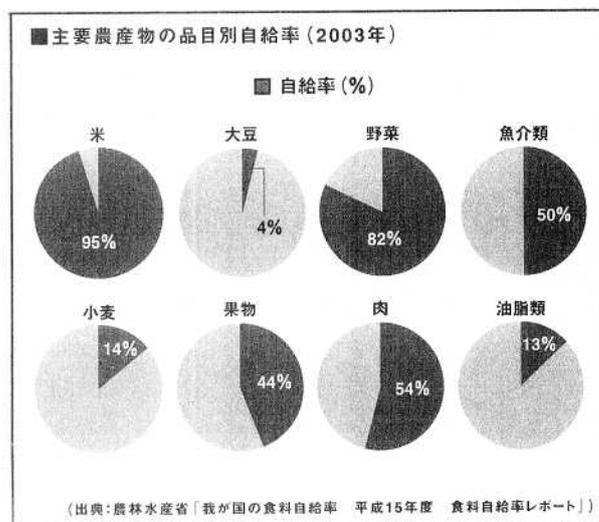
平成10年 40%

小麦の自給率(平成15年)を計算してみよう。

国内生産量 86万t

国内消費量 627万t

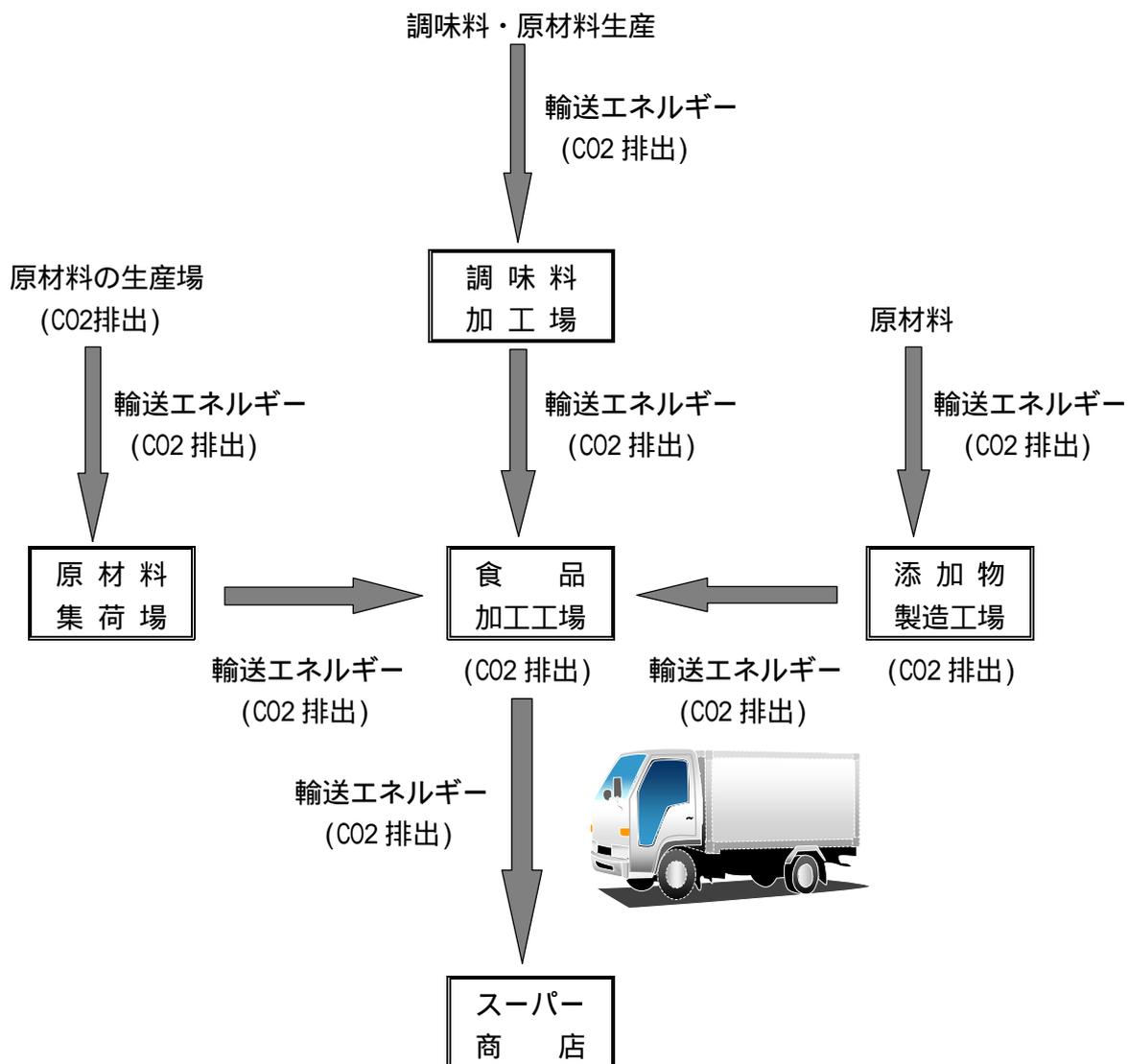
自給率 = $86 \div 627 \times 100 = 14\%$



・だから地産地消

4 . 食品の加工とCO₂の関係

・加工食品を製造する流れの考え方（一例）



・輸入小麦を使った麺類や菓子類の場合

・輸入ブタ肉を使ったハム・ソーセージ類の場合

・食品のラベル表示を見てみよう

ハ ム	スナック菓子
ブタ肉 糖類(乳糖、水あめ) たん白加水分解物 しょうゆ 食塩 こんぶエキス かつおエキス ほたてエキス しいたけエキス 野菜ブイヨン 酵母エキス カゼインNa リン酸塩(Na) 酸化防止剤(ビタミンC) 調味料(アミノ酸等) 発色剤(亜硝酸Na)	小麦粉 でんぷん 植物油脂 しょうゆ 砂糖 チキンエキス たんぱく加水分解物 食塩 卵 野菜エキス ポークエキス コーンシロップ 酵母エキス 調味料(アミノ酸等) カゼインNa 乳化剤 酸化防止剤(ビタミンE)

- ・たんぱく加水分解物の役割
- ・乳化剤は一括表示

5 . おまけの話

・二つのキャリーオーバー

1. 加工食品の原材料に使われた添加物
2. 親から子へ

「食と温暖化の意外な関係」

____年 ____組

氏名 _____

1. 食生活と温暖化の関係を知っていましたか。

- a. 知っていた b. 知らなかった

2. 今日始めて知ったことがありますか。ある方はそれがどんなことが書いて下さい。

- a. ある b. ない

.....

.....

.....

.....

3. これからの食生活で気をつけていきたいと思うことはありますか。

ある方はそれがどんなことが書いて下さい。

- a. ある b. ない

.....

.....

.....

.....

4. 今日の講義についての感想を書いて下さい。質問があれば書いて下さい。

.....

.....

.....

.....

講師コメント

.....

.....

.....

.....

[テーマ 1 1 : エコライフ]

グリーンコンシューマーとマイバッグ持参の取り組み

講師：

「グリーンコンシューマー」とは、環境のことを大切にしている消費者のこと。

グリーンコンシューマーとは、

環境問題を解決してゆくために、便利さや快適さばかり求めてきたライフスタイルを変えてゆこうとする消費者のことをいいます。

グリーンコンシューマーは、市民の購入力で「環境負荷の少ない商品を選ぶ」、
「環境対策に熱心なメーカーや商店を選ぶ」

それは事業者のものづくりや流通事業者に影響を与える、
それは地域の環境保全・地球規模の環境問題の改善にも影響を与える、
その流れをつくってゆこうとする消費者です。

グリーンコンシューマーの歴史

1988年9月イギリスで『グリーンコンシューマーガイド』が出版されて以降、
広まった新しい市民運動。

1989年アメリカの市民団体が『より良い世界のための買い物』ガイドを発行。

グリーンコンシューマーの日本の現状

1991年、京都のごみ問題市民会議が、環境対策や環境に配慮した商品の品揃えを調査し、『買い物ガイド・この店が環境にいい』を発行。

1994年、環境市民・バルディーズ研究会・中部と西日本リサイクル運動市民の会が、全国の手続きスーパーや生協の本社の環境対策を調査・評価した『地球にやさしい買い物ガイド』を出版。

1997年、グリーンコンシューマー全国ネットワークが結成され、『グリーンコンシューマーになる買い物ガイド』を刊行。

1996年、環境省(当時)の呼びかけで、企業や自治体、市民グループなどで「グリーン購入ネットワーク」を結成。

エコマークラベルの買い物情報の発信をしています。

グリーンコンシューマーの視点でライフスタイルの見直しをし、自分の暮らしの中に「エコロジー」を取り入れることを拡げています。

日々の生活の中での地球温暖化防止を進める活動として取り組んでいます。

グリーンコンシューマーの10原則

- 1 必要なものを必要なだけ買う
- 2 使い捨て商品でなく、長く使えるものを選ぶ
- 3 包装はないものを最優先し、つぎに最小のもの、容器は再使用できるものを選ぶ
- 4 作るとき、使うとき、捨てるとき、資源とエネルギー消費の少ないものを選ぶ
- 5 化学物質による環境汚染と、健康への影響の少ないものを選ぶ
- 6 自然と生物多様性を損なわないものを選ぶ
- 7 近くで生産、製造されたものを選ぶ
- 8 作る人に公正な分配が保証されるものを選ぶ
- 9 リサイクルされたもの、リサイクルシステムのあるものを選ぶ
- 10 環境問題に熱心に取り組み、環境情報を公開しているメーカーや店を選ぶ

***** 無理なく、納得できることから始めましょう。*****

**マイバッグ持参は、資源を大切にしCO₂発生を減らし、
地球温暖化防止に寄与する。**

なぜ、マイバッグ持参なのか

誰でも気軽に取り組める、レジ袋に代わるマイバッグ持参は、「レジ袋の原料である原油の削減」、「使用後ごみとして廃棄焼却することによるCO₂の削減」、「マイバッグ持参による環境意識の変化は、環境に対する配慮への啓発につながる」、それは、地球温暖化の大きな原因であるCO₂の削減に寄与します。

レジ袋の年間使用量

レジ袋年間使用量（2003年）	305 億枚
1人当たり	約300枚
レジ袋1枚あたりの原油消費量（LLサイズ）	18.3 ミリリットル
みんなでレジ袋使用をやめたら全体で	55.8 万リットル減
レジ袋1枚あたりのCO ₂ 発生量	31 グラム
みんなでレジ袋使用をやめたら全体で	94.5 万トン減
これは、日本のエネルギー消費（原油換算）に対し	0.1 %に相当

（出展：「レジ袋の環境経済政策」）

マイバッグ持参をすすめるために

「ノーレジ袋デー」を毎月設定
2002年より日本チェーンストア協会がレジ袋不要カード設置
共通カードのポイント制・共通シール制を
市民・事業者・行政の協働によるマイバッグ持参運動を

レジ袋に代わるマイバッグの作り方

壊れた傘の生地を利用したマイバッグの特徴：

- ・ 短時間で作れる
- ・ 誰でも簡単に作れる（リサイクルは簡単が大切）
- ・ 軽くて小さくため、バッグに入れても邪魔にならない（レジ袋と同様軽い、かさばらない、丈夫）
- ・ 防水加工されているため、雨もはじき水漏れもある程度防げる
- ・ 捨てるものの再利用（思い出の傘を手元に残せる）

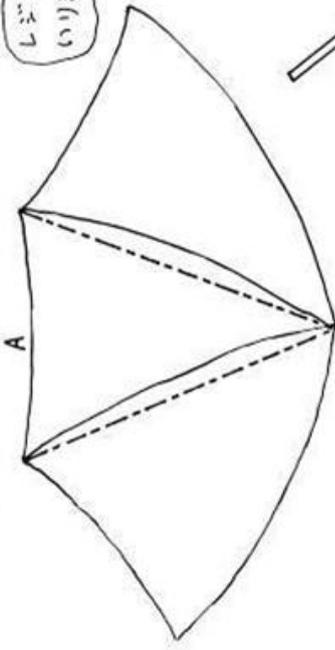
別紙 私のマイバッグづくり (リサイクルは早く簡単に誰でも作れるものを)

リサイクルの手巻

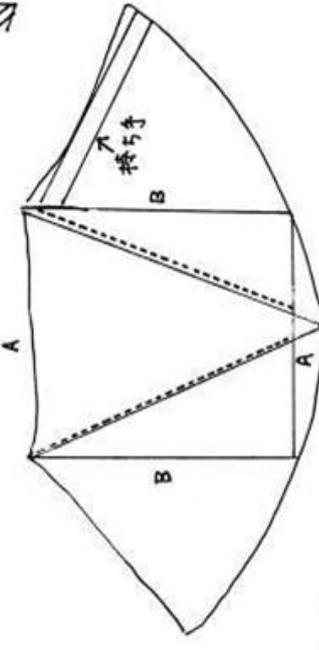
*****傘地からエコバッグを作る*****

A、6本骨の傘から

(1) 傘地をそのまま平らに置き、ふくらみ分が大さいので内側に畳み込む(縫い目が伏せ縫いになっているので倒し方に注意)、折り目から3ミリ位を測って押さえる。



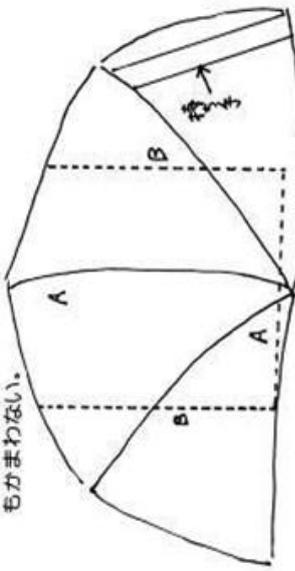
(2) 2枚あわせて、両脇・底を袋縫いする



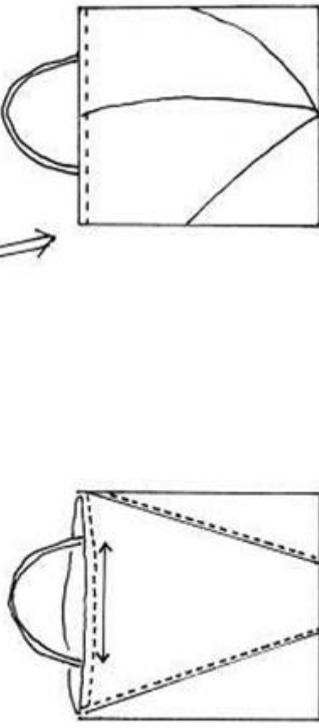
(3) 袋の口は2センチを中に折り返し、持ち手を挟み込んで縫う。
傘のとめ具を利用して、エコバッグを折りたたんだ時のとめ具にする。

B、8本骨の傘から

(1) 傘地を二つ折りにして平らに置き、傘のふくらみを生かして使う。
両脇・底を袋縫いにする。
そのマチは自然のふくらみがあるので、付けなくてもかまわない。



(2) 持ち手 (3) 持ち手をはさんだ袋の口の始末はAと同様に。



A > A > 傘の同寸
B > B

残り布で小物入れを作ると何かと便利です。

レポートおよび感想

「人にやさしく健康なライフスタイルをめざして」

____年 ____組

氏名 _____

1、自分の生活をチェックしてみよう。(どちらかに)

エコチェック項目	すでに行っている	行っていない
シャワーの利用を1日1分短くする		
テレビを見ないときは消す		
再生紙で作られたノートなどを使う		
必要なものだけ買うように心がける		
詰め替えできる商品を購入する		
長く使えるものを選んで購入する		
ムダな包装は断りカバンやマイバッグを利用する		
ごみは分別し、使えるものはリサイクルにまわす		
エアコンの温度設定は夏28 以上冬20 以下に		
自然や健康を損なわないものを選んで購入する		

2、上記エコチェックで行っていない項目で、これから実行できるものはどれですか。

3、グリーンコンシューマーは、健康で心豊かな快適な生活をめざしていますが、あなたはどんな夢を生活に描きますか。

講師コメント

身近な空気と地球温暖化

講師：

私たちは毎日ドラム缶にして 70 缶ほどの空気を吸っています。自分の呼吸量をはかり、身近な大気中の二酸化炭素を簡易測定することで、大気中の存在や燃焼生成物を意識しませんか。

大量の化石燃料の燃焼は自分たちの健康問題だけでなく、地球温暖化や食糧問題などの地球全体の環境問題になっています。測定を通じて、単位や環境基準の考え方をしり、環境問題を科学的に考察してみましょう。

呼吸の量を測って見ましょう。

1 分間の呼吸数	3,000ml の袋を膨らます呼吸数	1 分間の呼気量	1 日の呼気量

[1 日は 1,440 分 (24 時間 × 60 分)]

付録 1 : 呼吸は、空気中の酸素で炭水化物を分解 (酸化) して二酸化炭素に変え、エネルギーをえます。



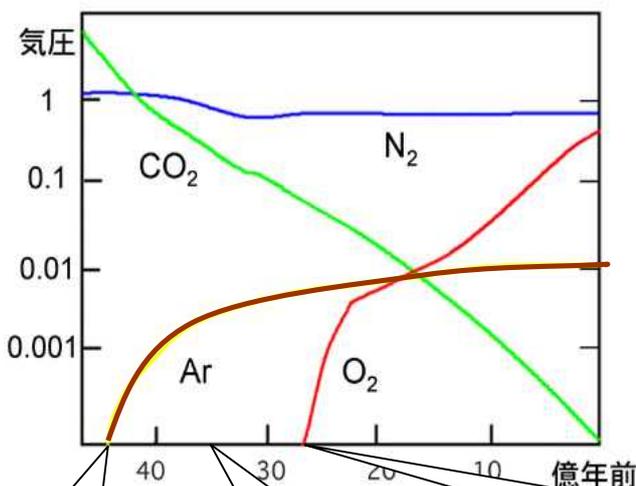
空気って何？

Q 1 . 地球の空気の成分は？ 空いているところを埋めましょう。

各惑星の大気組成 (混合比は分子数の割合を示す。)			
地球	金星	火星	木星
	CO ₂ (96 %)	CO ₂ (95 %)	H ₂ (93 %)
	N ₂ (3.5 %)	N ₂ (2.7 %)	He (7%)
	SO ₂ (0.015 %)	Ar (1.6 %)	CH ₄ (0.3 %)

地球の歴史と大気分圧の変化 (大気に占めるその気体の割合を表します。)

参考資料：地球の進化 (岩波地球惑星科学 1 3)



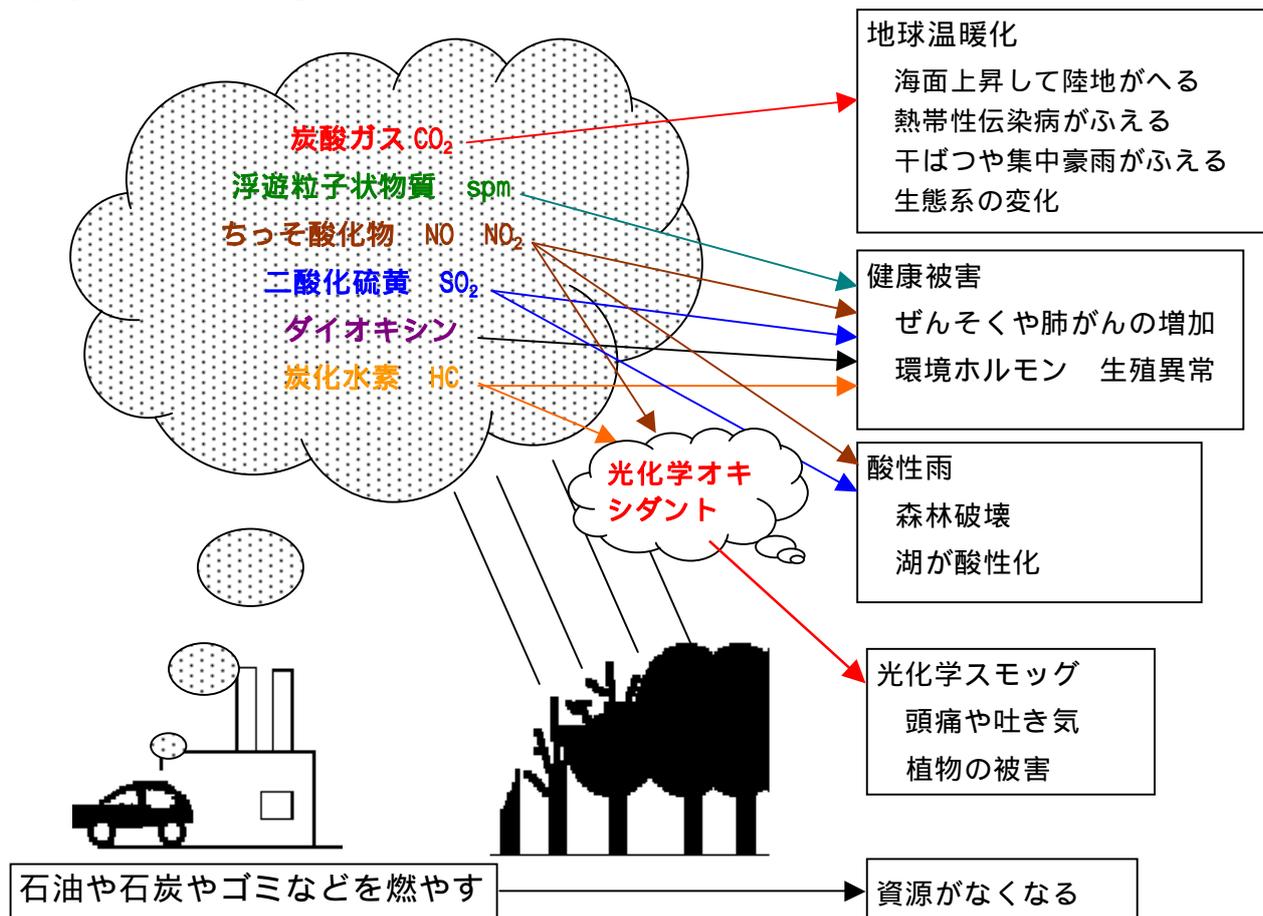
地球ができたころ、二酸化炭素 (CO₂) が非常に多かったが、水に溶け、やがて海水から CaCO₃ として地殻に取り込まれた。その後、生命が誕生して光合成 (二酸化炭素を取り込んで酸素を出す) を行うようになり、二酸化炭素が減少、酸素 (O₂) は増大、窒素 (N₂) はそれほど変化がなく、結果として現在の大気の主成分となる。

45 億年前
水の循環

35 億年前
生命の誕生

27 億年前
光合成を行うバクテリアが増加

燃焼による大気汚染



付録 2：化石燃料やゴミなどはほとんどが炭素と水素からできています。



「二酸化窒素」をはかってみよう。

大気汚染訴訟から生まれた二酸化窒素簡易測定法

二酸化窒素とは

もの（石油、石炭、ガス、ゴミなど）を燃やしたとき空気が高温になって空気中の窒素と酸素が結びついてできます。燃焼による副生成物ですから、燃焼による大気汚染の目安になります。二酸化窒素そのものも高濃度では、肺や、気管支に損傷を与えますが、0.02ppm ぐらいでも、気象条件によって変化して、光化学スモッグの原因（光化学オキシダント）や酸性雨の原因（硝酸）になります。

はかり方

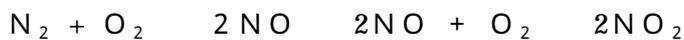
1. 二酸化窒素を吸収させる試薬（トリエタノールアミン）を染み込ませたる紙を入れた小型カプセルを 24 時間つるす。
2. カプセルに発色試薬（ザルツマン試薬）5ml をいれ、10 分後に一度攪拌、さらに 5 分おく。
3. 比色計（ユニメーター：緑の発色ダイオードで色の濃さに応じて電流が流れる）のスポイドに吸い込み、電流を測る。
4. 換算係数をかけて濃度を出す。

$$\left(\begin{array}{c} \text{ユニメーターの値} \\ \mu\text{A} \end{array} - \begin{array}{c} \text{ブランク} \end{array} \right) \times \begin{array}{c} \text{換算係数} \end{array} = \begin{array}{c} \text{大気中の濃度} \\ \text{ppm} \end{array}$$

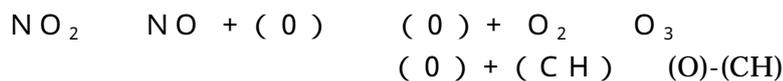
実験結果

	場所	濃度 (ppm)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

付録 3 : 二酸化窒素生成の化学式



光化学オキシダント生成の化学式



Q 2 . 周りの空気はどうでしたか

NO ₂ 濃度	汚れの目安	ランク
0.01 ppm 未満	きれい	A
0.01 以上 0.02 未満	やや汚れている	B
0.02 以上 0.03 未満	かなり汚れている	C
0.03 ppm 以上	非常に汚れている	D

データの見かた

* ppm とは、濃度の単位で百万分の 1 です。

1ppm は、1m³ の中に 1cm³ (約角砂糖 1 個分) の二酸化窒素があることになります。

1 日に吸い込む二酸化窒素の量を計算してみよう。一年では？

濃度 (ppm) × 1 日の呼気量 (m³)

* 環境基準と 98% 値について

環境基準とは人の健康の保護及び生活環境の保全のうえで維持されることが望ましい基準濃度。

NO₂ (二酸化窒素) の環境基準

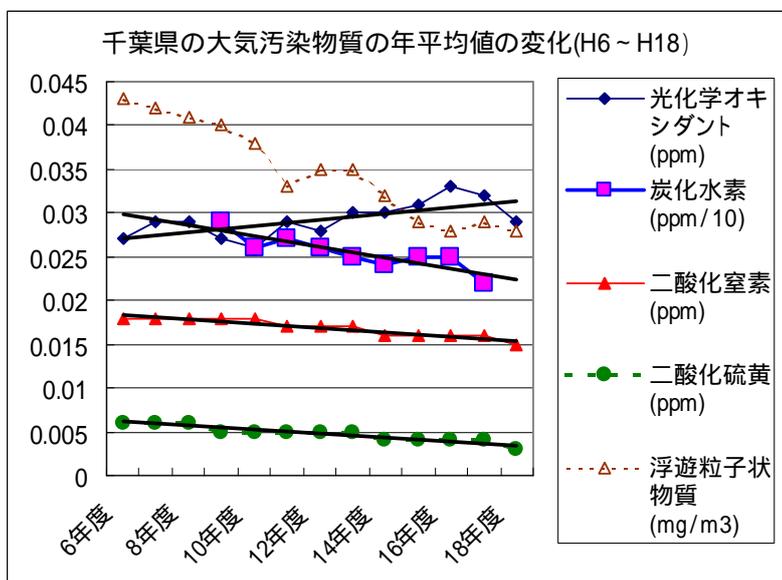
一日平均値の年間 98% 値が 0.04ppm から 0.06ppm までのゾーン内、またはそれ以下
浮遊粒子状物質・一酸化炭素・二酸化硫黄・光化学オキシダントなどにも環境基準
が設けられている。

付録4：98%値

大気中の濃度は風速や気象条件などで毎日大きく異なるので、環境基準は最高値や年間平均値ではなく、98%値です。一年間のうち358日(98%)の一日の平均値が環境基準値以下であることです。

新たな大気の問題 地球温暖化と越境汚染

光化学オキシダントの上昇 オキシダントは植物を枯らす力が大きい。



千葉県環境白書より作成

光化学オキシダントの原因物質は減少しているにもかかわらず、上昇している。

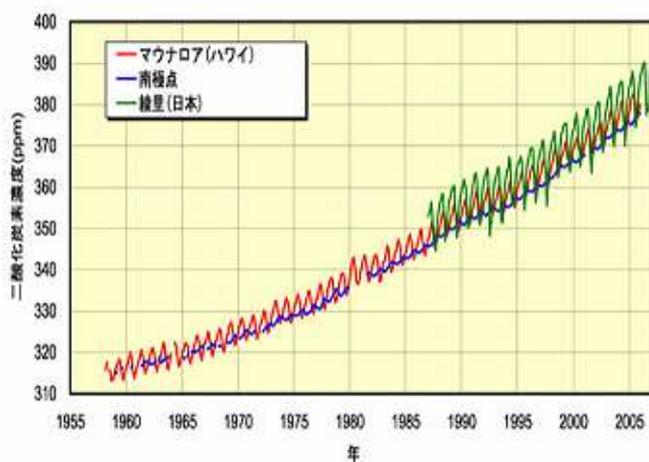
日本中で増加傾向にあり、特に九州や山陰で上昇が大きい。

発生源の少ない場所や発生しない時間帯でも増加している

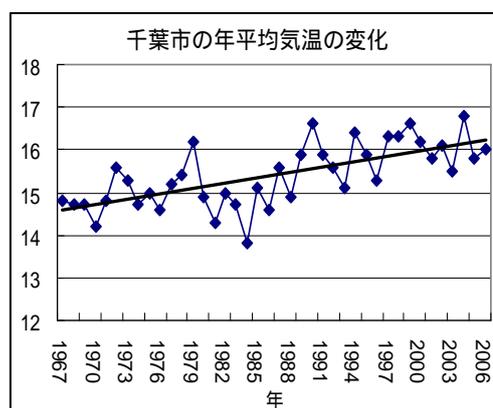
中国からの汚染物質は風向きなどのシュミレーションをすると、日本列島をすっぽり覆う可能性が大きい。

近年の中国大陸の化石燃料の消費量が著しく増加、大気汚染が大問題になっているが、まだ二酸化窒素の規制まではいたっていない。

大気中の二酸化炭素濃度の経年変化 (過去50年)



出典) 気候変動監視レポート2006



Q3 . 今の大気の問題はどんなことだと思いますか

Q4 . 私たちにできることは何でしょう

「身近な空気と地球温暖化」

年 組

氏名 _____

1. 該当するところに を入れてください。

	大変良かった	少し良かった	少しつまらなかった	大変つまらなかった
1. 実験 呼吸量の測定				
2. 実験 二酸化窒素測定				
3. 講義 空気の組成				
4. 講義 大気を汚すもの				
5. 講義 大気の新しい課題				

2. 今日始めて知ったことがありますか。ある方はそれがどんなことか書いてください。

- a. ある b. ない

.....

.....

3. 今日一番良かったことは何ですか。それはどうしてですか。

.....

.....

4. 今日一番つまらなかったことは何ですか。それはどうしてですか。

.....

.....

5. 身の回りで空気の汚れや温暖化を感じるがありますか。あれば、どんなことか書いてください。

.....

.....

6. 環境を良くするためにあなたにできることは何でしょう。

すでにしていることやこれからしたいことを書いてください。

.....

.....

講師のコメント

水の浄化を考える。

講師：

はじめに

私たちが飲んでいる水道水の水源は河川系と地下水系があります。今回の授業では、河川水の汚れの程度を知り、それが水道水になるまでの浄化の仕組みを学びます。

1 . 河川の汚れの観察

試料：印旛沼、利根川、地下水、水道水

- ・家庭排水の材料として、コップ1杯の水に醤油を1滴(=約 0.05ml)たらしたのや、洗濯機の「洗い」の直後の排水を水道水で10~100倍に薄めたものを用意する。

測定：色、においを嗅ぐ、透視度、COD

<資料1> CODについて

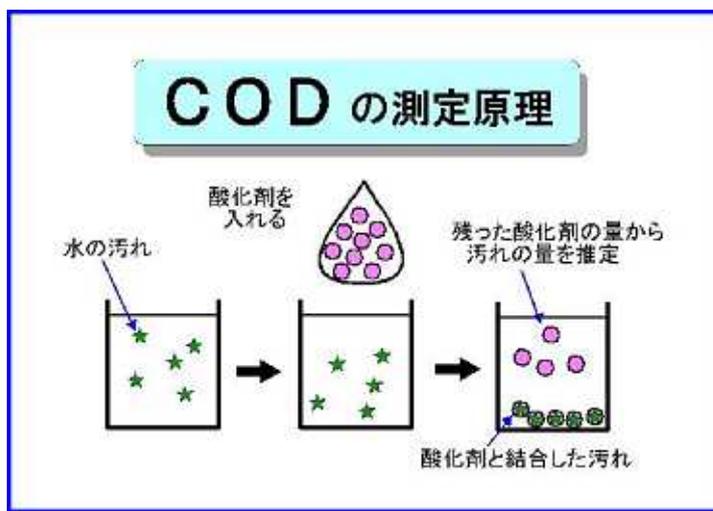
まず、COD とは何なのか、説明します。

COD は Chemical Oxygen Demand の略で、日本語では「化学的酸素要求量」と言います。

COD は簡単に言えば、水の中に含まれている汚れ(おもに有機物の汚れ)の程度を測る目安となる値です。汚れが多い(COD の数値が高い)ほど水中の酸素(溶存酸素と言います)が消費され魚も住めなくなります。

COD の測定法は、JIS で定められた標準測定法に加えて、パックテストによる簡易法のほかに、水道法による過マンガン酸カリウム消費量法(現在は TOC 計)という類似の測定法があります。(単位はいずれも mg/L です。)

COD の測定原理は図のように、水の中に強力な酸化剤を入れると、水中の有機物などの汚れに結合して酸素を与えます。汚れが多いほど、酸化剤が使われて減ります。そこで、残った酸化剤の量をはかれば、どのくらい酸化剤が汚れにくっついたのか、わかります。この汚れによって使われた酸素の量が COD なのです。



いま、湖や沼の汚れ.....特に COD の増える汚れの原因の半分以上は、家庭排水だと言われています。食べ物は有機物で、醤油だけでもかなり COD が増えることがわかりますが、油脂類は醤油よりも少ない量で醤油よりも COD を上昇させます。洗剤も有機物で、しかも、油脂類を多く含みます。洗剤や食事のあとの油汚れなどは COD を上昇させる大きな原因になっています。(水道水に COD 基準はない。)

環境庁が「好ましい」とする COD の水質基準は 3mg/L ですが、現在、この基準をクリアしている湖沼は全測定箇所の 4 割程度です。

COD は、水の汚れ(有機物等)を大まかに知るためのものですから酸化剤の反応しない無機物や、少量でも人間に有害な毒物などは調べることはできません。酸化されない汚れ.....硝酸態窒素や、一部のリン酸化合物などは、COD で測ることはできません。窒素やリンは、「富栄養化」の原因物質です。こうしたものは、別の測定方法を使って、さらに調べる必要があります。

[出典] 自然大好き! <http://www.asahi-net.or.jp/~EP3N-KIZM/asobo/cod.htm>

COD、硝酸態窒素、リン等については、パックテスト等を使った簡便的に測定する方法があります。

ここでは、COD のパックテストについて紹介します。

パックテストの測り方



1. チューブ先端のラインを引き抜きます。
2. 中の空気を追い出します。
3. 穴を検水の中に入れ、半分くらい水を吸い込みます。
4. 数回振り混ぜ、指定時間後に図のように標準色の上にて比色します。

[出典] 化学研究所 <http://kyoritsu-lab.co.jp/pack/index.html>

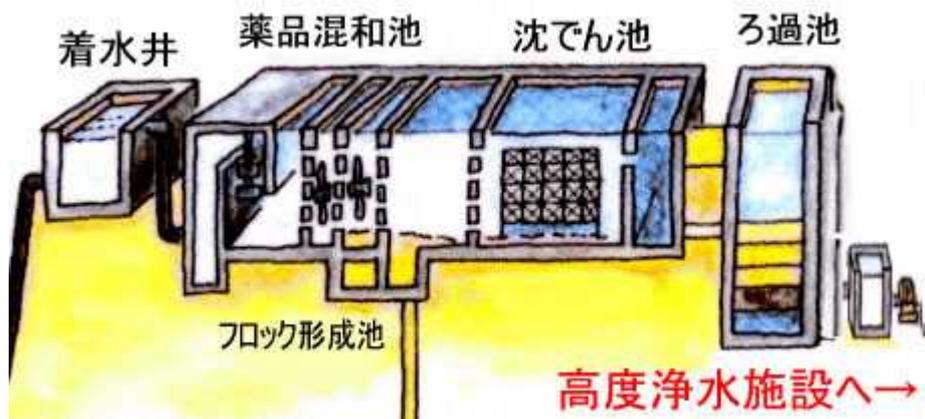
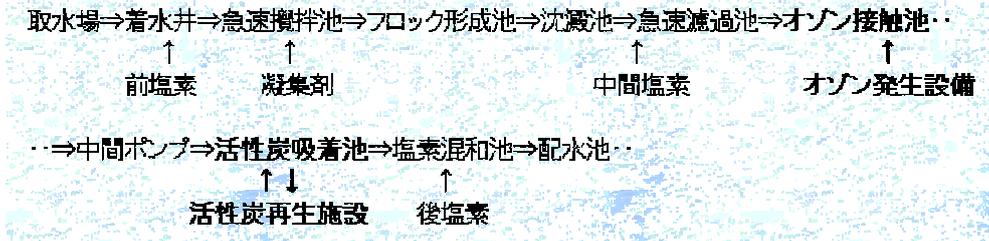
パックテストの反応原理・呈色の変化

パックテスト COD は常温アルカリ性過マンガン酸カリウム比色法を用いており「赤紫色 紫色 緑色 黄色」に変化します。これは、被酸化性(酸化され易い)物質を酸化する際に、過マンガン酸イオン(赤紫色)がマンガン酸イオン(緑色)になり、さらにマンガン酸イオン(緑色)が二酸化マンガ(褐色)へ還元(酸素を取る)されるためです。

2. 浄水場の水浄化の仕組み

<資料2> 柏井浄水場の例

水源は利根川・印旛沼



印旛沼の取水口から取り入れられた水は、着水井でゴミや大きな砂粒などを洗めてから、ポンプで柏井浄水場に送られます。

薬品混和池

薬品混和池では、PAC(バック...ポリ塩化アルミニウム)という凝集剤を用いて、水に含まれているにごりを固まりやすくします。

フロック形成池

次に、フロック形成池では、水をゆっくりかくはんし、水の中の汚れの固まりをどんどん大きくします。(フロック：水の中の細かい固形分が小さな泡などによって集められふわふわした軽い集合体となって浮き上がってきたもの)

沈でん池

沈でん池では、フロック形成池でできた固まりを沈めます。
ジグザグに傾いた傾斜板によって、汚れを早く沈めることができます。
沈んだ泥は排水処理施設に運ばれて処理されます。

ろ過池

ろ過池では、沈でん処理が終わった水を砂や砂利(じゃり)の層を通してろ過し、小さな不純物を取り除いてきれいにします。そして、更に安全で良質な水にするため、高度浄水施設に水を送り出します。
このあと 高度浄水施設では、最先端の技術による水処理を行ないます。

高度浄水施設

美味しい良質の水道水を供給するため等で、公共用水域の水質が保全されるのは勿論です。しかし、実際には、湖沼やダム、河川など水道水源の富栄養化に起因する水道水の異臭味被害、また、有機塩素化合物による地下水の汚染、トリハロメタン前駆物質(THMFP)と塩素の反応による有害なトリハロメタン(THM)の発生など多くの問題が発生しています。

これらの問題に対応するために浄水場には高度処理施設としてオゾンや活性炭処理があります。

オゾンは、原則として活性炭と組み合わせて用いられます。THMFPを活性炭に吸着されやすいTHMに分解するなど、オゾンは難分解性有機物の生物分解性を高めますが、臭気物質(ジオスミンや2-MIB[2-メチルイソボルネオール])などの臭気物質の分解脱臭、有機物が腐敗して出来るフミン質による着色水の脱色などにも非常に効果的で、殺菌作用も強力です。これらの作用は、オゾンの強い酸化作用によるものです。

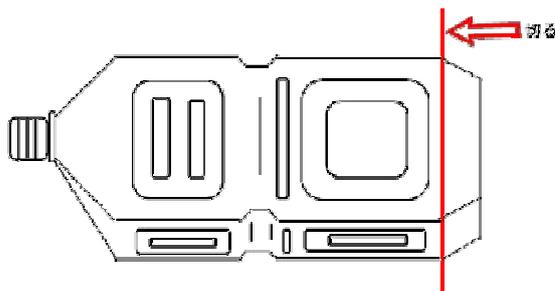
活性炭はその吸着作用による臭気物質の除去、塩素などのハロゲン物質を含む全有機ハロゲン化合物や揮発性有機炭素化合物などの除去、農薬などの微量有害物質の除去に効果があります。活性炭はその細孔構造により比表面積が非常に大きく、微生物の繁殖に適しています。塩素処理されない水が通過すると活性炭層には微生物が繁殖します。この繁殖した微生物により活性炭層は生物処理の効果も持つようになります。このような効果を持った活性炭を生物活性炭と称し、これによる処理を生物活性炭処理と言います。活性炭処理が塩素処理の前段にある場合や、オゾン-活性炭処理の前段に塩素処理がない場合などは、水処理装置の活性炭層は生物活性炭として使われます。

[出典] 水の科学エッセイ <http://www005.upp.so-net.ne.jp/wanatra/index.htm>

3. 水質浄化試験

ペットボトル製浄水器の製作

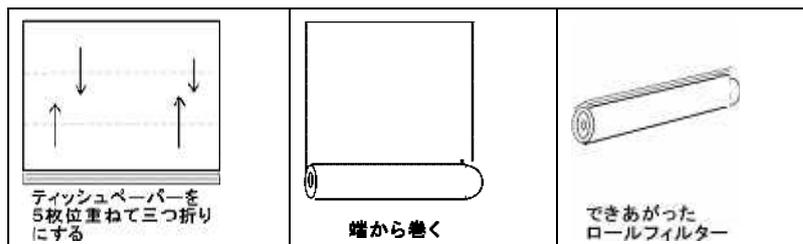
材 料：ペットボトル、針金
濾過材：砂利、粒状活性炭



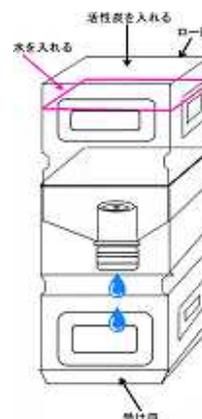
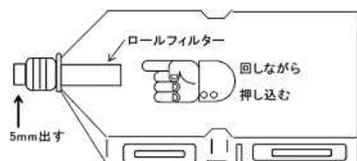
濾過材受け：ティッシュペーパーを5～6枚(2枚重ねのもの)重ねて次図のように三つ折りにする。

(ペットボトルの口径や紙質によって重ねる枚数は異なる)

次に、ロール状に巻き、ワインのコルク栓のようにする。



ペットボトルの内側に手を入れ、ロールフィルターを回しながら口に押し込む。先端を5mm程度口から突き出す。



上部に2か所針金を通す穴をあけ、針金を通し、吊るす。

濾過実験

試料：前出の試料

ろ過する水を静かにロートの上部まで注ぎ入れる。

ろ過の速さは、ポタポタと落ちる程度で、1時間に1リットル位の速さが良い。

(ろ過の速さと水質は、ティッシュペーパーを重ねる枚数によって調節することができる)

濾過後の水質観察・測定

[出典] 彩の国くらしプラザ <https://www.kurashi.pref.saitama.lg.jp/test/manual01.html>

<資料3：活性炭とは>

活性炭とは、石炭や、ヤシ殻などの炭素物質を原料として高温でガスや薬品と反応させて作られる微細孔(直径10~200)(注:10 = 1nm)を持つ炭素(図1)です。

この微細孔は、炭素内部に網目状に構成されており、その微細孔の壁が大きい表面積(1グラム当たり500~2500平方メートル)となり、その表面に種々の物質を吸着します(図2)。

活性炭の吸着力は有機物の種類によって異なり、溶解性有機物質、COD、色度、界面活性剤、臭気成分などを除去する高度処理に用いられます。



図1

図2

[出典] U(株)ホームページ <http://www.uranokk.com/ac/index.htm>

レポートおよび感想

「水の浄化を考える。」

____年 ____組

氏名 _____

(1) 河川の汚れの原因は何ですか。

(2) COD測定の原因は理解できましたか。

(3) 浄水場の水浄化の仕組みは理解できましたか。

(4) 活性炭の吸着力は理解できましたか。

(5) 印旛沼の水質はワースト1です。印旛沼の水質を改善する方法を自由に述べて下さい。

講師コメント

「校庭から学ぶ生物多様性」

講師：

1. はじめに

皆さんの学校の庭には、たくさんの樹木のほかに、少なくとも100種類以上の植物が茂っていることでしょう。そして花壇にも、様々な花が植栽され、あるときは季節を代表する野菜も植えられているかもしれません。そしてそこには、それらの植物に応じた虫や鳥たちが棲みついたり、飛来しているに違いありません。それらの植物や虫や鳥たちは、それぞれに優雅な関係をもち、そして時には熾烈な生存競争も展開しているのです。

私たち人間の生活は、そうした生き物たちがいることにより、彼等からの「自然の恵み」をいただいで成り立っています。その「自然の恵み」をたくさんいただくためには、当然たくさんの生物が、それも多種多様にいることが必要条件となります。つまり「生物多様性」があるということなのです。

「生物多様性」については、またあとで取り上げましょう。

2. ネイチャーゲームとは

ネイチャーゲームは、1979年に米国のナチュラリスト、ジョセフ・コーネル氏により発表された自然体験プログラムです。いろいろなゲームを通して、自然の不思議や仕組みを学び、自然と自分が一体であることに気づくことを目的としています。

自然に関する特別な知識がなくても、豊かな自然の持つさまざまな表情を楽しめるのが、ネイチャーゲームです。現在では、地球温暖化防止学習プログラムなど130種類以上のプログラムがあり、四季折々に子どもと大人と一緒に自然とふれあうことができます。

ネイチャーゲームは、学校生活の場だけではなく、家族や友人同士、または不特定に集まった人たちのアイスブレイク（氷がとけるように、心通わせ、一体感を生む状態）のための有効な活動にもなります。

【ネイチャーゲームの効果】

- ・自然や環境への理解が深まります。
- ・様々な感覚による自然体験が得られます。
- ・自然の美しさや面白さを発見できます。
- ・他者への思いやりや生命を大切に作る心が育ちます。
- ・感受性が高まります。

【ネイチャーゲーム 3つのキーワード】

(1) 自然への気づき

ネイチャーゲームの目的は「自然への気づき」です。「自然への気づき」とは、五感で自然を感じ、心と体で直接自然を体験することによって、自然と自分が一体であることに気づくことです。

(2) わかちあい

ネイチャーゲームでは、おとなが子どもに一方的に知識を教えるよりも、大人と子どもがともに自然を感じ、自然から得た体験や感動をわかちあおうという姿勢を大切にしています。わかちあうことによって、お互いの自然体験が、相乗的な教育効果を生み出します。

(3) フローラーニング(学習の流れ)

参加者の心理状態や学習テーマに合わせて、個々のゲームを合わせる手法をフローラーニングといいます。フローラーニングには、カワウソ・カラス・クマ・イルカと呼ばれる4つの段階があります。指導者は、この各段階を組み合わせ、効果的な学習の流れをつくることができます。

第一段階「カワウソ」(熱意を呼び起こす活動)

ゲーム的要素を持ったエネルギーあふれるアクティビティ(活動)で、参加者の意欲をかきたてるものです。

アクティビティの名前：大きな葉っぱ、コウモリとガ、木の葉のカルタとり、食物連鎖、ハピタット など

第二段階「カラス」(感覚を集中させる活動)

通常の状態では、人々はその自然に気づかないことが多いが、視覚や聴覚や嗅覚などの感覚に集中すると、今まで見えていなかったものが見え、聞こえていなかったものが聞こえ、匂っていなかったものを感じることができます。

アクティビティの名前：カモフラージュ、フィールドビンゴ、森の色あわせ など

第三段階「クマ」(自然を直接体験する活動)

十分に感覚が開かれた人々に対して、自然を直接体験するようなアクティビティを用意すると、人々はそれぞれに自然への気づき(自然と一体であることに気づく)を持つことができます。

アクティビティの名前：わたしの木、木の鼓動、季節からの招待状 など

第四段階「イルカ」(理想と感動をわかちあう)

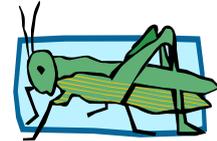
自然を直接体験した感動を持つ人々が、共にその理想や感動を分かちあうことで、その体験はより一層深まります。

アクティビティの名前：木のモノログ、サイレントウォーク、森の設計図、明日への手紙 など

今回、この講座でみなさんに体験していただくアクティビティは、以下のページにマニュアルとして掲載します。

ネイチャーゲーム カモフラージュ マニュアル

1. ねらい 生き物たちは自然とうまく同化することを、身を守ったり獲物を襲うための手段としています。その智慧とワザを学びましょう。
2. 対象と人数 4歳以上 1グループ12名まで
3. 活動の形式 個人 一列に並ぶ
4. 必要用具 ロープ(10メートル×2本) 人工物(10~20個)
5. 活動場所 公園のヘリとか林の小道など
6. 活動時間 20~40分
7. 季節と時間帯 日中ならいつでも可
8. 開始時の隊形 半円 一列



9. 進め方

- ・事前にカモフラージュのコースを決め、ゴミを取り除き人工物をセットしておく。
- ・参加者達をコースの手前に集め、ゲームのルールを説明する。
- ・この先のロープの向こう側に、自然のものではない人間が作り出したものがいくつか置いてある。それがいくつあるか黙って数える。
- ・指を差したり、声に出したり、ロープを越えて覗き込んだりしない。
- ・置いてある範囲は、奥行き1メートル、高さ1.7メートルくらい。
- ・隠したりしはしていない。必ず見えるようにしてある。
- ・ひとりずつ、ロープに添ってゆっくり進む。
- ・前の人を追い越してもいいが、後戻りは出来ない。
- ・ゴールのところに私がいるので、そっとその数を教えてください。
ゲームが始まったら、ゴールのところで参加者の回答を聞く。
もし、回答が正解より少なかったら、大体の目安を教え、もう一度チャレンジしてもらおう。
全員が2回ずつ探し終わったら、答えあわせをする。
終わってから、自然界でのカモフラージュの役割などについて話し合う。



10. 強調したい点 カモフラージュの意義

11. 指導上の工夫・留意点

事前にごみを拾っておく。

自分が置いてないものを数え上げてしまったときは、それも正解とする。

道幅の狭いところは避けて、背後にゆとりのある場所にコースを設定する。

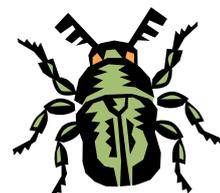
範囲の高さは、対象者により変化させる。

答え合わせのとき、全員が確認できてから、その人工物を回収する。差し棒などを用意するとわかりやすい。

汚れたものなど不快感を与えるようなものや、細かすぎるようなものはセットしない。見つけて楽しめるようなものが好ましい。

道路標識とか管理上取り付けられている標識などは、カウントしないなど、事前の約束をしっかりと確認しておく。

(JNGA 引用承認番号 000042)



ネイチャーゲーム 大きな葉っぱ マニュアル

1. ねらい 葉にはさまざまな形や手触りや香り、そして工夫がなされています。その葉を、トランプゲームのような楽しさのなかに、その特徴や更なる分類など、詳しい分野にまで興味を促します。
2. 対象と人数 4歳以上 何人でも
3. 活動の形式 5～10人以内のグループがいくつか
4. 必要用具 バンダナ（各班ごとに1枚）
5. 活動場所 どこでも（室内でも可）
6. 活動時間 30～40分
7. 季節と時間帯 いつでも可
8. 開始時の隊形 円形または対面式
9. 進め方
それぞれに自分の好きな葉を、5枚集めて来る
グループ毎に円座に座り、中央にバンダナを置く
リーダーの言う「ある条件」にあった葉を1枚ずつ出すことを伝える
出していく順番を決めて出していき、出せなかった人が全部もらう。
手持ちの葉がなくなったところでゲーム終了。
手もちの葉を数えて、少ないひとが勝ち
10. 強調したい点
葉は、生き延びるために、さまざまな工夫をしている
葉は、自然界に大きな役割を果たしている
11. キーワード
植物の知恵と工夫
12. 指導上の工夫・留意点
集めて来る葉は、原則として落ち葉を対象とする
学年や季節などによって数を調整してもよい
「ある条件」とは、リーダーが2～3回試みてから参加者の提案をうけるのもよい
集めるときに、ウルシやイラガなど、危険な動植物に注意する
迷子にならないように、さがす時間と範囲を明確に伝える

（JNGA 引用承認番号 000043）



オリジナルゲーム 木のモノローグ マニュアル

1. ねらい 森や林や公園の隅に、そして私たちの生活の身近にもそっとたたずむ木々たち。物言わぬ彼等ですが、黙っていつも私たち人間の生活ぶりを見続けています。すなわち、彼らは歴史の証人なのです。その彼等のつぶやきに、そっと耳を傾けてみましょう。
2. 対象と人数 5歳以上何人でも可
3. 活動の形式 単独、多いときはグループで
4. 必要用具 油性ペン、楕円型シール
5. 活動場所 木が複数ある所ならどこでも可
6. 活動時間 人数により随意
7. 季節と時間帯 昼間ならいつでも
8. 開始時の隊形 半円形
9. 進め方



あらかじめ下見して決めておいた木の元へ、全員の見える形で集合（決める条件は、枝の切り痕とか凹みなど表情があるとよい）

木は歴史の証人であることを話し、『え？何かお話しがあるんですか？』と、木に寄り、話を聞くしぐさをする。（参加者により、適宜に）

「この木は、今こんなお話を皆さんにしたいそうです。それを皆さんにお伝えしましょう」と言い、楕円シールにその木の表情の眼を書き込み、それを貼りつけてからメッセージを伝える。

「皆さんもこれからインタープリターとなって木のメッセージを聞いてみましょう」と楕円シールとペンを配り、時間と範囲を伝え、作業後集合するように伝える。

集合した参加者の指示する方向へ全員で移動し、それぞれのメッセージを聞く。

全員のメッセージを聞いたあと、「いつでもどこでも、木々のメッセージに耳を傾け、共生の社会をつくるようにしたいですね」と締めくくる。

10. 強調したい点 木は歴史の証人である。
木の成長を見守りたい。

11. 指導上の工夫・留意点

楕円シールを使った後は、台紙に張って返してもらう。（ゴミを出さないための配慮）

水性ペンを使うと天候や自然条件により滲むことがあるので、油性がよい。

指導者がデモを行なうとき、なるべく環境に配慮した言葉を投げかけたい。

参加者の数が多いときには、グループ行動とし、ショートストーリーを作ってもらって発表しても良い。

発表をしてもらうときに、「発表漏れ」の無いように気をつける。



3．生物多様性とは

いま、環境問題のキーワードとなっている「生物多様性」は、その根源が「生物多様性条約」から発したものであり、その条文を説明すると以下ようになります。

生物多様性とは、人類の生存を支え、人類に様々な恵みをもたらすものであるということ。そして、生物に国境はないことから、一国だけで生物の多様性と保存を意識しても効果は期待できず、世界全体でこの問題に取り組まなければならない。

そのために、1992年5月に「生物多様性条約」を制定。2002年8月までに日本を含む184カ国がこの条約に加入し、全世界の生物を保存するための具体的な検討がなされている。

この条約制定のために、グローブ（地球環境・国際議員連盟）の一員として、深く関わった堂本暁子現千葉県知事が、その体験をもとにして執筆したのが『生物多様性～生命の豊かさを育むもの～』（岩波書店）です。この本は、『不思議な国のアリス』を導入部分に、柔らかな切り口で環境問題への誘いをしています。あの『不都合な真実』のアル・ゴア アメリカ元副大統領との出逢いや、レイチェル・カーソンの『沈黙の春』との因果関係も書かれている興味深い本です。

ゴア氏が『沈黙の春』によって将来が開かれたというなら、高校生諸君もこの『生物多様性～生命の豊かさを育むもの～』を読むことにより、多くの影響を受けることでしょう。

4．環境保全と高校生

地球環境問題として、自然環境破壊や地球温暖化などが大きな課題になっています。将来的には食糧確保やエネルギー資源確保が大きな問題になる恐れがあります。日本としての農林水産業の在り方や資源の海外依存など、問題は山積みです。そうした大海へ船出してしまった「日本丸」これからその「日本丸」の舵取りをするのは、あなた方高校生です。

あなた方が描く近い将来の日本はどのような国なのでしょうか。その国の中で、あなた方はどのような生活をして行くのでしょうか。

まずは、温かい家庭？ ネットワークのとれた地域社会？ 安心して暮らせる町？ 製品も食物も自給率を高めること？ 緑豊かな国にすること？ それらのどれもが、大切です。そして、将来どんな分野に進むかを決めるのは高校生時代です。

高校生時代の最重要課題は、将来の夢を見つけ、まずは一歩を進めるための足がかりを作る準備をすることではないでしょうか！

参考・引用文献

- 1．日本ネイチャーゲーム協会 指導員ハンドブック及びホームページなど
- 2．堂本暁子著『生物多様性～生命のゆたかさを育むもの～』岩波書店
- 3．千葉県庁ホームページなど

レポートおよび感想

「校庭から学ぶ生物多様性」

_____年 組

氏名 _____

(1) 今日、あなたが気づいたこと(学んだこと・はじめて知ったこと)は、何ですか？

(2) 今日、あなたが感動したこと(びっくりしたこと)は、何ですか？

(3) 今日、あなたが残念だと思ったこと(イヤだなと思ったこと)は、何ですか？

(4) 今日の活動を体験して、あなたは環境保全のために、どんなことが必要だと思いましたが？ どんなことをしてみたいと考えますか？

講師コメント

「フードマイレージと地産地消」

講師：

日本には四季があり、私たち日本人は南北に長い地形を利用して、豊かな食文化を育み、食生活を楽しんできました。しかし現代では溢れるほどの食材や食品に囲まれていながら、食卓に並ぶ食べ物から国産品が姿を消しつつあり、様々な加工が施された食品が並ぶようになって食品本来の味も失われつつあります。

千葉県は三方を海に囲まれ温暖な気候と豊かな大地に恵まれた「食」の宝庫です。大消費地である首都圏に近い立地条件に支えられ、全国有数の野菜の生産県でもあります。

地産地消を実践することで千葉の豊かな恵みが実感できます。また、新鮮な食材を自ら調理することが地産地消や温暖化の防止につながることを一緒に学びましょう。

1. 県内で生産される野菜

・昨日の夕食と今日の朝食のメニューと材料を書きましょう

1. その中に千葉県産の素材はありましたか。
2. どれが千葉県産なのかわかりますか。

食材も食品も日本国内のみならず、世界中を移動しつつ食卓までやってきます。

・一年中手に入る野菜。旬っていつだろう？

露地で育った野菜の収穫期が「野菜」の食べ時、”旬“です。キュウリは暑い時体を冷まし、カボチャやイモ類は寒い時体を暖める手助けをしてくれます。

今が旬の野菜を調べてみましょう。

2. 露地栽培とハウス栽培

・ハウス栽培のメリットとデメリット

メリット・・・通年栽培、品質管理がし易い、天候に左右されない

デメリット・・・エネルギー消費、低栄養価、値段が高い、季節感の喪失

・ハウス栽培のエネルギー消費と二酸化炭素の排出

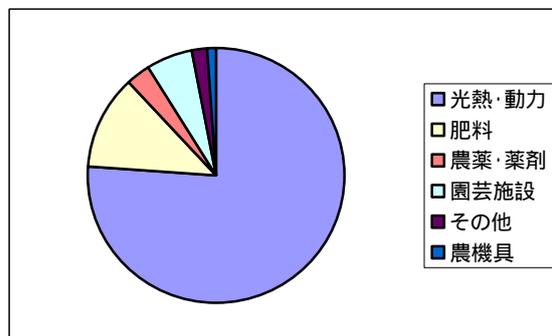
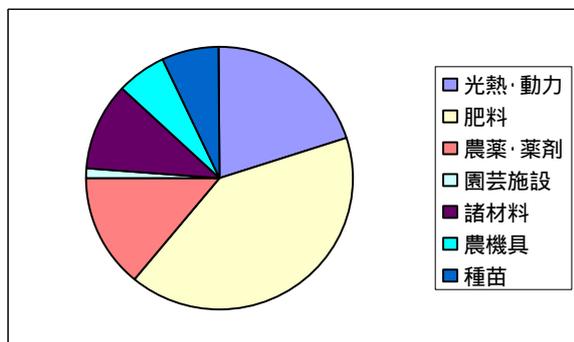
ハウス栽培におけるエネルギー消費は単にハウスの中の温度を一定に保つ時だけではありません。ハウス建設の材料、野菜を栽培する時に使用される化学肥料や農薬等の生産時や運搬時にもエネルギーは消費されます。

・露地栽培のメリットとデメリットも考えてみよう。

<キュウリ、トマト 1kg を生産するのに必要なエネルギーと排出される二酸化炭素>

(重油換算・10,500kcal/kg)

	キュウリ1kgあたりのCO2排出量		トマト1kgあたりのCO2排出量	
夏	996kcal	95g	819kcal	78g
冬	5,054kcal	481g	8,285kcal	789g



露地・夏秋どりキュウリ 996kcal

ハウス加温・冬春どりキュウリ 5,054kcal

・二酸化炭素 1kg は東京都のごみ袋(大)13 個分に相当します。

3. フードマイレージと地産地消

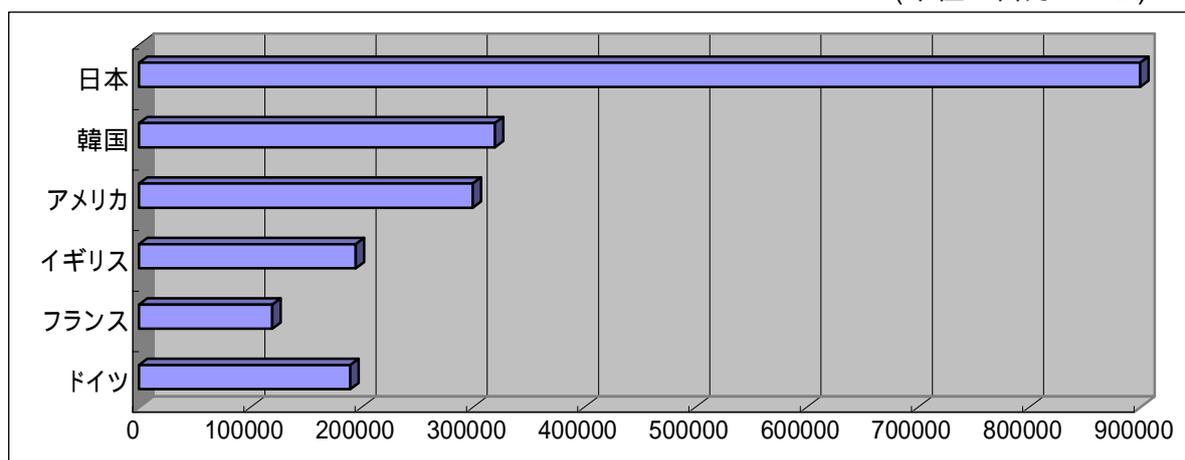
フードマイレージとは、1994年に英国の消費者運動家ティム・ラング氏が提唱した Food Miles という考え方によるものです。輸入食糧の総重量と輸送距離をかけあわせた数値で、トン・キロメートルという単位で表します。食糧の生産地から食卓までの距離が長いほど輸送にかかるエネルギーの消費が多くなり、その結果排出される二酸化炭素の量も増えます。つまり、フードマイレージの値が大きい国ほど、「食糧の消費が環境に対して大きな負荷を与えている」こととなります。

フードマイレージの値は2000年度には5,000億トン・キロメートルでしたが、近年は9,000億トン・キロメートルに増加し、2位韓国の3倍にもなっています。

昭和40年(1965年)に70%あった食料自給率は現在約40%にまで落ち込みました。

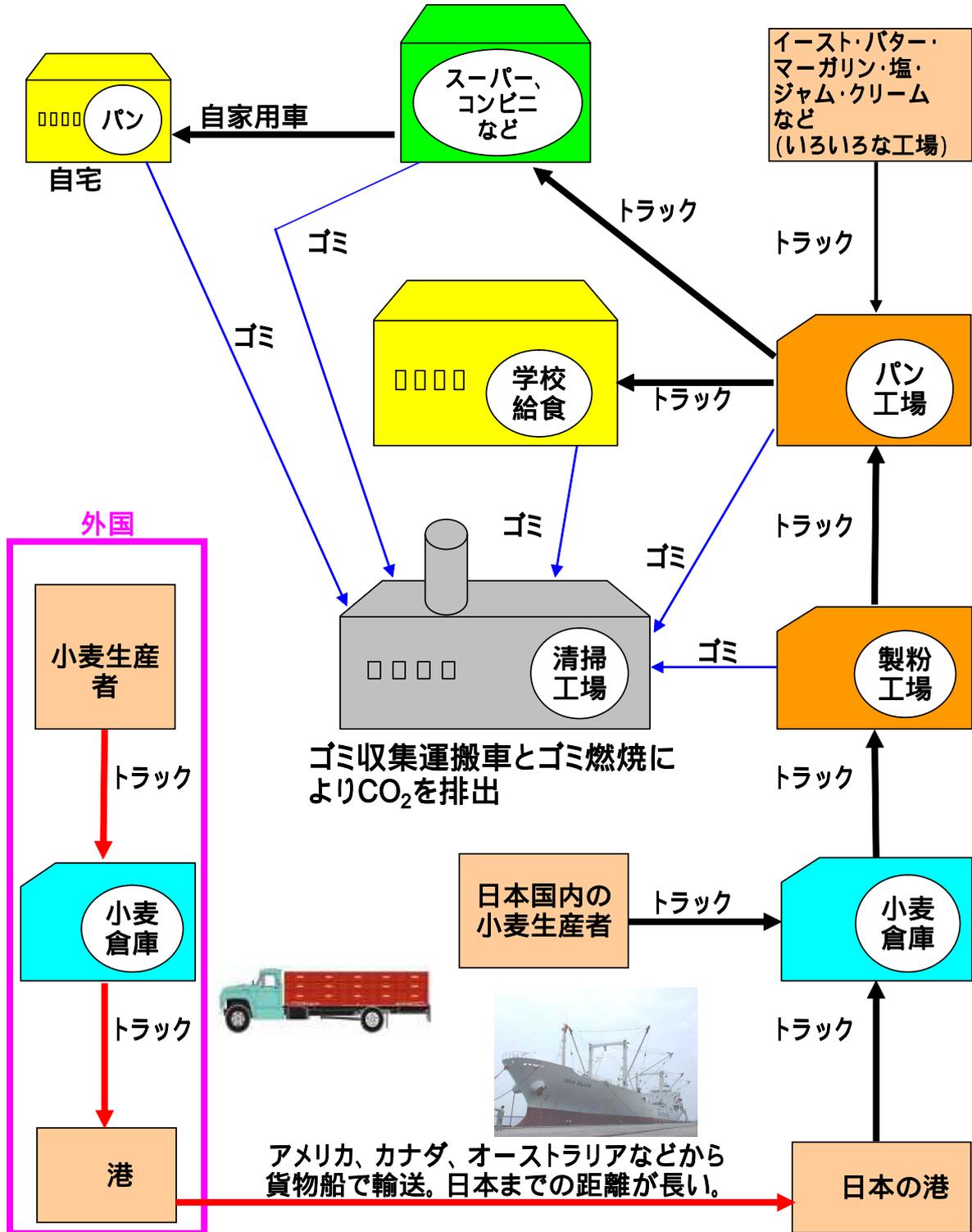
各国のフードマイレージの比較

(単位 百万 t・km)



～パンが食卓にやってくるまで～

移動(運搬)のためのエネルギー消費とCO₂排出(フードマイレージ)



までの距離が長いと「フードマイレージ」の値が大きくなり、CO₂排出量が多くなる 「地産地消」が地球温暖化防止に有効

国産品と輸入品の二酸化炭素排出量の比較(各生産地から東京まで)

品目	産地	距離 Km	CO2排出量 g
小麦 100g	米・モンタナ州	10362	59
	北海道	837	14
大豆 1カップ 130g	米・ノースダコタ州	10906	89
	北海道	837	18
とうもろこし 1本 400g	米・ワシントン州	10325	235
	北海道	930	62
かぼちゃ 1個 1000g	ニュージーランド	11770	1565
	北海道	965	161
ブロッコリー 1個 230g	米・カリフォルニア州	9096	95
	愛知県	259	11
オレンジ 1個 300g	米・カリフォルニア州	9096	114
	熊本県	933	47
さくらんぼ 10個 100g	米・カリフォルニア州	9096	1337
	山形県	313	5
牛肉 100g	オーストラリア	8701	40
	鹿児島県	960	16
豚肉 100g	米・ノースカロライナ州	12452	940
	鹿児島県	960	16
鶏肉 100g	タイ・バンコク	4650	18
	鹿児島県	960	16
まぐろ 1サク 200g	台湾・高雄	2640	48
	宮城県	306	10
鮭 1切れ 70g	チリ	17202	46
	北海道	1037	12
エビ 5尾 100g	ベトナム	4394	26
	北海道	837	14

・食糧自給率が低い理由は何か考えてみよう

- 1．耕地が集約できない・・・大量生産できない
- 2．農業の工業化・・・自然の産物といえど規格化されている
- 3．流通の問題
- 4．就労者の高齢化
- 5．安い輸入品の増加

4.100 から 99 へ

私たちは、暑いときは涼しく、寒いときは暖かく過ごせる手段を手にいれました。24時間開いている店舗もあり、買い物にもそのための交通手段にも不自由せずにするようになりました。野菜も季節を問わず一年中手に入り、世界各国の高級食材も空輸されてきます。

しかし、こうした快適な暮らしと引き替えに温室効果ガスを排出し、結果地球温暖化に拍車をかけることになっています。一度快適な暮らしを手にとると、手放すには勇気と忍耐が必要になります。ですが現状のままの暮らしを続けてゆくことは将来に大きな禍根を残すことは必至です。今の暮らしの快適さ全てを見直すのではなく、時には地球に優しい暮らし方を選択してみることも大事です。

「100 から 99 へ」、1人が何か1つを減らせば100人で100になります。フードマイレージの考え方は、省エネルギーに匹敵する二酸化炭素削減効果があると言われています。

日本では耕作放棄された田畑が増えています。担い手の高齢化や、安い輸入品に押され労働に見合う収入が得られないなど、農業を取り巻く環境には大変厳しいものがあります。しかしインド・中国の経済的な台頭による食生活の変化や、地球温暖化進展の結果、世界の食糧事情に大きな変化が起こったとき、果たして現状のように食糧の輸入は確保出来るでしょうか。

耕作放棄された田畑に手を入れ、作物が再び生産出来るようになるには数年を要します。地産地消の取り組みは温暖化防止のみならず、食糧の自給率を上げる為の有効な手段となるのです。

あなたが出来ることは何ですか。

[参考資料]

EIC(国立環境研究所・環境情報案内) 環境用語
ストップおんだん館

温暖化防止のための環境学習プログラム 「食」
大地を守る会ホームページ

<http://www.food-mileage.com/>

[フードマイレージと地産地消]

_____年 _____組

氏名 _____

1 . 食生活と温暖化の関係を知っていましたか。

- a . 知っていた b . 知らなかった

2 . 今日始めて知ったことがありますか。 ある方はそれがどんなことか書いて下さい。

- a . ある b . ない

.....

.....

.....

.....

3 . 今日の講義の内容を家族と話し合ってみたいと思いますか。 その理由も書いて下さい。

- a . 思う b . 思わない

.....

.....

.....

.....

4 . 今日の講義についての感想を書いて下さい。 質問があれば書いて下さい。

.....

.....

.....

.....

.....

講師コメント

.....

.....

.....

.....

高等学校における総合学習（環境学習）
テ キ ス ト

平成 2 0 年 2 月

NPO 法人 環境カウンセラー千葉県協議会

〒262-0019 千葉市花見川区朝日ヶ丘 5-24-7

Tel & Fax : 043-276-7300

E-mail : ec_chiba_exec@yahoo.co.jp

URL : <http://www005.upp.so-net.ne.jp/ec-chiba/index.htm>

本テキストは、高等学校における総合学習（環境学習）のテキストとして、千葉県NPOパワーアップ補助金の交付を受けて、NPO 法人環境カウンセラー千葉県協議会が企画・編集したものです。

本テキストに関する照会は、上記当協議会へお寄せ願います。