

# 修士論文

## 新規材料によるバイオエタノール合成 および教材化への応用

平成 23 年 3 月

岩手大学大学院教育学研究科教科教育専攻理科教育専修  
理科教育学研究室

澤内大樹

指導教官 八木一正

## 目次

第一章 序論	1
第二章 地球温暖化とバイオエタノール	3
2-1 地球温暖化とは	
2-2 バイオエタノールとは何か	
2-3 バイオエタノールの合成法	
2-4 バイオエタノールの問題点	
第三章 バイオエタノール合成	18
3-1 材料の選定	
3-2 実験手順	
3-3 結果と考察	
第四章 教材化への応用	23
4-1 教育からの要請	
4-2 バイオエタノールの教材化での期待される教育効果	
第五章 授業実践	29
5-1 実践授業の概要	
5-2 実践	
5-3 アンケート結果	
5-4 考察	
第六章 結論	77

参考・引用文献	78
学会発表	80
謝辞	81
付録	82

## 要旨

本研究では環境教育の一環としてバイオエタノールに注目し、バイオエタノールが抱える問題点として挙げられる「食糧との競合」をできるだけ回避した新規教材の開発の検討を行った。

第二章では地球温暖化について現状とその課題及びバイオエタノールについて現在の製造法とその問題点について論じた。

第三章では新規の材料として岩手県特産のリンゴ、特に廃棄されるリンゴに着目してバイオエタノールの合成の検討をリンゴの品種及び酵母の種類で行い、サンフジと日本酒酵母7号との組み合わせが有効にバイオエタノールを合成できるという結果になった。

第四章では現在の環境教育の位置づけについて論じ、バイオエタノールの教材化によって期待される教育効果について論じた。

第五章では地球温暖化及びリンゴを材料にしたバイオエタノールの合成について中学校で生徒にリンゴからバイオエタノールを合成し、それを分離する実験を行う実践授業を通して、選択及び記述式のアンケートの結果から本研究で開発した教材は有効であることが示された。

以上、本研究では廃棄されるリンゴを用いたバイオエタノールの合成検討を行い、さらにそれらを用いて授業実践を行い、環境教育の教材として有効な手段であることを示した。

## 第一章 序論

近年、地球温暖化が大きな問題となり、その原因物質である温室効果ガス、特に二酸化炭素の排出量削減は国際的にも急務な課題のひとつとして位置づけられている<sup>1) 2) 3)</sup>。わが国でも二酸化炭素排出削減に期待される、太陽光パネルやハイブリッドカー、電気自動車に代表されるエコカーの開発、省電力家電の推進など、エコ商品への購入による補助金やポイント付与など工業・経済レベルから、環境・エコ意識の市民レベルの啓発としてレジ袋削減などが推進されている。

また、同時に石油の採掘可能年数に限りがあり、二酸化炭素の排出量削減とともに新しいエネルギー、すなわち再生が可能で、かつ、地球温暖化に寄与しないエネルギーの開発に各国では研究が進められている<sup>6)</sup>。

持続可能な社会の構築のため、新エネルギーとして期待されているものは数多くある。膨大なエネルギーを地球に降り注いでいる太陽光、地球内部のマグマの熱を利用した地熱発電、風を利用した風力発電などが挙げられる。その中でも生体の力を利用したバイオマスエネルギーはカーボンニュートラルの観点から非常に期待されている<sup>4) 5)</sup>。

そのバイオマスエネルギーにはバイオマスエタン、廃油から作られるバイオディーゼル燃料 (Bio-Diesel Fuel) などがあるが、ガソリンに添加でき、二酸化炭素排出量削減が期待されるバイオエタノールがもつとも注目されている。

アメリカ、ブラジルを中心にバイオエタノールは実用化されているが、その原料にはトウモロコシやサトウキビを使用しており、食糧との競合による物価高が懸念されている。そのため、食糧と競合しない材料でのバイオエタノールの製造が課題となっている。

一方、学校教育において、中学校では平成24年度、高等学校では平成25年度から施行される学習指導要領理科で、中学校では「環境保全と科学技術の利用」の単元で「自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察し、持続可能な社会をつくることが重要であることを認識すること。」と明記されている。また、高等学校では「科学と人間との関わり」が強調され、より科学と人間さらには自然・環境との関わりが重要になってくる。つまり、環境教育は理科においてさらに重要になってきている<sup>16) 17) 18)</sup>。

これまで、バイオエタノールを用いた実践授業報告はテンサイを用いたものが報告されている。しかし、テンサイはバイオエタノールの原料として現在使われているものであり、新規材料でのバイオエタノール合成を行い、それによる実践授業報告はまだない<sup>19)26)27)28)</sup>。

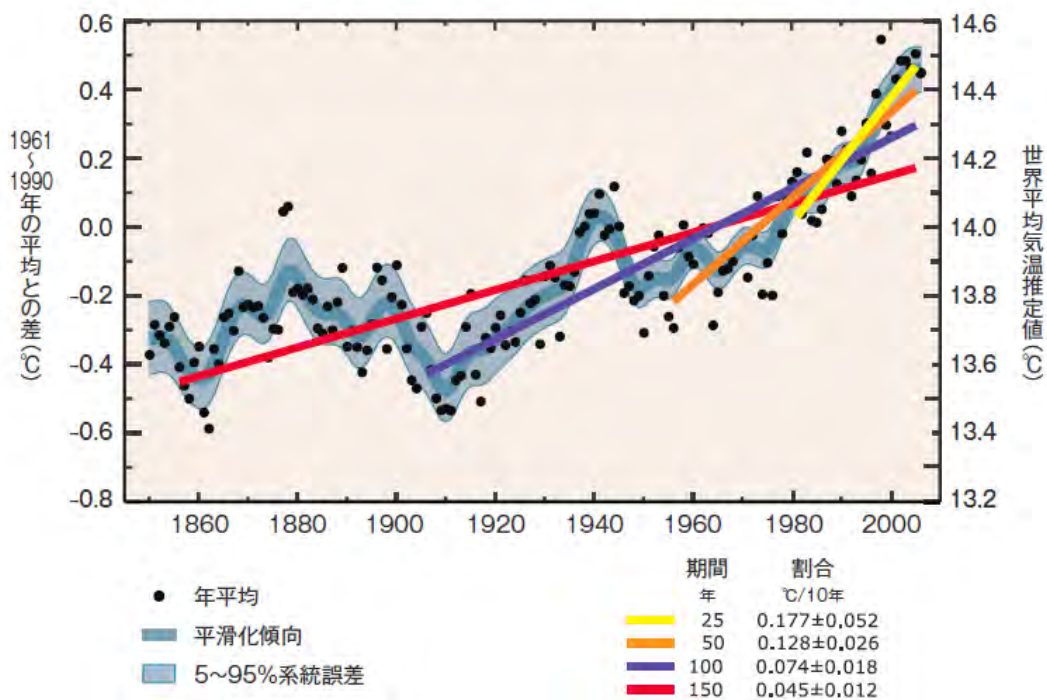
そこで、本研究では新しいエネルギーとして注目されているバイオエタノールについて着目し、バイオエタノールが持つ問題点である、食糧との競争を避けることができる新しい材料を用いての効率的なバイオエタノール合成の検討を行った。さらに、このバイオエタノールの合成を通して、環境・エネルギーについて考える授業を行った。本論文ではこれらについて報告する。

## 第二章 地球温暖化問題とバイオエタノール

## 2-1 地球温暖化とは

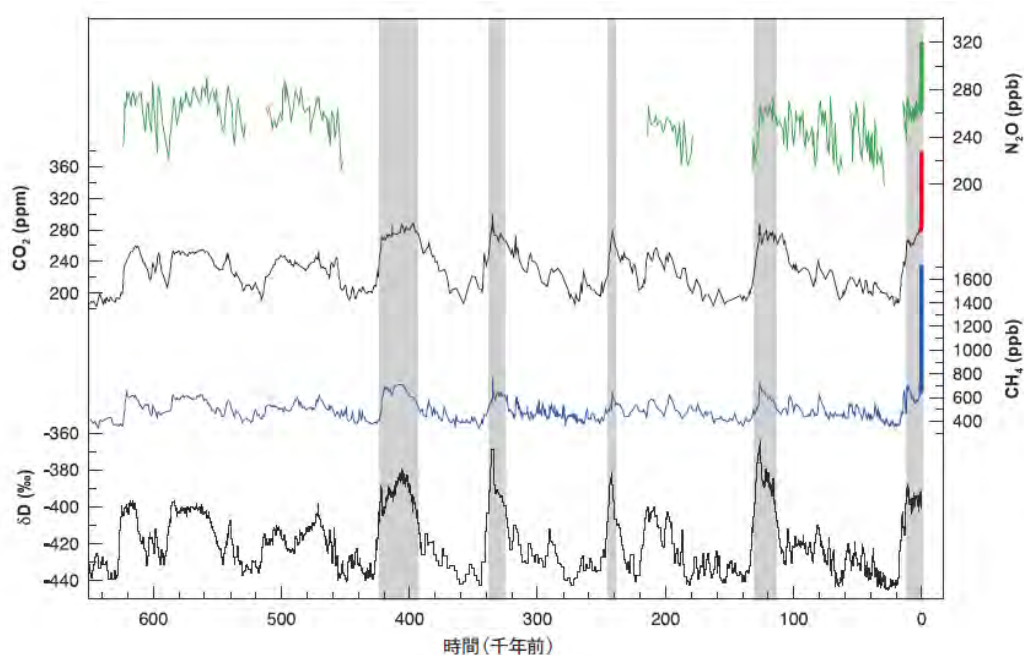
## 2-1-1 地球温暖化の原因

2007年に気象変動に関する政府間パネルが発表した IPCC 第四次評価報告書 (IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007; AR4) によると、過去 100 年間 (1906~2005 年) で、 $0.74 \pm 0.18^\circ\text{C}$  上昇している。その主たる原因として人類の活動によって地球温暖化を進行させていることと、それにより深刻な被害が生じる可能性を指摘している<sup>1)2)</sup>。



**Figure 2-1.** 世界平均気温 (黒点) とデータの単純な近似。左側の軸は 1961 年~1990 年の平均からの偏差を示し、右側の軸は実際の気温の推定値である。線形変化傾向は過去 25 年 (黄色)、50 年 (オレンジ)、100 年 (紫)、150 年 (赤) について示している。

この気温上昇の主たる原因として、人類が活動によって排出する温室効果ガスによるものとしている。**Figure 2-2.**には代表的な温室効果ガスの大気中濃度の推移を示す。



**Figure 2-2.** 南極の氷の中の重水素変動 ( $\delta D$ ) (局地的気温の代替) と、氷床コア内に閉じ込められた空気中および最近の大気測定による温室効果ガス(二酸化炭素( $CO_2$ )、メタン( $CH_4$ )、及び一酸化二窒素 ( $N_2O$ )) の大気中濃度。

産業革命以降二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素いずれも急激な濃度上昇が認められるが、化石燃料の消費に伴う二酸化炭素濃度の増加が地球温暖化に大きく寄与していると指摘している。

### 2-1-2 地球温暖化による影響

地球温暖化による環境、人体、社会生活への影響を **Figure 2-3.**示す。地球温暖化が原因となる氷河・極地の融解、異常気象、砂漠化の進行などが知られている。これらにより生態系、気候の変化のみならず、それらによって漁業や農業などの第一次産業やそれに続く産業への影響、感染症などの流行で人間の社会生活そのものに大きな影響を与えると予想されている<sup>3)</sup>。



水	<p>湿潤熱帯地域と高緯度地域での水利用可能性の増加</p> <p>中緯度地域と半乾燥低緯度地域での水利用可能性の減少及び干ばつの増加</p> <p>数億人が水不足の深刻化に直面する</p>
生態系	<p>最大30%の種で絶滅リスクの増加</p> <p>地球規模での重大な(40%以上の)絶滅</p> <p>サンゴの白化の増加</p> <p>ほとんどのサンゴが白化</p> <p>広範囲に及ぶサンゴの死滅</p> <p>~15%</p> <p>~40%の生態系が影響を受けることで、陸域生物圏の正味炭素放出源化が進行</p> <p>種の分布範囲の変化と森林火災リスクの増加</p> <p>海洋の深層循環が弱まることによる生態系の変化</p>
食糧	<p>小規模農家、自給的農業者・漁業者への複合的で局所的なマイナス影響</p> <p>低緯度地域における穀物生産性の低下</p> <p>中高緯度地域におけるいくつかの穀物生産性の向上</p> <p>低緯度地域における全ての穀物生産性の低下</p> <p>いくつかの地域で穀物生産性の低下</p>
沿岸域	<p>洪水と暴風雨による損害の増加</p> <p>世界の沿岸湿地の約30%が消失<sup>※1</sup></p> <p>毎年追加的に数百万人が沿岸洪水を経験</p>
健康	<p>栄養失調、下痢、呼吸器疾患、感染症による社会的負荷の増加</p> <p>熱波、洪水、干ばつによる罹(り)病率<sup>※2</sup>と死亡率の増加</p> <p>いくつかの感染症媒介生物の分布変化</p> <p>医療サービスへの重大な負荷</p>

Figure 2-3. 地球温暖化による環境・人体・社会への影響

### 2-1-3 地球温暖化対策

これまで述べてきたように、地球温暖化は気候、動植物の生態系、人間の健康、社会生活に大きな影響を及ぼす。これに対する対策は国際的に急務な課題となっている。地球温暖化対策には国家規模のものから個人レベルのものまで多種多様の温暖化対策が提案・実施されている。次項からは温暖化対策のひとつとして期待されているバイオエタノールを取り上げる。

### 2-2 バイオエタノールとは何か

植物資源を発酵させ、蒸留してつくられるエタノールのことを「バイオエタノール」という。エタノールは石油や天然ガスからもつくられており、一般的にはこれを合成アルコールと呼んでいる。合成アルコールと区別するために、バイオマス資源によるエタノールをバイオエタノールと呼んでいる<sup>4)</sup>。

バイオエタノールは自動車用燃料として多くの国で利用されている。ブラジルではサトウキビから、アメリカではトウモロコシからバイオエタノールを作り、ガソリンに混ぜて自動車用燃料として利用されている。バイオエタノール

が利用されるのは以下に述べる性格を有しているからである。

### 2-2-1 再生可能エネルギー

バイオエタノールは植物を原料としているため、原料となる植物を農地で作り続ける限り、エタノールを生産することができる。一方、合成エタノールは、原料に石油や天然ガスを使用しており、枯渇してしまうとそれ以上生産できなくなる。つまり、バイオエタノールは植物という自然の恵みを原料としており、風力発電や太陽光発電でいった自然エネルギーと同じ再生可能エネルギーである。

### 2-2-2 カーボンニュートラル

植物は地中から水を、大気から二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）を取り込み、光のエネルギーを利用し、光合成を行って成長する。地球温暖化による気候変動の原因とされているCO<sub>2</sub>を成長過程で吸収するので、植物は地球温暖化防止に有効である。また、もし植物を燃やしても、その結果大気中に放出されるCO<sub>2</sub>は成長過程で吸収したCO<sub>2</sub>分を放出しているだけなので、地球全体からみればCO<sub>2</sub>の増減はない。このことをCO<sub>2</sub>が中立と言う意味でカーボンニュートラル（Carbon Neutral）という。バイオエタノールは植物を原料としているので、自動車燃料として利用した際に発生するCO<sub>2</sub>はカーボンニュートラルの考え方からゼロカウントとなる。100%バイオエタノールで走る自動車のCO<sub>2</sub>排出量はゼロである。これはガソリンで走る自動車に比べとても大きな利点である。

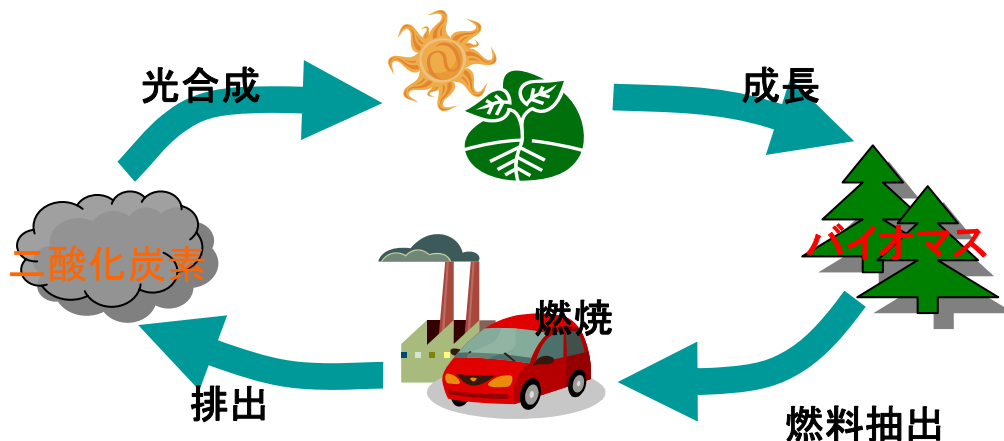


Figure 2-4. カーボンニュートラルの概念図

### 2-2-3 ガソリンの代替

バイオエタノールをガソリンの代替燃料として使用することにより、ガソリンの消費量を低減することが可能となる。

バイオエタノールを自動車用燃料として利用する場合、濃度 100%の純バイオエタノールをガソリンの代わりに使う方法と 10~25%程度のバイオエタノールをガソリンに混合して使用する 2つの方法がある。前者はエタノール専用自動車が必要となるが、後者は少しの改造を施すだけで、普通のガソリン仕様車でも使用できる。

ブラジルでは自動車燃料として、100%バイオエタノールと、バイオエタノール 25%混合したガソリン (E20 といい、体積濃度で 20%のエタノールを含む) の 2種類が販売されている。また、アメリカでは多くの州で E10 (バイオエタノール 10%混合ガソリン) が販売されている。

さらに最近では、85%と 100%までの任意のエタノール混合割合で運転可能な FFV (Flexible Fuel Vehicle) がそれぞれアメリカとブラジルの市場用に実用化されている<sup>5)</sup>。

### 2-2-4 CO<sub>2</sub>排出量の削減

ガソリンなどの化石燃料の代替燃料としてバイオエタノールを使用すれば、代替した化石燃料分の CO<sub>2</sub> を削減することが可能となる。また、軽油・重油にバイオエタノールを混合させ、自動車やボイラの燃料として使用すれば、バイオエタノールを混合した分だけ CO<sub>2</sub> の排出量が少なくなる。

### 2-2-5 エネルギー自給率の向上

2005 年度の日本のエネルギー自給率は水力発電と新エネルギーの合計でわずかに 4.4%である。1965 年の自給率は、国内の石炭供給量が多かったため、約 30%を誇っていた。その後、石炭鉱山の閉山が相次ぎ、国産石炭の供給が少なくなるのと対応するように自給率も減少していった。日本のエネルギーは海外からの石油、天然ガスの輸入に大きく依存するようになった。

輸入された原油のうち、約 2割が自動車用のガソリンとして精製され、消費されている。もし、ガソリン需要の一部分でも国内産のバイオエタノールでまかなうことが可能になれば、エネルギー自給率を向上させることにつながり、ひいては原油の輸入価格の安定化と抑制につながることが期待される。

## 2-3 バイオエタノールの合成法

## 2-3-1 バイオエタノールの原料

バイオエタノールの原料は大きく分けて、デンプン質原料と糖質原料がある。デンプン質原料はデンプンを含む穀物で、たとえばトウモロコシ・麦などの穀類や、サツマイモ・ジャガイモなどの芋類がある。糖質原料ではサトウキビやテンサイが代表的であるが、スイートソルガムやグレーンソルガムといったソルガム類（イネ科の飼料作物）も使われる。糖質原料は砂糖の原料にもなるので、原料をすべてエタノール生産の原料にする場合と砂糖をつくりながら副生する糖蜜をエタノールの原料にする場合がある。世界中で使用されているバイオエタノールの原料としては糖質原料が約6割を占め、デンプン質原料は4割となっている（Figure 2-5.）。

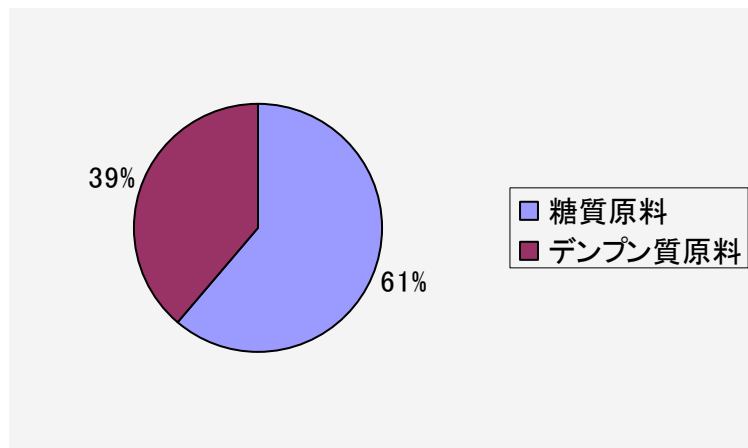


Figure 2-5. バイオエタノールの原料の内訳

Table 2-1. 主要なバイオエタノールの生産国における原料

国名	原料	
	デンプン質	糖質
ブラジル		サトウキビ
アメリカ	トウモロコシ	
ヨーロッパ	小麦・ライ麦	テンサイ・廃ワイン
オーストラリア	トウモロコシ(工業用)	サトウキビ(燃料用)
インド		サトウキビ
タイ	タピオカ	サトウキビ
中国	トウモロコシ	

米国では、コーンベルトと呼ばれる中部穀倉地帯で豊富に生産されているトウモロコシを原料としている。中国でも自国の低品位なトウモロコシの処理対策としてエタノール製造を行っている。一方、ブラジルやインドではサトウキビを原料としている。ヨーロッパでは、以前はテンサイからエタノールを製造していたが、コスト面の問題から現在では原料を麦類に変更しつつある。フランスやスペインでは古い低品質ワインからエタノール製造を行っているところもある。

また、木材や草類などのセルロースを原料にエタノールを生産する試みも各国で始まっている。セルロースからのエタノール生産はまだ研究開発段階ではあるが、食料と競合しない世代のエタノール原料として期待されている。

### 2-3-2 原料別のバイオエタノール生産量

バイオエタノールの原料にはさまざまな植物が利用されているが、それらの植物から得ることができるバイオエタノールの量、すなわちエタノール収量はそれぞれの原料に含む糖の量によって決まる。

アメリカ農業省の調査による主なバイオエタノール原料のエタノール収量を **Table 2-2.**に示す。また、重量当たりの収量を **Figure 2-6.**、耕地面積当たりの収量を **Figure 2-7.**に示す<sup>4)</sup>。

原料の重量当たりエタノール収量ではトウモロコシが一番大きく、1t の間トウモロコシから 337L のエタノールが得られる。続いてデンプン質原料である大麦・小麦などの穀物が高い収量を示す。テンサイ・サトウキビなどの糖質原料は糖質以外の茎系が占める割合が多く、重量当たりの収量ではデンプン質原料に劣る。

一方、原料を単位耕地面積の収穫量にまでさかのぼって、耕地面積 1ha 当たりのエタノールの収量を見ると、農産物としての生産性が極めて高いサトウキビが首位となり、続いてテンサイ・ジャガイモといった重量当たりの収量では低かった原料が上位を占める。このことは、サトウキビなどの糖質系原料は、原料として取り扱ううえで重量があつてかさばる反面、耕地面積当たりの収量が高いので、きわめて高いエタノール生産性を示している<sup>4)</sup>。

Table 2-2. 原料別のエタノール収量

原料	重量あたりのエタノール収量 [L/t]	耕地面積あたりのエタノール収量 [L/ha]
トウモロコシ	336.9	2,132.7
大麦	333.1	860.6
グレイン・ソルガム	325.5	1,262.8
小麦	302.8	692.2
米	302.8	1,636.9
ライ麦	299.0	505.1
オーツ麦	242.3	533.2
サツマイモ	128.7	1,777.2
ジャガイモ	87.1	2,796.8
テンサイ	83.3	3,853.8
サトウキビ	56.8	5,191.4

「重量当たりのエタノール収量」は原料 1t からとれるエタノールの量(L)を示し、「耕地面積当たりのエタノール収量」は原料植物が栽培される耕地面積 1ha から得られるエタノール量(L)を示している。

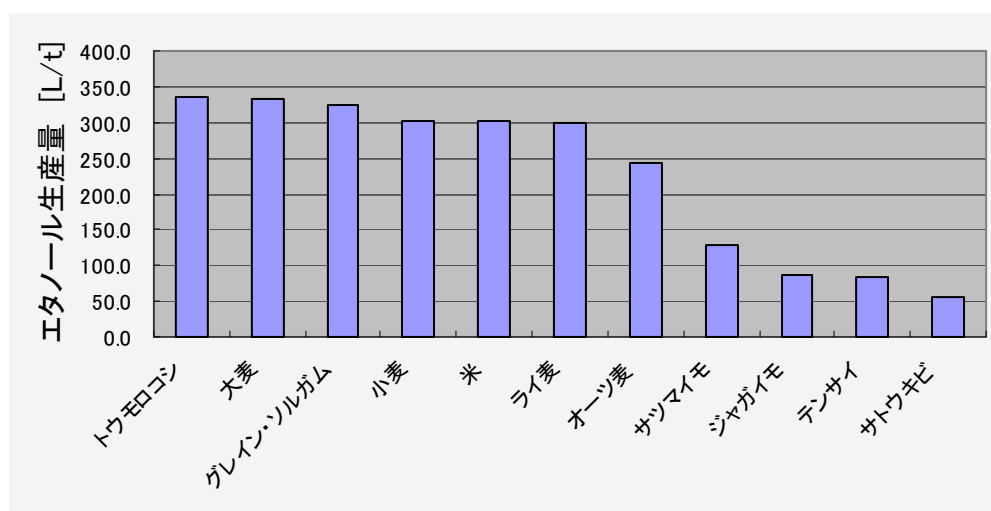


Figure 2-6 原料の重量当たりのエタノール収量

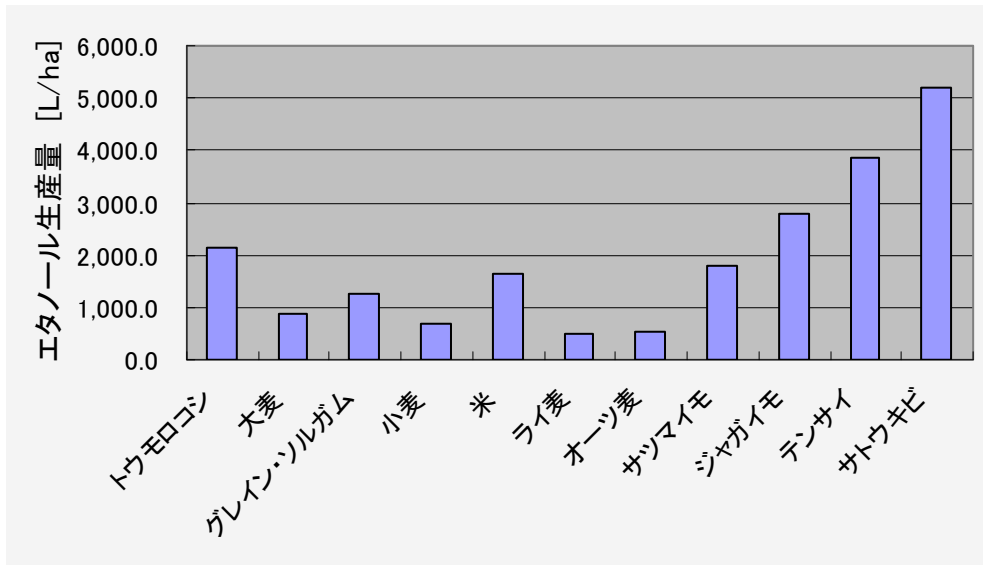


Figure 2-7 原料の耕地面積あたりのエタノール収量

## 2-3-3 バイオエタノールの合成プロセス

バイオエタノールの製造プロセスの概略を **Figure 2-8** に示す。基本的にはウイスキーや焼酎といった酒類と同じ製造工程であり、原料の粉砕、糖化、発酵、蒸留という工程を経て製造される。ただし、最後の蒸留工程で酒類と異なり、濃度 95%以上（無水エタノールでは 99%以上）まで蒸留される。

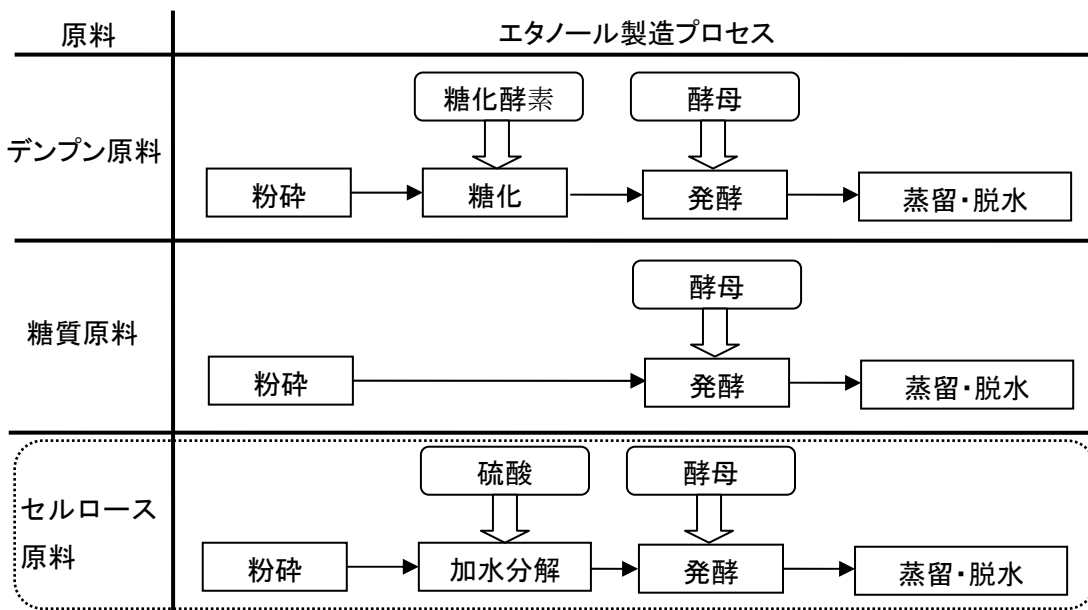


Figure 2-8 バイオエタノール製造のプロセス概略

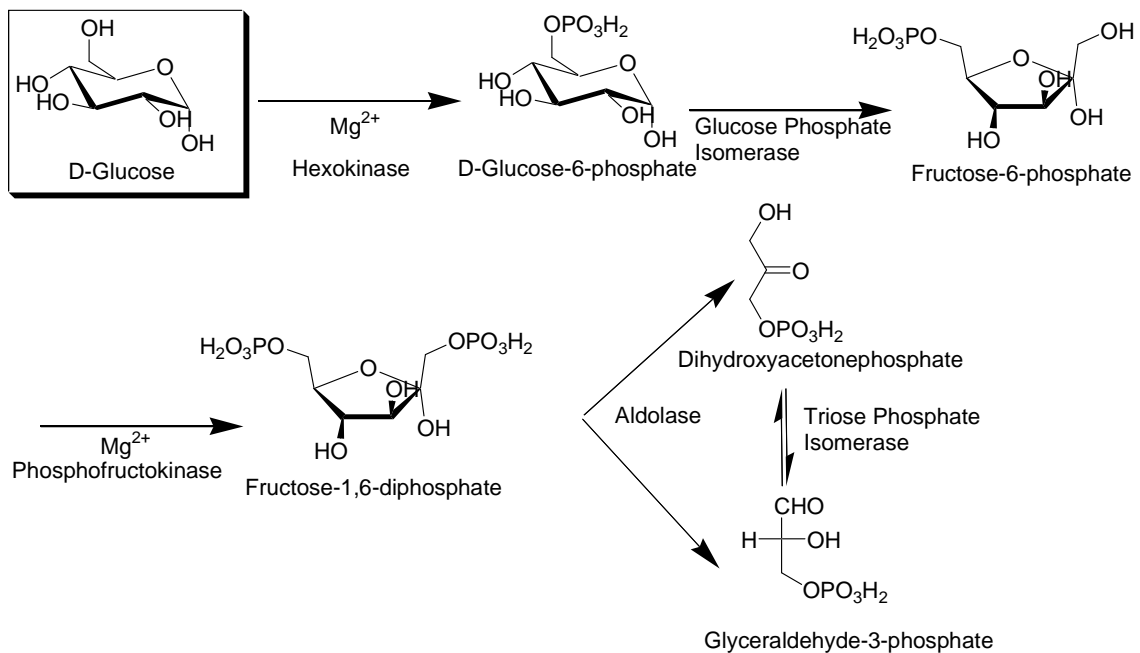
デンプン質原料の製造工程では、デンプンを糖化酵素によって糖に変換してから酵母を加えて発酵させる。これに対してサトウキビやテンサイなどの糖質原料では糖化する必要がないので、そのまま酵母を加えて発酵過程に入ることができる。いずれの場合も、蒸留工程で濃縮されたエタノールは、不純物の除去・精製され最終的には高純度のエタノールになる。

デンプン質原料の糖化工程では、粉砕された原料に糖化酵素を加えた後、80～90℃まで、加熱し、糖化が完了するまで数時間保持する必要がある。それに対し、糖質原料では、糖化に投入されるエネルギーが不要なので、製造プロセスへのエネルギー投入量という点ではデンプン質原料より有利である<sup>4) 5)</sup>。

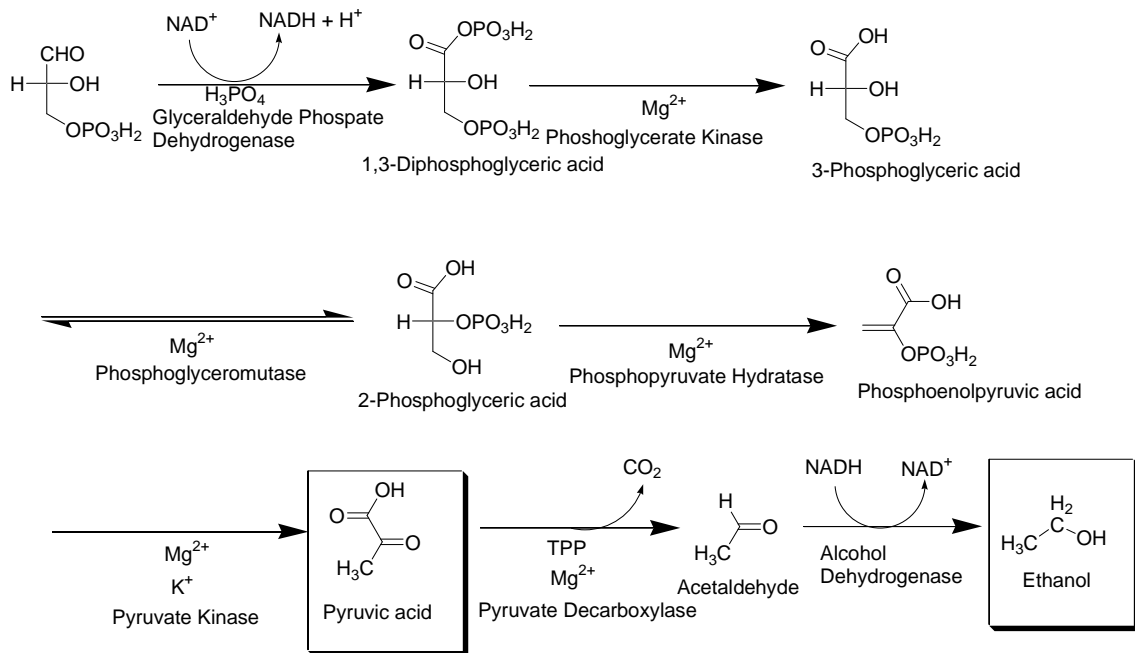
セルロース系原料の場合は、原料となる木材などを粉砕し、硫酸による加水分解反応や酵素（セルラーゼ）などを利用してセルロースを糖化する工程が必要になる。その後は糖質原料と同様に発酵・蒸留・脱水工程を経て燃料用エタノールが生産される。ただし、硫酸処理による酸の回収や、従来の酵母が直接資化できない糖であるペントースやキシロースからのエタノール転換に技術的課題がある<sup>5) 6)</sup>。

#### 2-3-4 エタノール発酵の原理と特徴

エタノール発酵はアルコール発酵とも呼ばれ、古来より酒造において利用されている。**Scheme 2-1.**に解糖系およびアルコール発酵を示す<sup>7)</sup>。

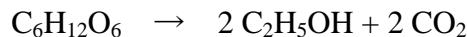






Scheme 2-1. 解糖系およびアルコール発酵

多くの微生物、高等生物は解糖系によって1分子のグルコースからピルビン酸を経て2分子の乳酸を生成する。しかし、酵母 *Saccharomyces cerevisiae* (以下 *S. cerevisiae*) においては最後のピルビン酸から2分子のエタノールが生成する。このプロセスは酸素を必要としない嫌気呼吸である。この全反応は **Scheme 2-2.** に示される。



Scheme 2-2.

多くの場合、この反応は嫌気条件で進行するが、*S. cerevisiae* は酸素があってもアルコール発酵を好む。したがって適当な条件下でアルコール発酵は進行する。

### 2-3-5 エタノールの濃縮・脱水

発酵したエタノールを燃料として利用する場合、濃縮・脱水する必要がある。特に、ガソリン添加用の燃料用エタノールの場合、水による相分離を生じさせないためにも無水エタノールまで濃縮しなければならない。

エタノールの濃縮法には、蒸留法、逆浸透膜濃縮法、浸透気化膜濃縮法、超臨界ガス抽出法、超音波霧化法などが知られているが、蒸留法を除いては、原理的な制約等から、工業規模では使われてないのが現状である<sup>4)8)</sup>。

## 2-3-5-1 蒸留の原理と共沸混合物

大気圧下では水は  $100^{\circ}\text{C}$ 、エタノールは  $78.32^{\circ}\text{C}$  で沸騰する。すなわち、水は  $100^{\circ}\text{C}$  で  $1013\text{hPa}$  の蒸気圧を持ち、エタノールは  $78.32^{\circ}\text{C}$  で  $1013\text{hPa}$  の蒸気圧を持つことになる。同じ温度ではエタノールは水より高い蒸気圧、蒸発のしやすさを持っているということである。エタノールの希薄水溶液を蒸発させたときの気相のエタノール濃度は液層のエタノール濃度より高くなり、この蒸気を凝縮させることでエタノールを濃縮できる。これを蒸留という<sup>9)</sup>。

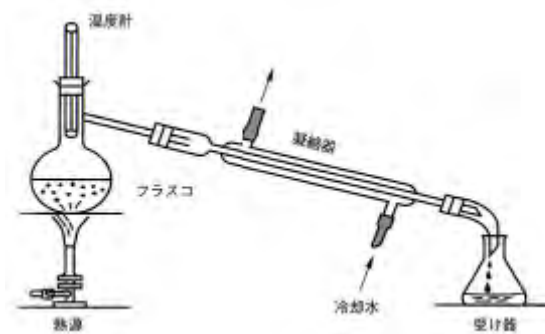


Figure 2-9 単蒸留の概念図

エタノールの希薄溶液を蒸発させる場合、気相のエタノール濃度は液体のエタノール濃度に対応した物性関係にある。液体混合物における液相と気相の濃度の物性関係を気液平衡といい、蒸留操作はこの気液平衡によって律せられている。

液体混合物の気液平衡は、理想溶液の場合、各成分の液体の濃度と純物質の蒸気圧の積が各成分の蒸気圧となり、各成分の純物質の蒸気圧と濃度分率との積の比で蒸気組成が決まる。

水／エタノールの2成分の系では水とエタノールの親和性の影響で、それぞれの実際の蒸気圧は理想溶液とは異なる気液平衡挙動を示す。水／エタノールの2成分の系での気液平衡を **Figure 2-10** 示す。

エタノール濃度が低いところでは気液平衡曲線は対角線から大きく離れているため、単蒸留での濃縮効果はきわめて大きい。液相のエタノール濃度が  $80\text{wt}\%$  以上になると気液平衡曲線は対角線に接近してくるため、単蒸留での濃縮効果が急激に小さくなる。気液平衡曲線は、最終的には  $96\text{wt}\%$  で対角線と交わる。この交点では液相と気相の濃度が同じになるので、蒸留を繰り返してもこれ以上濃縮できない。この交点を「共沸点」という。このように共沸点を形成する液体混合物を共沸混合物、共沸点の組成を共沸組成という。エタノールの希薄水溶液を蒸留法で濃縮しても共沸組成以上の濃縮できないのはこのため

であり、無水のエタノールを得るにはこの方法以外の分離操作が必要となる。

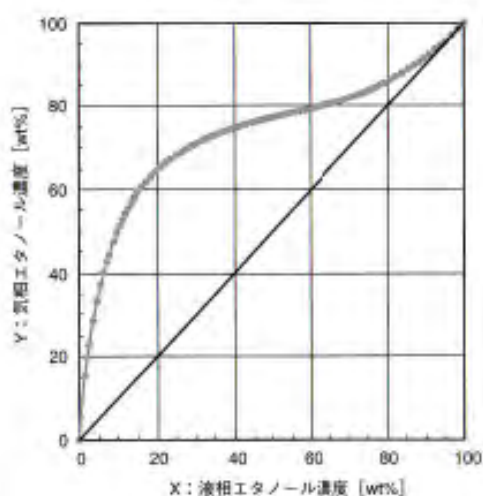


Figure 2-10 水／エタノールの気液平衡曲線

#### 2-3-5-2 エタノールの脱水

通常の単蒸留ではエタノールを共沸組成以上に濃縮できないことは2-2-5-1で述べた。含水エタノールの脱水方法には共沸蒸留法、抽出蒸留法、吸着法が知られている<sup>9)</sup>。

##### ・共沸蒸留法

エタノールの共沸蒸留による脱水法は、水との混合液が最低沸点を示す共沸を形成し、かつ、水との溶解性が低く相分離する性質を有する溶剤を、共沸剤として含水エタノールに添加して蒸留することで、含水エタノールを脱水する方法である。共沸剤としては、シクロヘキサン、ジエチルエーテル、ノルマルペンタンなどが一般的に用いられている。歴史的にはトリクロロエチレン、ベンゼンが用いられていたが、人体に有害性があるので、現在は用いられていない。

##### ・抽出蒸留法

抽出蒸留法は、沸点が高く、かつ、エタノールおよび水とは共沸を形成しない溶剤を第3成分として添加し、水を溶剤に抽出しながら蒸留することで水／エタノールの共沸をブレイクして脱水する方法である。抽出溶剤としては、グリセリンやエチレングリコールなどが一般的である。

##### ・吸着法

吸着法は水を選択的に吸着する吸着剤、コーングリッツ、シリカゲル、アル

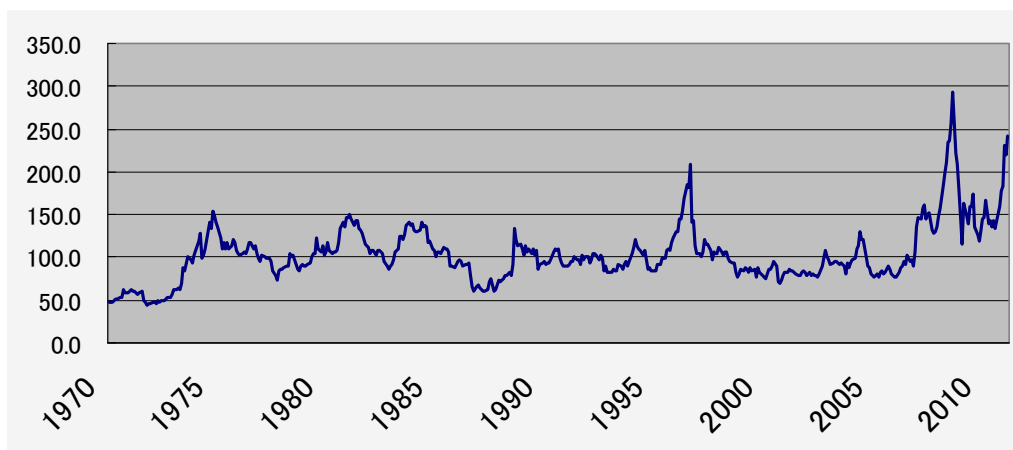
ミナ、イオン交換樹脂、ゼオライトなどを用いて水を吸着させて無水エタノールを得る方法である。水を吸着した吸着剤は加熱や減圧などの方法で水を脱着し、再生する。

## 2-4 バイオエタノールの問題点

CO<sub>2</sub> 排出量削減による地球温暖化防止、化石燃料の使用量削減に大きな注目を集めるバイオエタノールではあるが、問題点もある。**Figure 2-11.**に 1970 年からのトウモロコシの国際価格の推移、**Figure 2-12.**に 1996 年からのトウモロコシの国際価格の推移を示す。また、アメリカのエタノール生産量を **Figure 2-13.**に示す<sup>10)11)</sup>。

トウモロコシの国際価格は気候等により変動しているが、アメリカにおいてバイオエタノールの生産が急激に増加し始めた 2005 年ごろより大きく高騰している。これにより、トウモロコシを主食とする国ではトウモロコシを食べることが困難になり、暴動にまで発展している。

これらの問題から多くの研究者はバイオエタノール製造において食料と競合しない新しい材料でのバイオエタノールを製造しなければならないと指摘している<sup>6)</sup>。



**Figure 2-11.** 1970 年からのトウモロコシ国際価格の推移 (単位：ドル/トン)

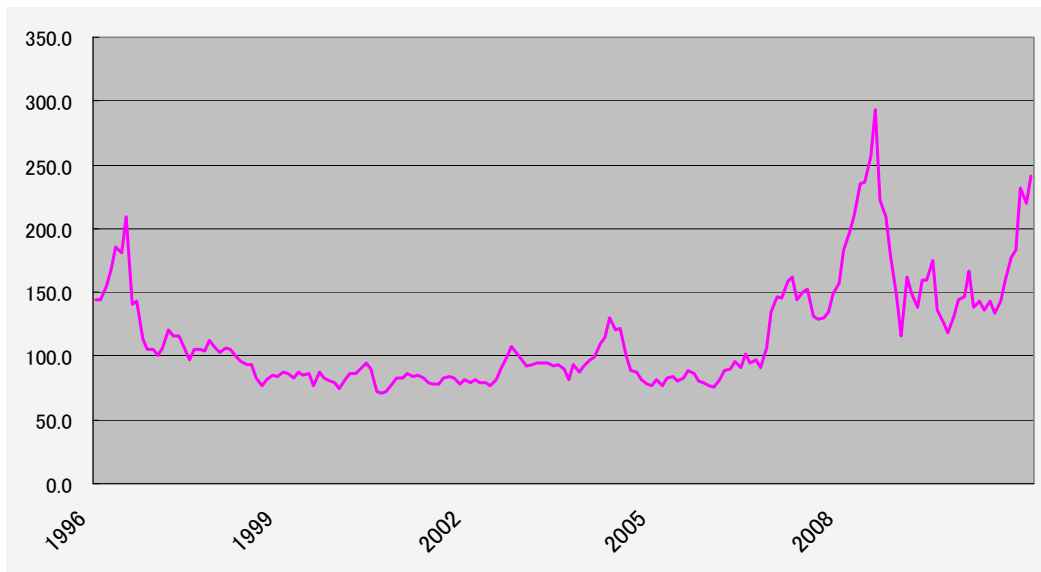


Figure 2-12. 1996年からのトウモロコシ国際価格の推移（単位：ドル/トン）

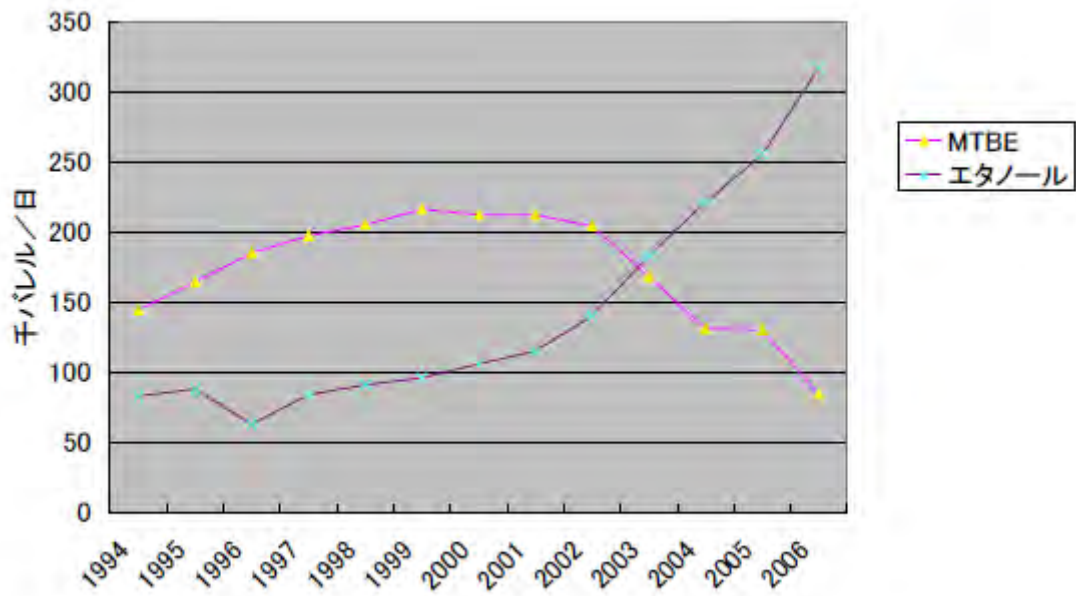


Figure 2-13. アメリカのエタノール生産量

## 第三章 バイオエタノールの合成手法

### 3-1 材料の選定

第二章 2-4 項で述べたように、既存の材料では食糧と競合してしまい、食糧高騰の原因の一端となっている。そのため、食糧と競合しない新規の材料で安定にバイオエタノールを製造しなければならない。

そこで、食糧ではあるものの、ごみとして廃棄されるものに注目した。数多くある廃棄されるものから、バイオエタノール合成の簡便性から、糖質材料を選定した。その中でも岩手の風土に見合ったリンゴを選定した。

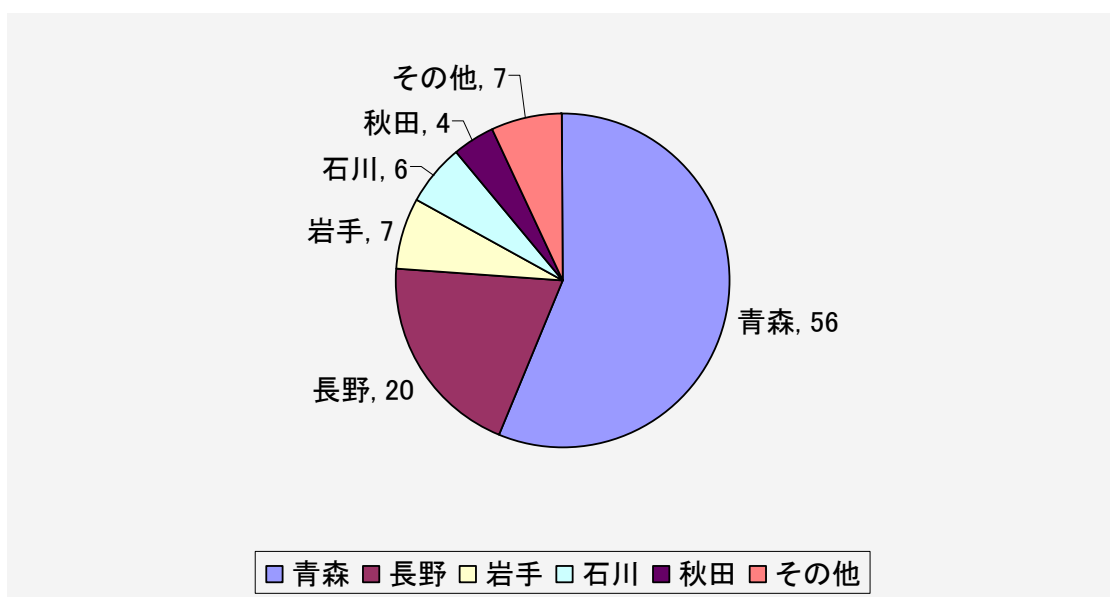


figure 3-1. リンゴの県別収穫量 (単位：%)

table 3-1. 全国及び岩手県のリンゴの収穫量と出荷量

	収穫量(t)	出荷量(t)	収穫量－出荷量(t)
全国	840,100	748,700	91,400
岩手	56,600	48,500	8,100

figure 3-1 に県別のリンゴの収穫量、table 3-1.に全国及び岩手県のリンゴの収穫量、出荷量を示す<sup>12)</sup>。岩手県のリンゴの収穫量は青森県、長野県に次ぐ全国第三位の収穫量を誇る。また、収穫量と出荷量の差を取ると、全国ではおよそ9万トン、岩手県でも8千トンのリンゴが何らかの形で処分されている。このため、新規のバイオエタノールの材料として適している。

今回選定したリンゴの品種、一般的な糖度及び酸度を table. 3-2 に示す<sup>13)</sup>。

table 3-2. 品種別糖度及び酸度

	サンフジ	さんさ	紅玉	ジョナゴールド	金星
糖度(%)	15-16	13-14	13	13	14
酸度(%)	0.4	0.4	0.8	0.6	0.3

また、酵母には市販のパン用ドライイースト（酵母 A）のほか、独立行政法人酒類総合研究所から提供いただいた日本酒酵母協会7号（酵母 B）、日本酒酵母協会11号（酵母 C）、及びワイン酵母（酵母 D）を選定した。

## 3-2 実験手順

実験手順は以下の4つの工程からなる。

- ・酵母の培養（酵母 B、C、D）
- ・バイオリアクターの作製
- ・発酵
- ・分離

### 3-2-1 酵母の培養

酵母の培養には酵母エキス 1%、ポリペプトン 1%、グルコース 2%の液体培地を用いた。以上の溶液を作製し、120℃で15分オートクレーブにて滅菌処理を行い、滅菌処理の済んだ培地に酵母を加え、24時間震蕩培養を行った。震蕩培養が済んだ培地を3000rpmで5分間遠心分離を行うことにより、培養酵母を得ている。

### 3-2-2 バイオリアクターの作製

バイオリアクターとは酵母、酵素などの生体触媒を不溶性の担体や架橋、包括などの手法で固定化させたものである<sup>14)</sup>。ここではアルギン酸カルシウムゲルによって包括させた固定化酵母を指す。アルギン酸は多糖類の一種で $\alpha$ -L-グルタロン酸と $\beta$ -D-マンヌロン酸がピラノース型で1,4-グルコシド結合で結合した構造をもつ。作製方法はアルギン酸ナトリウムを熱水で膨潤させ、これを冷ます。冷ましたアルギン酸ナトリウムに酵母を1g加え、よく混ぜた後、塩化カルシウム水溶液に滴下する。これにより表面に不溶性のアルギン酸カルシウムが形成され、ビーズ状のバイオリアクターを得ることができる (**photo 3-1**)。バイオリアクターは生体反応を安定化させるほか、生成物の分離が容易になるなどのメリットがある。



**photo 3-1.** バイオリアクター

### 3-2-3 発酵

発酵工程の手順はリンゴを搾り、リンゴ果汁を得る。このリンゴ果汁 100ml に3-2-2で作製したバイオリアクターを加え、40°Cに設定した恒温槽に入れ、24時間静置する。

### 3-2-4 分離

仕込んだリンゴ果汁ーバイオエタノールの分離はまず、バイオリアクターをろ過により分離し、ろ液をフラスコに移し、単蒸留の器具を組み、蒸留を行った。生成量の特定には、蒸留物を1ml取り出し、その質量を測定する。エタノールー水の混合物はその割合によって密度が変わることを利用し、密度からエタノールの濃度を割り出し、蒸留物の量に乗ずることにより算出した。エタノールー水の系におけるエタノール濃度と密度の関係を **figure 3-2** に示す。



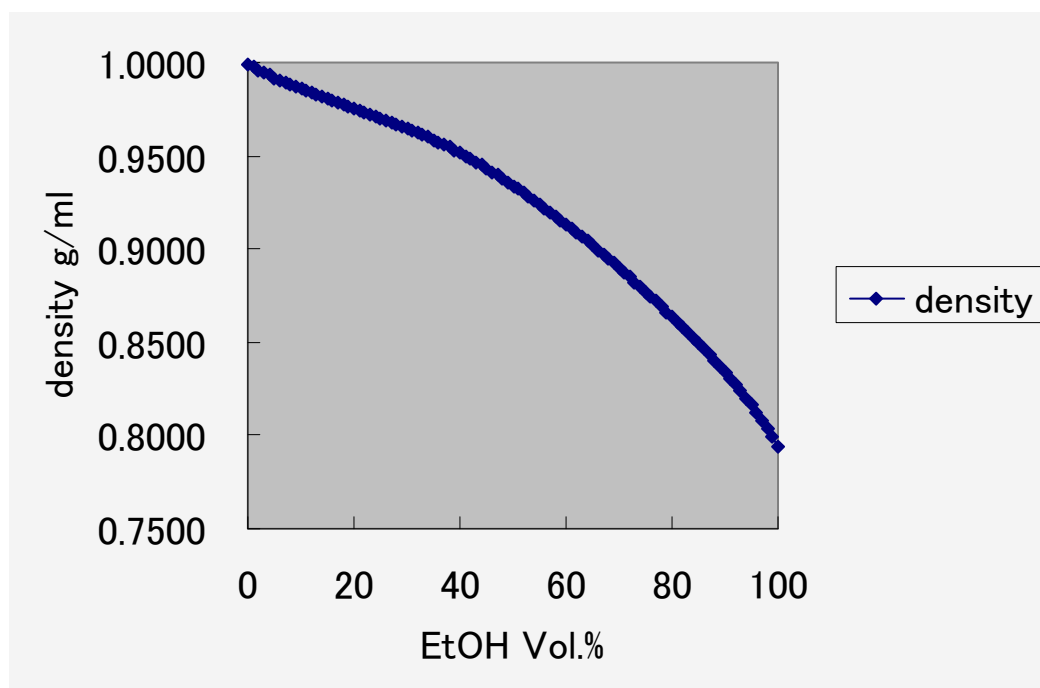


figure 3-2. エタノールの体積濃度と密度

### 3-3 結果と考察

3-2 の手順で行ったリンゴによるバイオエタノール合成の結果を **table 3-3.**に示す。なお、各品種と酵母の組み合わせにおいて3回試行を行っており、その平均値及び偏差を示している。

table 3-3. リンゴの品種・酵母別によるエタノール生成量 (単位: ml)

	サンフジ	さんさ	紅玉	ジョナゴールド	金星
酵母 A	0.74±0.02	1.00±0.01	1.03±0.03	0.84±0.03	0.92±0.02
酵母 B	1.55±0.03	1.10±0.02	1.12±0.02	1.19±0.02	1.28±0.01
酵母 C	1.58±0.01	1.43±0.03	1.12±0.02	1.24±0.02	1.34±0.01
酵母 D	1.56±0.01	0.74±0.02	1.14±0.01	1.26±0.02	1.25±0.03

この表から、糖度の高いサンフジではエタノールの生成に有利にはたらく。エタノールを生成するとき基質となる糖（グルコース、スクロース、フルクトースなど）が多く含まれているためである。逆に酸度の高い紅玉では低い値となった。これは紅玉に特に多く含まれている有機酸の影響を受けていると考えられる。したがって、リンゴにおいてはサンフジを原料に用い、酵母は日本酒酵母協会 11 号（酵母 C）を用いるとバイオエタノールの生成量が向上することがわかった。

今後は品種・酵母の種類の影響ならびに有機酸存在下での酵母へ与える影響などを詳細に調査する必要がある。

## 第四章 バイオエタノールの教材化

### 4-1 教育からの要請

#### 4-1-1 環境問題と世界の動き

環境問題と一口にいても、課題となっている環境問題はたくさんある。これらを列挙したものを **table 4-1.**に示す<sup>15)</sup>。

**table 4-1.** 地球環境問題とその原因

環境問題	生じる具体例	直接的原因
森林破壊	生物種の絶滅増加	乱開発
大気汚染	酸性雨 オゾン層破壊	SO <sub>x</sub> 、NO <sub>x</sub> フロン排出
砂漠化	食糧生産基盤の悪化	気候変化、過放牧、過耕作
土壌汚染	農産物汚染	有害廃棄物投棄、農薬の残留
水質汚濁	飲料水汚染 海洋生物の汚染と死	有害廃棄物投棄、農薬の残留 産業排水の流入
有害化学物質	越境汚染	廃棄物の不適切な処理、移動
生物多様性の減少	生態系の攪乱・破壊	生存環境悪化
都市型環境汚染	騒音、振動、悪臭 ヒートアイランド現象	建設作業、工場による廃棄物 廃熱エネルギーの極地的集中
地球温暖化	海面上昇 異常気象	化石燃料による二酸化炭素等の排出

このように多種多様な環境問題について、世界レベルでの政策の変遷を **table 4-2.**に示す。特に地球温暖化に関しては 1988 年の気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の設立、1992 年の環境と開発のための国連会議 (地球サミット)、1997 年の気候変動枠組条約第 3 回締結国会議 (COP3) の開催と京都議定書採択及び 2005 年の京都議定書の発効がその後のわが国の環境政策に大きな影響を与えている。

IPCC は各国の研究者が地球温暖化問題について議論をする公式の場として温暖化に関する科学的な知見の評価、温暖化の環境的・社会的影響の評価、今後の対策のあり方について検討している。

地球サミットは1992年リオデジャネイロで開催され、世界178カ国の政府代表が参加した国際会議である。ここでは「環境と開発に関するリオデジャネイロ宣言」とそれを実現するための行動計画である「アジェンダ21」が採択された。「アジェンダ21」は21世紀に向けた持続可能な開発を実現するための行動プランである。これは第1部「社会的・経済的側面」、第2部「開発資源の保全と管理」、第3部「NGO、地方政府など主たるグループの役割の強化」、第4部「財源・技術などの実施手段」の全4部、40章からなる行動プランである。「アジェンダ21」の実施状況を監視するために、国連に「持続可能な開発委員会（CSD）」が設置されている。

京都議定書は1997年に開催された気候変動枠組条約第3回締結国会議（COP3）において採択された議定書である。先進国は2008～2012年の間に温室効果ガスの排出を1990年比で5.2%削減することを義務付けている。

table 4-2.世界レベルでの環境会議・条約などの変遷

開催年	会議・条約等の名称
1972年	国連人間環境会議の開催 ローマクラブによる「成長の限界」の発表 国連環境計画（UNEP）の設立
1975年	特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約（ラムサール条約）の発効 世界の文化遺産及び自然遺産の保護に関する条約（世界遺産条約） 絶滅の恐れのある野生動植物の種の国際取引に関する条約（ワシントン条約）の発効
1985年	オゾン層保護のためのウィーン条約の採択
1987年	国連で環境と開発に関する世界委員会（WCED）による「われら共有の未来」を発表 オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書の採択
1988年	気候変動による政府間パネル（IPCC）の設立
1989年	有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約の採択
1992年	環境と開発のための国連会議（地球サミット）を開催
1993年	国連による持続可能な開発委員会（CSD）の設置
1995年	森林に関する政府間パネル（IPF）の設置
1996年	ISO14001の発行
1997年	拮抗変動枠組条約第3回締結会議（COP3）を開催して京都議定書を採択
2002年	持続可能な開発に関する世界首脳会議
2005年	京都議定書の発効

#### 4-1-2 日本における環境問題の変遷と法的整備

**table 4-3.**には日本における環境問題の変遷と法的整備を示す。日本における環境問題の原点は、明治時代に栃木県渡良瀬川流域で発生した「足尾銅山鉱毒事件」であるといわれている。1890年頃から渡良瀬川流域の鉱山で生じる鉱滓が洪水で渡良瀬川にたびたび流出して地域の土壌を汚染し、農作物に大きな被害を及ぼした。

また、足尾銅山鉱毒事件以降も、産業の近代化に伴い、工場からのばい煙による大気汚染が問題になっていた。1950年代からの高度経済成長に伴う大規模工業地域で発生した水俣病などの「四大公害病」が社会問題となった。さらに大量消費社会を向かえ、ごみ問題が課題になってきた。これらによって環境問題は社会的に認知されるようになった。当時は化学物質による人体・生物への悪影響に関するものが主流であったが、後に騒音、日照など、良好な環境の下に生活を営む権利である環境権が主張され始めた。

法的な整備としては各地で発生した公害問題に対して、1967年に「公害対策基本法」が制定され、この法律をもとに、「大気汚染防止法」、「水質汚濁防止法」などの公害関係の法律の整備・強化がなされた。これらの法的整備とともに、公害対策技術も進歩を遂げ、日本は世界最高水準の公害対策推進国となった。

また、1993年に「公害対策基本法」は「環境基本法」と名を変え、公害問題だけではなく、より広い環境問題を扱う基本的法律となった。現在、この法律が基本となり、さまざまな環境法規が制定されている。

温室効果ガスによる地球温暖化が大きな問題になる1990年代になると、環境法の整備は温室効果ガスの排出抑制、循環型社会の形成の推進になっていった。特に1997年のCOP3の開催、京都議定書の採択によって温室効果ガス、特に二酸化炭素の削減は法的拘束力を持つようになった。日本は1990年比で二酸化炭素濃度-6%削減が義務付けられたが、日本における二酸化炭素濃度は1990年比で8%増加している。

table 4-3. 日本の主な環境問題と環境法令の変遷

年	環境問題やそれに関わる出来事	環境法令の制定
1910-1970 年代前半	イタイイタイ病	
1956年	水俣病	
1960-1972 年	四日市ぜんそく	
1964年	新潟水俣病	
1967年		公害対策基本法
1968年		大気汚染防止法
1970年		水質汚濁防止法
1971年		環境庁発足
1972年		自然環境保全法
1979年		エネルギーの使用の合理化に関する法律
1993年		環境基本法
1997年	COP3の開催・京都議定書の採択	新エネルギーの利用等の促進に関する特別措置法
1998年		地球温暖化の対策の推進に関する法律
2000年		循環型社会形成基本法
2001年	中央省庁再編により環境庁を環境省に再編	
2002年		自然再生推進法
2003年		環境の保全のための意欲の増進及び環境教育の推進に関する法律
2005年		京都議定書発効 京都議定書目標達成計画の制定
2008年		エネルギーの使用の合理化に関する法律改正

#### 4-1-3 学校教育からの要請

1960年代の公害の被害やそれ以降のオゾン層破壊や地球温暖化が社会問題になると、教育の現場でも環境保全に対する教育の必要性が叫ばれるようになった。2003年に制定された環境の保全のための意欲の増進及び環境教育の推進に関する法律によると、環境教育は「環境教育」とは、環境の保全についての理解を深めるために行われる環境の保全に関する教育及び学習」と定義付けている<sup>16)</sup>。この基本的理念として、「1. 将来世代に配慮した長期的な視点を持つ、2. 地球の営みときずなを深める社会・文化を目指す、3. 持続可能性を高める新しい発展の道を探る、4. 参加・協力、役割分担を探る」とある。これは人類と環境の関係を主体的に探り、持続可能な社会の構築のため一人ひとりが取り組む、そのための環境づくりの推進をしていくものである。また、環境教育を進める手法との考え方として、「関心の喚起→理解の深化→参加する態度や問題解決能力の育成」を通じて「具体的な行動」を促す。体験活動や実践体験を環境教育の中心に位置づける。体系的かつ総合的な環境教育を進めるため効果的な仕組みを構築する。と示している。環境教育には国民、民間団体、事業者、学校、行政等様々な領域からのアプローチが行われている。

学校における環境教育では環境問題の持つ特徴から、社会科、理科、技術・家庭科、保健体育等の各教科のみならず、総合的な問題であるため、2001年から実施されている横断的・総合的な学習の時間における課題として取り上げられることが多い。また、2012年に完全実施される中学校学習指導要領理科において、「自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察し、持続可能な社会をつくることが重要であると認識すること」と明記され、環境教育の重要性がより強調されるようになった<sup>17)18)</sup>。

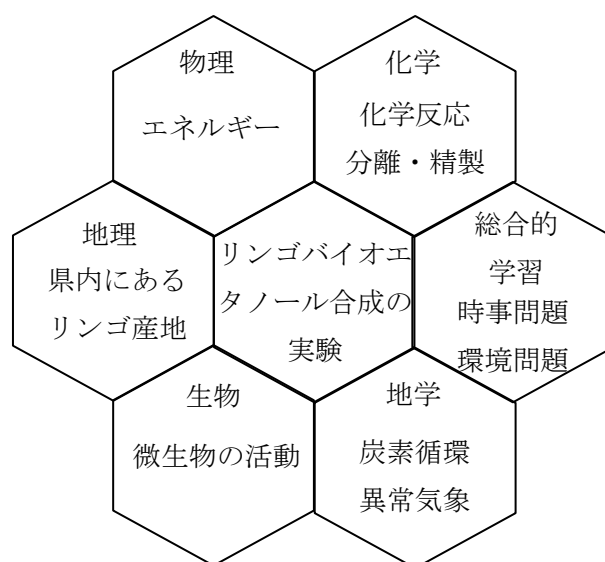
## 4-2 バイオエタノールの教材化での期待される教育効果

### 4-2-1 バイオエタノール教材化の先行研究例

理科、特に環境教育においてバイオエタノールを題材にした実践例として、中野(2008)が報告されている事例である<sup>19)</sup>。これは甜菜を原料としている。また、グルコースや砂糖などの材料でバイオエタノールの合成の実験を行っている報告もある。しかしながら、他の材料、特に地域に根ざした材料でのバイオエタノールの合成及びそれらを用いた授業実践報告はまだない。

### 4-2-2 本教材における期待される教育効果。

本教材と各科目とのつながりを **figure 4-1.**に示す<sup>20)21)22)</sup>。バイオエタノールを通して、物理、化学、生物、地学の理科の各分野を横断的に学習するのみならず、岩手県はリンゴの産地であることとともに、環境・エネルギー問題と総合的な学習が可能であると考えられる。また、実際にできるエタノールがごく少量であることに驚き、それまでに投入してきたエネルギーとの差を実感することができる。これにより、今の自分たちの生活を省みて、どのように生活していけばよいか考えるきっかけを与えることができると期待される。



**figure 4-1.** 本教材と他教科とのつながり



## 第五章 授業実践

これまで論じてきたリンゴでのバイオエタノールを用いて中学生を対象に授業実践を行った。この章では授業実践及び、その結果について報告する。

### 5-1 授業実践の概要

授業実践の対象校、対象生徒、実践期日、及び評価方法は以下の通りである。

**【対象】**

岩手大学教育学部附属中学校 3年生 4クラス 160名

**【日時】**

平成22年11月17日～26日のうち6日間

**【授業時数】**

3時間／クラス

**【授業の進め方】**

パワーポイントのスライドとプリントを中心とした講義とエタノールの合成及び分離の実験を行う。

**【評価方法】**

事前 (Pre)、事後 (Post) の質問紙法による調査

なお、次ページ以降に具体的な各時の流れ及び授業で使用したプリントを掲載する。

第1時 (11/17 第3校時：A、B組 第4校時：C、D組)

	学習の流れ	指導内容	留意点
導入 (10分)	自己紹介 ↓ 地球温暖化について認識の確認 ↓	◆地球温暖化という言葉を知っているか問う ◆地球温暖化ときいて思い浮かべることを問う	▲パワーポイントと板書を併用する
展開 (35分)	地球温暖化の定義 ↓ 地球温暖化の原因  ↓ 地球温暖化によって起こること ↓ 二酸化炭素を減らす作戦について示す ↓ バイオエタノールについて解説  ↓	◆地球の気温が上昇していることを示す ◆平均気温が1℃上昇するとどうなるかを示す ◆盛岡の平均気温と盛岡の平均気温が1℃上昇するとどの都市に近づくかをクイズ形式で示す ◆例として海面上昇・異常気象を取り上げる  ◆国家レベルで行われていることを提示する  ◆バイオエタノールのメリットデメリットについて知る ○メリット：ガソリンに混ぜることができ、ガソリンの使用量を削減できる デメリット：食糧と競合する	
まとめ (5分)	本時で学んだことをまとめる		

第2時 (A組: 11/17PM B組: 11/18PM C組 11/24PM D組 11/25PM)

	学習の流れ	指導内容	留意点
導入 (5分)	前時の復習  ↓	◆地球温暖化について確認 ◆バイオエタノールのメリットやデメリットを確認する	▲パワーポイントを用いる
展開 (40分)	実験の説明  ↓ 合成実験	◆課題を解決するひとつの方法としてのリンゴでのバイオエタノールを示す ◆リンゴ(捨てられるもの)を見せ、普段食べているリンゴとの違いを考え、発言させる  ～以下生徒活動～ リンゴをミキサーでつぶす リンゴ果汁をガーゼでしぼる リンゴ果汁を 100 ml 三角フラスコにとる バイオリアクターを調整する リンゴ果汁にバイオリアクターを加える インキュベータの中にフラスコを入れる	▲円滑に実験が進むように指導する
まとめ (5分)	① 今日やったことをまとめる ② 次の時間にやることを示す		

第3時 (A組 : 11/18AM B組 : 11/19AM C組 11/25AM D組 11/26AM)

	学習の流れ	指導内容	留意点
導入 (5分)	前時の復習 ↓ 蒸留の器具の組み方を 説明 ↓	◆昨日仕込んだ果汁を取り出すために蒸留という方法を提示 ◆蒸留器具の組み方を説明	▲パワーポイントと板書を併用する
展開 (35分)	蒸留操作    ↓	～以下生徒活動～ 蒸留器具を組み立てる 蒸留する 温度計が 93℃になったら蒸留を止める 蒸留物の体積を測る ～演示実験～ あらかじめ用意しておいたエタノールろ紙にしみこませ点火する	▲ガラス器具の接続時にガラスを割らないように気をつける ▲ガスバーナーの火の扱いに注意する
まとめ (10分)	まとめ アンケート記入	◆どのくらいできたか聞く ◆気がついたことを聞く ◆エタノールを作るうえでのエネルギー消費を考える ◆自分ができることを考える	

1 時間目 学習プリント

組 番 名前

## 地球温暖化について考えてみよう



### ○地球温暖化とは

1906 年から 2005 年までの 100 年間で 0.74℃も上昇している。  
つまり地球が\_\_\_\_\_なっている！

### ○地球温暖化の原因

大気中に増えた\_\_\_\_\_が原因  
特に\_\_\_\_\_の増加が原因

### ○このまま温暖化が続くと…

最大で\_\_\_\_\_℃気温が上昇する。  
盛岡の年平均気温は\_\_\_\_\_℃。もしこのままだと盛岡の気温は\_\_\_\_\_℃になる。快適になる？

### ○盛岡が温暖化すると

最低気温がマイナスにならない。—\_\_\_\_\_が降らなくなるかも！  
8月の最高気温が\_\_\_\_\_℃になる！

### ○温暖化によって起こること

\_\_\_\_\_が解ける—\_\_\_\_\_が沈む

\_\_\_\_\_雨の降り方が大きく変わる—たとえば、\_\_\_\_\_や\_\_\_\_\_

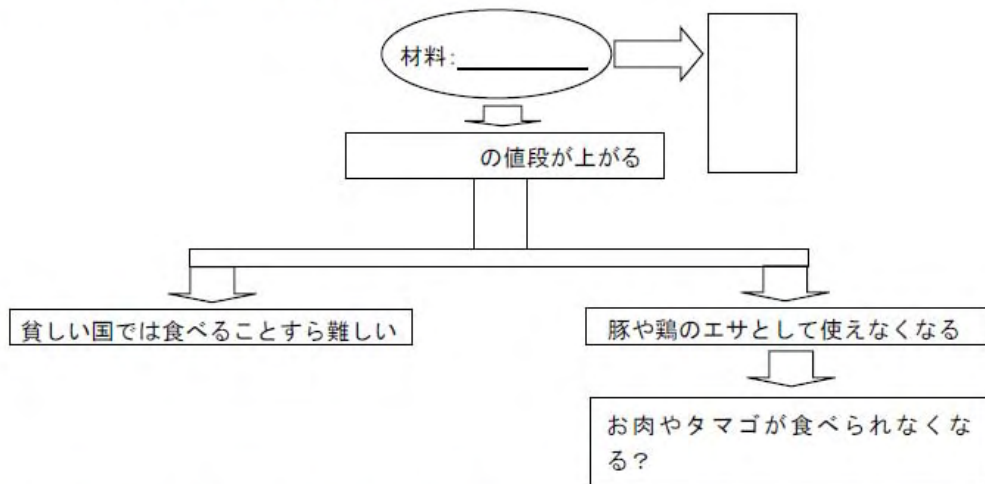
### ○二酸化炭素を減らす作戦

\_\_\_\_\_を出さない発電をする→ \_\_\_\_\_、 \_\_\_\_\_、 \_\_\_\_\_  
 ガソリンをあまり使わない自動車をつくる→ \_\_\_\_\_、 \_\_\_\_\_、 \_\_\_\_\_

○バイオエタノールについて

ガソリンに代わる新しい燃料  
 エタノール= \_\_\_\_\_ の一種  
 植物が原料の \_\_\_\_\_ のひとつ  
 大気中の \_\_\_\_\_ を増やさない  
 再生可能な資源のひとつ→ \_\_\_\_\_

○バイオエタノールの問題点



○みんなができることを考えてみよう

○まとめ

2 時間目 学習プリント

組 番 名前

## バイオエタノールをつくってみよう



前の授業でバイオエタノールの問題点について言いました。なんだったかな？

それを解決する方法として捨てられるリンゴを使ってバイオエタノールを作ってみよう。

### ○リンゴについて

岩手県のリンゴの生産量は全国第何位かな？ \_\_\_\_\_ 位

岩手県で捨てられるリンゴは何個かな？ \_\_\_\_\_ 個

### ○エタノールをつくるのに必要なもの

- ◆ \_\_\_\_\_ : 果物や穀物など
- ◆ \_\_\_\_\_ : パンを作るときに入れるもの。今回はお酒をつくるときに使う酵母

を使います。バイオリアクターというものにぎっしり入っています。

### ○酵母のはたらきについて

酵母は糖分が大好き。糖分をたべて食べ終わったらエタノールを出す！これをつかってエタノールを作るんだ！

### ○バイオリアクターについて

実験台の上にあるつぶつぶしたもの。これがバイオリアクター。この中に酵母が入っている。バイオリアクターの中で酵母が糖分を食べ、エタノールを出す。

**実験**

リンゴからバイオエタノールを作ってみよう

1. リンゴを切ってミキサーですりつぶす
2. すりつぶしたリンゴをガーゼでこしてリンゴ果汁を取り出す
3. 取り出したリンゴ果汁を三角フラスコに 100 ml 移す
4. バイオリアクターを三角フラスコへ入れる（薬さじをつかってゆっくり入れる）
5. 入れ終わったらアルミホイルでふたをしてインキュベータ（窓側にある大きい箱）に入れる
6. ここから 1 日置いておく

**○気がついたことを書いておこう**

○次の時間は

ここからエタノールを取り出します！！



3時間目 学習プリント

組 番 名前

## バイオエタノールを取り出してみよう



### ○前回やったことと今回やること

前はリンゴからバイオエタノールを作ってみました。今回はここからエタノールを取り出します。

### ○どうやって取り出す？

\_\_\_\_\_という方法で取り出します。

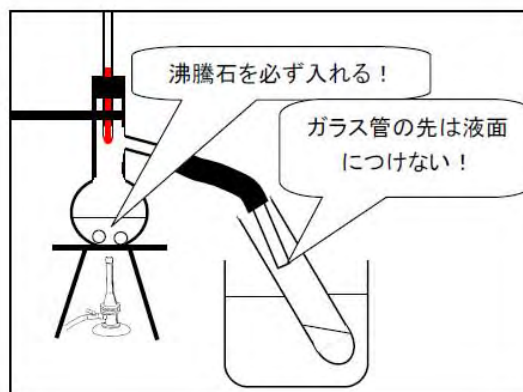
エタノールが沸騰する温度 \_\_\_\_\_℃

水が沸騰する温度 \_\_\_\_\_℃

この差を使って取り出す操作のことをいう

### 実験

1. 昨日仕込んだリンゴ果汁をろ過する
2. リンゴ果汁を枝付きフラスコへ入れる
3. 沸騰石を入れる（なぜかな？）
4. 右図のように器具を組む
5. ガスバーナーに火をつける
6. 温度計が 93℃になったらガラス管を試験管からはずし、火を消す
7. 試験管にたまったエタノールの体積をメスシリンダーを使って測る
8. ここまで終わったら手をあげてください



○枝付きフラスコに沸騰石を入れるのはなぜだろう

○出てきたエタノールの量で気がついたことを書こう

○出てきたエタノールに火をつけてみた感想を書こう

○今回の実験を通して自分たちができることを書こう

○まとめ

## 5-2 実践

5-1 での計画に従い、授業実践を行った。

## 5-2-1 第一時

第一時は A、B 組、C、D 組の 2 つに分けて行った。この授業はバイオエタノールの導入という位置づけで地球温暖化やバイオエタノールの存在、その問題点についての講義を行った。なお、講義にはパワーポイントを使用し、スライドには理科ねっとわーくで配信している地球温暖化についてのデジタルコンテンツを適宜用いた<sup>23)</sup>。以下にそのときの様子及び使用したパワーポイントのスライドを掲載する。



photo 5-1. 第一時の様子

## 地球温暖化から環境を考える

岩手大学大学院教育学研究科  
澤内 大樹

## 自己紹介

名前:澤内 大樹  
出身:岩手県宮古市  
所属:岩手大学大学院教育学研究科

どんなのやっているの？  
みんなが理科が好きになるのはどうしたらよいか  
研究しています

## 質問！

「地球温暖化」  
という言葉聞いたことがある？

## さらに質問！

「地球温暖化」  
と聞いて何を思い浮かべる？

## 地球温暖化とは



## 地球温暖化の原因

- 温室効果ガスが原因！
  - ・ 特に二酸化炭素のかかわりが大きい
- 石油や石炭を燃やすと二酸化炭素が出る！
  - ・ 火力発電
  - ・ 電気をたくさん使う
  - ・ 自動車を走らせる
  - ・ ごみをたくさん燃やす

地球温暖化のしくみ



二酸化炭素濃度は急上昇している！



このまま温暖化が続くと...



盛岡でこれが起こると考えると

盛岡の平均気温は？

- ① 5℃
- ② 10℃
- ③ 15℃

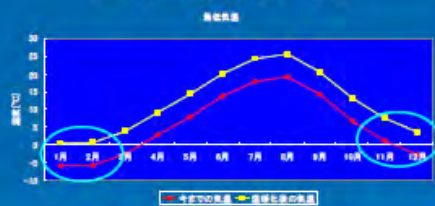
答え ②

6.4℃上昇すると

$$10 + 6.4 = 16.4℃$$

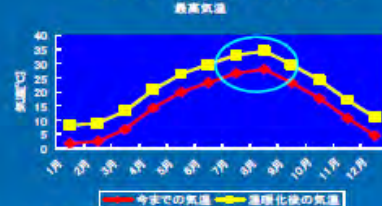
快適になる??

盛岡が温暖化すると



- > 気温がマイナスにならない
- > 雪が降らなくなるかもしれない

盛岡が温暖化すると



- > 8月の平均気温が35℃を超える
- > 日によっては40℃を超える日も！
- > 暑くて辛い！

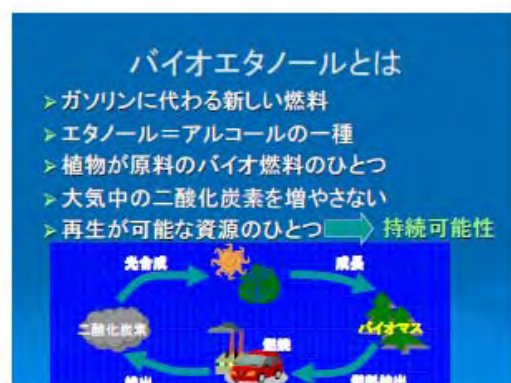




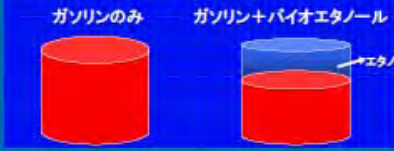
- 二酸化炭素を減らす作戦
- > 二酸化炭素を出さない発電をする
    - ・ 太陽光発電
    - ・ 風力発電
    - ・ 地熱発電
  - > ガソリンをあまり使わない自動車をつくる
    - ・ ハイブリッドカー
    - ・ 電気自動車
    - ・ バイオエタノールをまぜる

質問！

「バイオエタノール」  
 ということばを知っている？



### バイオエタノールの使い方



- ▶ ガソリンに混ぜることで使う
- ▶ ガソリンの使用量を減らす
- ▶ 二酸化炭素削減につながる！

### バイオエタノールはいいこと？

バイオエタノール { 再生が可能  
二酸化炭素を増やさない

でも

問題もある！



### バイオエタノールの問題点

材料:とうもろこし → 食べ物！

とうもろこしの値段が上がる

貧しい国では食べることも難しい

豚や鶏のエサとして使えなくなる

お肉やタマゴが食べられなくなる？

### このバイオエタノール

- ▶ 身近にある、しかも捨てられるのもので簡単に作るができる
- ▶ 次の時間につくってみましょう！

### まとめ

- ▶ 地球温暖化について考えてみました
- ▶ 地球温暖化を防ぐひとつの方法としてバイオエタノールがあります
- ▶ でもバイオエタノールの原料はとうもろこしで食べられない人が出てきています
- ▶ 身近にあり、ごみになっているものでバイオエタノールをつくってみましょう

## 5-2-2 第二時

第二時はリンゴからバイオエタノールを作る仕込みを行った。リンゴ果汁はあらかじめ用意し、生徒たちにはアルギン酸ナトリウムゲルと酵母を混ぜて、バイオリアクターを作成する操作及び、リンゴ果汁にバイオリアクターを入れる操作を行った。仕込んだバイオエタノールは翌日、蒸留操作で取り出すことになる。以下に第二時の様子及びこの時間に使用したパワーポイントによるスライドを示す。



photo 5-2. 第二時の様子

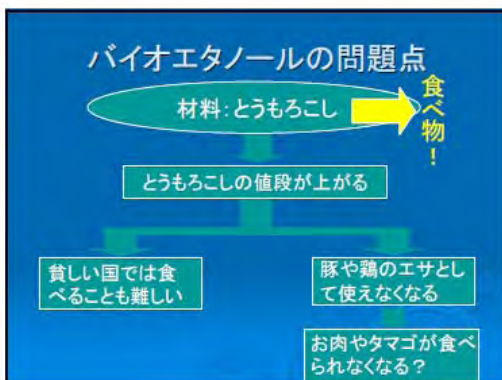


## バイオエタノールを作ろう

岩手大学大学院教育学研究科  
澤内 大樹

### 前の時間の復習

- 地球温暖化にお話をしました
- そのなかでバイオエタノールについてのお話をしました
- 身近な材料でつくることができます！



### ではどうしたらよいか...

- バイオエタノールでない別なエネルギーを使う
- 食べ物と争わない別な材料でバイオエタノールを作る

これに注目してみよう！

### どのような材料があるか

- リンゴに注目
  - ・ 岩手県は全国3位の生産量
  - ・ 全国では約9万トン(3億個！)岩手県でも8千トン(2700万個)のリンゴが使われずに処理されている
  - ・ 日本人1人の年間のリンゴの消費量は20個ほど

リンゴでバイオエタノールを作ってみよう！

### エタノールを作るのに必要なもの

- 糖分
  - ・ 果物
  - ・ 穀物
  - ・ などなど
- 酵母
  - ・ パンを作るときに入れるイーストのこと
  - ・ 今回はお酒を造るときに使う酵母を使います

### エタノールができるまで



糖分                      エタノール

酵母が糖分を食べてエタノールを出す  
この過程を  
発酵(はっこう)という

### バイオリアクター


- 果汁をアルコールにする酵母を固定したもの
- これを入れるだけで果汁がアルコールになる

### 実験手順

```

    graph TD
      A[リンゴをミキサーですり潰す] --> B[ガーゼで果汁をしぼる]
      B --> C[果汁を100 ml三角フラスコに入れる]
      C --> D[酵母を水50mlに溶かす]
      C --> E[ろ過をする]
      D --> F[アルギン酸ナトリウム水溶液と混ぜる]
      F --> G[ピペットを使って塩化カルシウム水溶液に滴下する]
      G --> E
      E --> H[箱の中に1日置く]
  
```

### バイオリアクターを作る



- 酵母を水50mlで溶かす
- アルギン酸ナトリウム溶液と混ぜる
- 塩化カルシウム水溶液に1滴ずつ入れる
- 網を使って水を切る

### では やってみよう！

### 今日のまとめ

- リンゴでバイオエタノールをつくる実験をしました
- 明日ここからエタノールを取り出します

## 5-2-3 第三時

第三時は前時に仕込んだバイオエタノールを蒸留操作で分離する実験を行った。また、エタノールの確認に実際に蒸留したものをろ紙に染みこませ、着火してエタノールの存在を確認した。この実験では7割ほどの班で着火に成功した。実験で用いたエネルギーと実際に得られるエネルギーとの差に触れ、まとめとして今の自分に何ができるか考えさせた。以下に第三時の様子とそのとき用いたパワーポイントのスライドを示す。



photo 5-3. 第三時の様子



## エタノールを取り出してみよう

岩手大学大学院教育学研究科  
澤内 大樹

### 昨日の復習と今日やること

- バイオエタノールについてのお話
- リンゴを使ってバイオエタノールを作ってみました
- 果汁からエタノールをとりだそう！

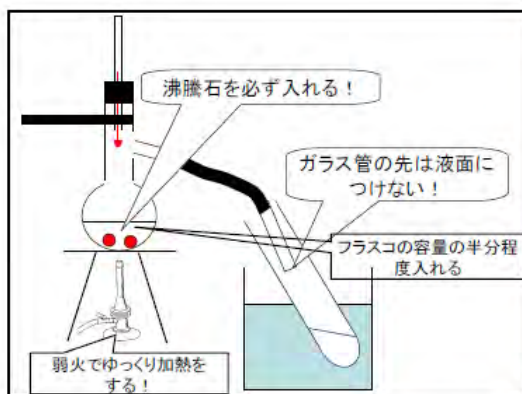
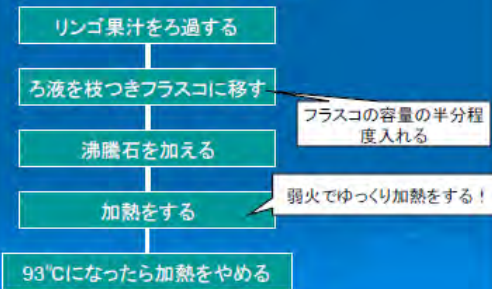
### どうやってとりだす？

水の沸点は？ 100℃

エタノールの沸点は？ 約78℃

このように沸点の違いを利用して物質を分ける操作を  
**蒸留**という

### 実験手順



### 本当にエタノールができたかな？

取り出したエタノールに  
**火をつけてみよう！**

### エタノールを取り出してみて

- 得られたエタノールがすごく少ないことがわかる
- リンゴをしぼる、発酵させる、蒸留するといった操作でエネルギーをたくさん使っている
- 岩手県で捨てられるリンゴをすべてエタノールにすると学校のプール27杯分のエタノールが作れる！
- 研究がすすめばもっと少ないエネルギーでたくさんアルコールがつかれるかもしれない

### では...

今の結果から自分たちが何ができるか考えてみよう！

### バイオエタノールの最前線

- 新しい材料からバイオエタノールが作れないか研究が進んでいる
  - ・ おがくず
  - ・ さとうきびの搾りかす
- これらを実用化するのは将来の君たちかもしれない



### まとめ

- 捨てられるリンゴからバイオエタノールをつくってみました
- 捨てられる食べ物っていっぱいある！
- 食べ物以外でも新しい材料が研究されている
- これでエネルギー問題が解決しないかなあ

### 5-3 アンケート結果

#### 5-1 アンケートの概要

実践授業前（以下 Pre）と実践授業後（以下 Post）にアンケート調査をした。アンケート項目とその略語について **Table 5-1.**および **Table 5-2.**に示す。また、実際に使用したアンケート用紙を掲載する。

なお、事前アンケートと事後アンケートの⑤～⑩は対応しており、授業前後での生徒の意識の変化がわかる。

**Table 5-1.** 事前アンケート

形式	アンケート項目	略語
選 択 式	①自然や科学に興味ありますか。	自然興味
	②自然の持つ力によってエネルギー問題が解決すると思いますか。	自然解決
	③科学の力でエネルギー問題が解決すると思いますか。	科学解決
	④エネルギー問題の未来は明るいと思いますか。	未来明るい
	⑤捨てられるごみで燃料が作れると思いますか。	ごみ燃料
	⑥地球温暖化防止やエネルギー問題解決に向けて行動しようと思 いますか。	解決行動
	⑦環境やエネルギーのことを学ぶのは好きですか。	環境学び
	⑧普段の暮らしで地球温暖化を感じると思っていますか。	暮らし温 暖化
	⑨地球温暖化やエネルギー問題解決に向けて一人ひとりの取り組 みが重要だと思えますか。	取り組み
	⑩環境やエネルギーについてのニュースを見る機会がありますか。	環境ニ ュ ース
記 述 式	⑪地球温暖化について知っていることを自由に書いてください。	温暖化記 述
	⑫バイオエタノールについて知っていることを自由に書いてくだ さい。	バイオエ タ 記述
	⑬エネルギー問題について知っていることを自由に書いてくださ い。	エネルギ ー記述
	⑭地球環境やエネルギーを意識してやっていることを自由に書いて ください。	意識記述

Table 5-2. 事後アンケート

形式	アンケート項目	略語
選択式	①今回の授業はよくわかりましたか。	授業理解
	②今回の授業は楽しかったですか。	授業面白
	③今回の授業の内容に興味が持てましたか。	授業興味
	④今回の授業の内容はこれからの自分に役立ちそうですか。	授業役立
	⑤今回の実験を通して自然や科学に興味ありますか。	自然興味
	⑥今回の実験を通して自然の持つ力によってエネルギー問題が解決すると思いますか。	自然解決
	⑦今回の実験を通して科学の力でエネルギー問題が解決すると思いますか。	科学解決
	⑧今回の実験を通してエネルギー問題の未来は明るいと思いますか。	未来明るい
	⑨今回の実験を通しててられるごみで燃料が作れると思いますか。	ごみ燃料
	⑩今回の実験を通して地球温暖化防止やエネルギー問題解決に向けて行動しようと思いますか。	解決行動
	⑪今回の実験を通して環境やエネルギーのことを学ぶのは好きになりましたか。	環境学び
	⑫今回の実験を通して普段の暮らしで地球温暖化を感じると思われますか。	暮らし温暖化
	⑬今回の実験を通して地球温暖化やエネルギー化問題解決に向けて一人ひとりの取り組みが重要だと思えますか。	取り組み
⑭環境やエネルギーについてのニュースを見ようと思えますか。	環境ニュース	
記述式	⑮地球温暖化について知っていることを自由に書いてください。	温暖化記述
	⑯バイオエタノールについて知っていることを自由に書いてください。	バイオエタノール記述
	⑰エネルギー問題について知っていることを自由に書いてください。	エネルギー記述
	⑱地球環境やエネルギーを意識してやっていることを自由に書いてください。	意識記述
	⑲授業の感想を自由に書いてください	感想

## 事前アンケート

組 番 ( 男 ・ 女 )



このアンケートは、みなさんの地球環境やエネルギーに対する意識をしらべるものです。アンケート結果はコンピューターで処理・分析されますが、個人を特定したりすることはありません。回答は該当する部分に○をして答えてください。

5: そう思う 4: 少しそう思う 3: どちらでもない 2: あまりそう思わない 1: 思わない

① 自然や科学について興味がありますか。

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

② 自然の持つ力によってエネルギー問題が解決すると思いますか。

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

③ 科学の力でエネルギー問題が解決すると思いますか。

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

④ エネルギー問題の未来は明るいと思いますか。

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

⑤ 捨てられるごみで燃料が作れると思いますか。

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

⑥ 地球温暖化防止やエネルギー問題解決に向けて行動しようと思いますか。

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

⑦ 環境やエネルギーのことを学ぶのが好きですか。

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

⑧ 普段の暮らしのなかで地球温暖化を感じると思いますか。

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

⑨ 地球温暖化やエネルギー問題解決に向けて一人ひとりの取り組みが重要だ  
と思いますか。

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



- ⑩ 環境やエネルギーについてのニュースをみる機会がありますか。

5・・・4・・・3・・・2・・・1


- ⑪ 地球温暖化について知っていることを自由に書いてください。

- ⑫ バイオエタノールについて知っていることを自由に書いてください。

- ⑬ エネルギー問題について知っていることを自由に書いてください。

- ⑭ 地球環境やエネルギーを意識してやっていることを自由に書いてください。

協力ありがとう！

事後アンケート 組 番 ( 男 ・ 女 ) 

このアンケートは、みなさんの地球環境やエネルギーに対する意識をしらべるものです。アンケート結果はコンピューターで処理・分析されますが、個人を特定したりすることはありません。回答は該当する部分に○をして答えてください。

5:そう思う 4:少しそう思う 3:どちらでもない 2:あまりそう思わない 1:思わない

- ① 今回の授業はよくわかりましたか。  
5 . . . 4 . . . 3 . . . 2 . . . 1
- ② 今回の授業は楽しかったですか。  
5 . . . 4 . . . 3 . . . 2 . . . 1
- ③ 今回の授業の内容に興味が持てましたか。  
5 . . . 4 . . . 3 . . . 2 . . . 1
- ④ 今回の授業の内容はこれからの自分に役立ちそうですか。  
5 . . . 4 . . . 3 . . . 2 . . . 1
- ⑤ 今回の実験を通して自然や科学について興味がわきましたか。  
5 . . . 4 . . . 3 . . . 2 . . . 1
- ⑥ 今回の実験を通して自然の持つ力によってエネルギー問題が解決すると思いますか。  
5 . . . 4 . . . 3 . . . 2 . . . 1
- ⑦ 今回の実験を通して科学の力でエネルギー問題が解決すると思いますか。  
5 . . . 4 . . . 3 . . . 2 . . . 1
- ⑧ 今回の実験を通してエネルギー問題の未来は明るいと思いますか。  
5 . . . 4 . . . 3 . . . 2 . . . 1
- ⑨ 今回の実験を通して捨てられるごみで燃料が作れると思いますか。  
5 . . . 4 . . . 3 . . . 2 . . . 1

- ⑩ 今回の実験を通して地球温暖化防止やエネルギー問題解決に向けて行動しようと思いますか。

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

- ⑪ 今回の実験を通して環境やエネルギーのことを学ぶのが好きになりましたか。

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

- ⑫ 今回の実験を通して普段の暮らしのなかで地球温暖化を感じると思いませんか。

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

- ⑬ 今回の実験を通して地球温暖化やエネルギー問題解決に向けて一人ひとりの取り組みが重要だと思いますか。

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

- ⑭ 今回の実験を通して環境やエネルギーについてのニュース見ようと思いませんか。

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

- ⑮ 地球温暖化について知っていることを自由に書いてください。

- ⑯ バイオエタノールについて知っていることを自由に書いてください。

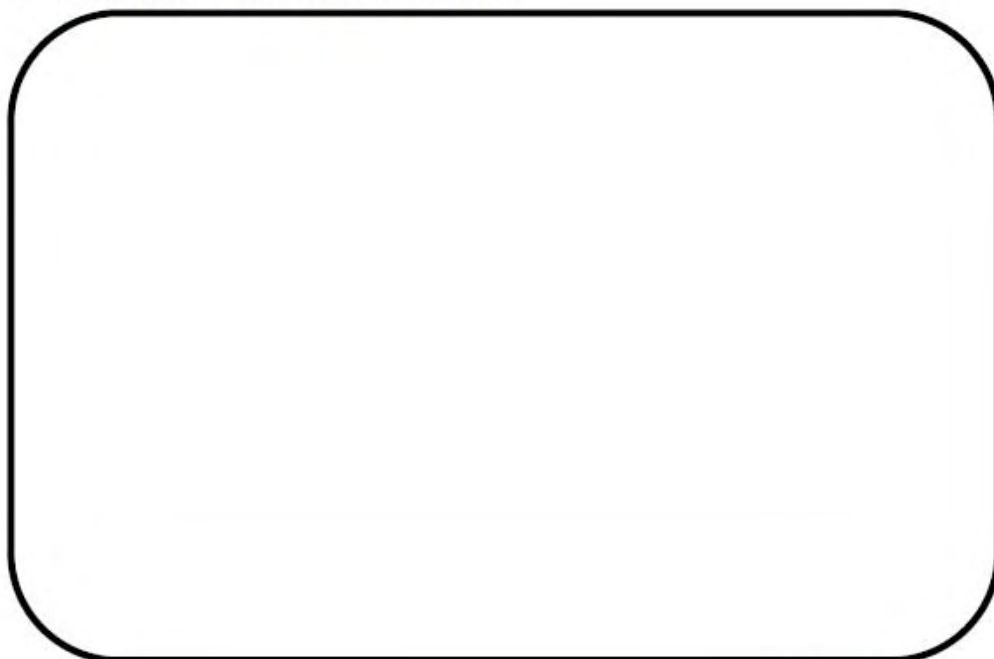
⑰ エネルギー問題について知っていることを自由に書いてください。



⑱ 地球環境やエネルギーを意識してやっていこうと思うことを自由に書いてください。



⑲ 授業の感想を自由に書いてください。



協力ありがとう！

5-2 アンケート結果

アンケートの結果を以下に示す。アンケートの分析には Excel のアドオンである Statcel を用いた<sup>25)</sup>。まず、選択式のアンケートについて正規性の検定を行った。これは「正規分布とみなせる」という帰無仮説をを設定し、 $\chi^2$  値及び P 値が境界値以下のとき、正規分布とみなす。table 5-3.に Pre、table 5-4.に Post の危険率 5%における $\chi^2$  値及び P 値、正規性の有無を示す。なお、事前アンケートの①～⑩、事後アンケート⑤～⑭については前後ともに回収できた 119 組を有効回答とした。

table 5-3. Pre における正規性の検定 (P 値の xE-y は  $x \times 10^y, n=119$ )

	自然興味	自然解決	科学解決	未来明るい	ごみ燃料
$\chi^2$ 値 ( $\alpha=0.05$ )	14.07				
$\chi^2$ 値	158.2	159.9	120.6	135.2	155.3
P 値	7.52E-31	3.30E-31	5.79E-23	5.22E-26	3.05E-30
正規性の有無 ( $\chi^2$ 値)	なし	なし	なし	なし	なし
正規性の有無 (P 値)	なし	なし	なし	なし	なし
	解決行動	環境学び	暮らし温暖化	取り組み	環境ニュース
$\chi^2$ 値 ( $\alpha=0.05$ )	14.07				
$\chi^2$ 値	171.5	126.3	130.2	290.6	135.1
P 値	1.21E-33	3.80E-24	5.58E-25	6.19E-59	1.93E-27
正規性の有無 ( $\chi^2$ 値)	なし	なし	なし	なし	なし
正規性の有無 (P 値)	なし	なし	なし	なし	なし

table 5-4. Post における正規性の検定 (P 値の xE-y は  $x \times 10^y$ , n=119)

	授業理解	授業面白	授業興味	授業役立	
$\chi^2$ 値 ( $\alpha=0.05$ )	11.07				
$\chi^2$ 値	298.8	460.4	344.7	214.1	
P 値	1.08E-60	2.63E-95	1.65E-70	1.16E-42	
正規性の有無 ( $\chi^2$ 値)	なし	なし	なし	なし	
正規性の有無 (P 値)	なし	なし	なし	なし	
	自然興味	自然解決	科学解決	未来明るい	ごみ燃料
$\chi^2$ 値 ( $\alpha=0.05$ )	11.07				
$\chi^2$ 値	132.8	121.8	128.3	71.6	246.4
P 値	5.92E-27	1.29E-24	5.47E-26	4.65E-14	3.33E-51
正規性の有無 ( $\chi^2$ 値)	なし	なし	なし	なし	なし
正規性の有無 (P 値)	なし	なし	なし	なし	なし
	解決行動	環境学び	暮らし温暖化	取り組み	環境ニュース
$\chi^2$ 値 ( $\alpha=0.05$ )	11.07				
$\chi^2$ 値	127.6	90.8	94.1	188.6	142.4
P 値	7.63E-26	4.59E-18	9.04E-19	7.98E-39	5.521E-29
正規性の有無 ( $\chi^2$ 値)	なし	なし	なし	なし	なし
正規性の有無 (P 値)	なし	なし	なし	なし	なし

また、Pre と Post の差をとり、その正規性の検定を table5-5.に示す。

table 5-5. Pre と Post の差の正規性の検定 (P 値の xE-y は  $x \times 10^y$ , n=119)

	自然興味	自然解決	科学解決	未来明るい	ごみ燃料
$\chi^2$ 値	76.0	68.3	74.3	32.9	86.5
P値(上側確率)	5.84E-15	2.34E-13	1.31E-14	3.99E-06	3.62E-17
正規性 ( $\chi^2$ 値)	なし	なし	なし	なし	なし
正規性 (P 値)	なし	なし	なし	なし	なし
	解決行動	環境学び	暮らし温暖化	取り組み	環境ニュース
$\chi^2$ 値	73.9	98.4	75.8	120.0	58.9
P値(上側確率)	1.55E-14	1.15E-19	6.47E-15	3.12E-24	2.08E-11
正規性 ( $\chi^2$ 値)	なし	なし	なし	なし	なし
正規性 (P 値)	なし	なし	なし	なし	なし

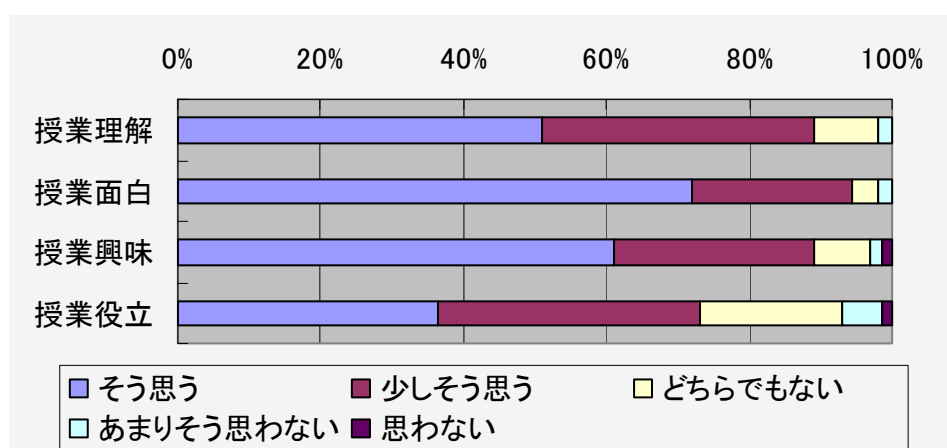
この検定により、選択式の Pre、Post およびその差において全ての項目で正規性が認められなかったため、前後の評価についてはノンパラトメトリック検定の一種であるウィルコクソンの符号付順位和検定 (Wilcoxon signed-ranks test) を用いて評価した。これは対応のある 2 群の中央値に差があるかを検定するテストである。今回は下側検定の危険率 5% で検定した。同順位補正 Z 値が境界値以下のとき、同順位補正 P 値が危険率以下 (0.05 以下) のときに有意性があると判断した。

### 5-2-1 授業評価

Post で実施した質問項目①～④を集計した表及びグラフを **Table 5-6** および **Figure 5-1** に示す。

**Table 5-6.** 授業評価 (n=157)

	授業理解	授業面白	授業興味	授業役立
そう思う	80	113	96	57
少しそう思う	60	35	44	57
どちらでもない	14	6	12	31
あまりそう思わない	3	3	3	9
思わない	0	0	2	2



**Figure 5-1.** 授業評価

### 5-2-2 選択式アンケート

以下に選択式アンケート (Pre①～⑩、Post⑤～⑭) の集計結果の表、グラフ及び各質問項目についてのウィルコクソン符号付順位和検定の同順位補正 Z 値、

同順位補正 P 値を示す。なお、n=119 である。

・ 自然興味

Table 5-7. 自然興味における集計表

	そう思う	少しそう思う	どちらでもない	あまりそう思わない	思わない
Pre	38	45	26	5	5
Post	51	47	15	4	2

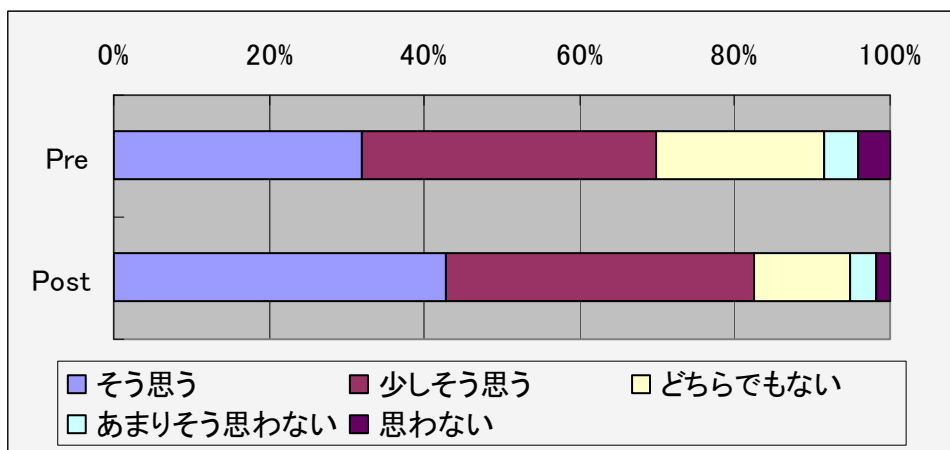


Figure 5-1. 自然興味におけるグラフ

・ 自然解決

Table 5-8. 自然解決における集計表

	そう思う	少しそう思う	どちらでもない	あまりそう思わない	思わない
Pre	39	38	23	14	5
Post	41	56	15	5	2

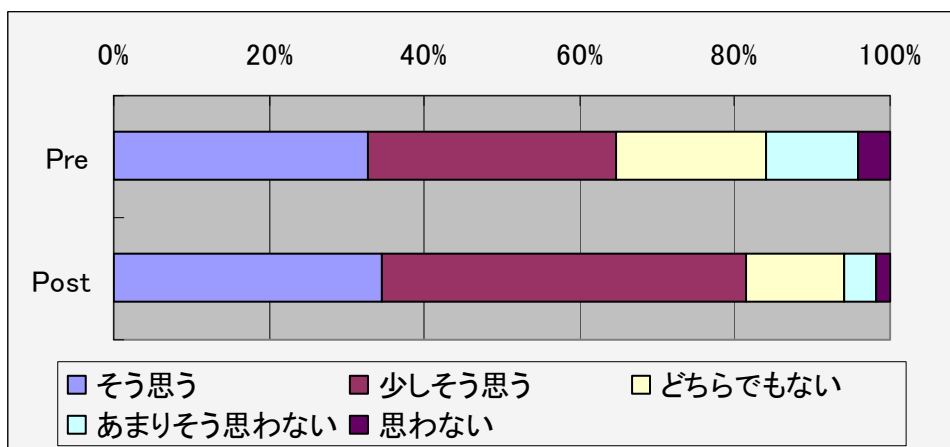


Figure 5-2. 自然解決におけるグラフ



・ 科学解決

Table 5-9. 科学解決における集計表

	そう思う	少しそう思う	どちらでもない	あまりそう思わない	思わない
Pre	42	47	15	9	6
Post	46	49	20	3	1

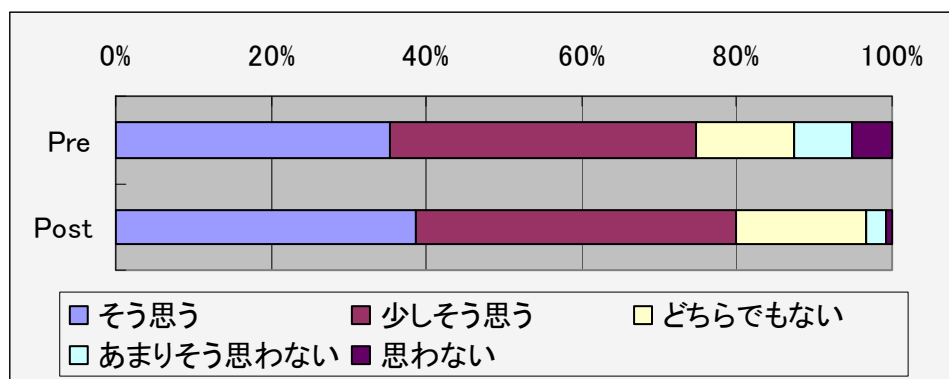


Figure 5-3. 科学解決におけるグラフ

・ 未来明るい

Table 5-10. 未来明るいにおける集計表

	そう思う	少しそう思う	どちらでもない	あまりそう思わない	思わない
Pre	10	16	41	37	15
Post	21	40	41	13	4

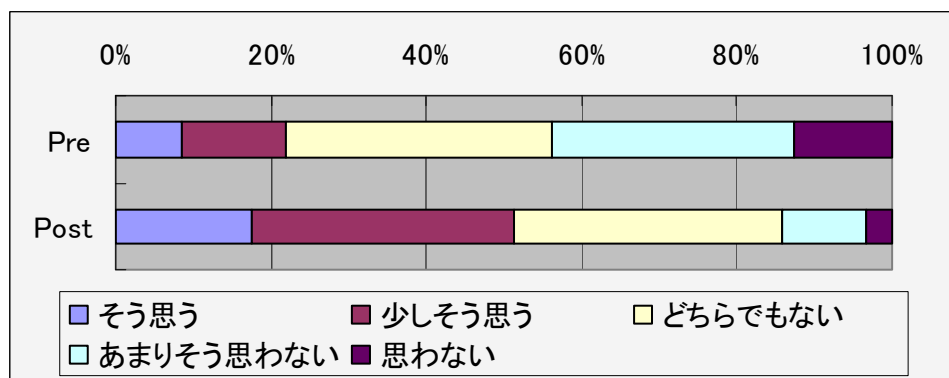


Figure 5-4. 未来明るいにおけるグラフ

・ ゴミ燃料

Table 5-11. ゴミ燃料における集計表

	そう思う	少しそう思う	どちらでもない	あまりそう思わない	思わない
Pre	50	43	22	3	1
Post	71	39	7	2	0

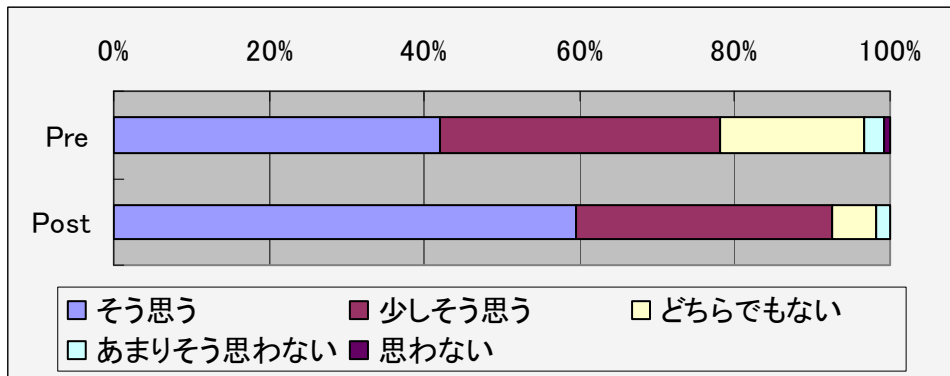


Figure 5-5. ゴミ燃料におけるグラフ

・ 解決行動

Table 5-12. 解決行動における集計表

	そう思う	少しそう思う	どちらでもない	あまりそう思わない	思わない
Pre	38	58	17	3	6
Post	46	54	13	5	1

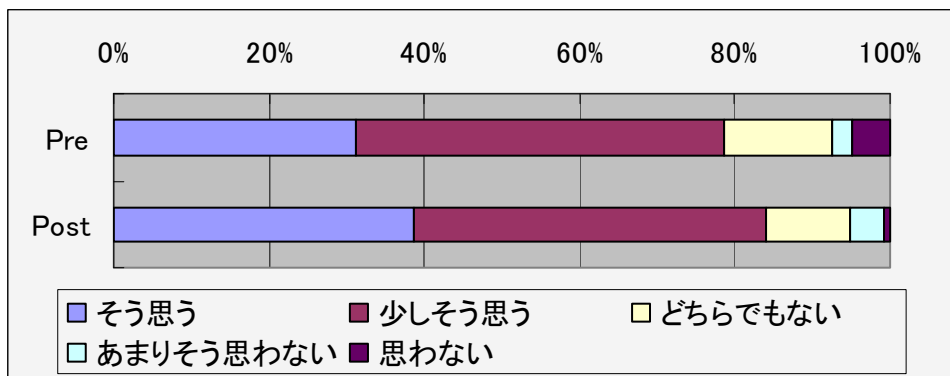


Figure 5-6. 解決行動におけるグラフ

・環境学び

Table 5-13. 環境学びにおける集計表

	そう思う	少しそう思う	どちらでもない	あまりそう思わない	思わない
Pre	28	44	33	9	5
Post	40	45	27	6	1

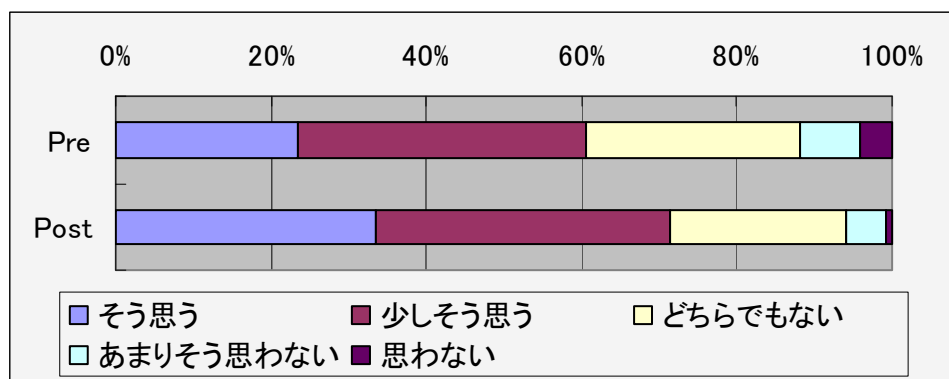


Figure 5-7. 環境学びにおけるグラフ

・暮らし温暖化

Table 5-14. 暮らし温暖化における集計表

	そう思う	少しそう思う	どちらでもない	あまりそう思わない	思わない
Pre	47	43	12	10	7
Post	50	34	20	9	6

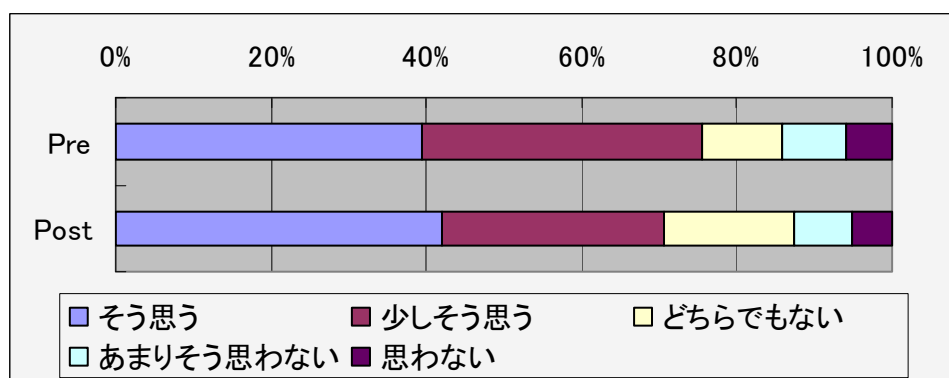


Figure 5-8. 暮らし温暖化におけるグラフ

・ 取り組み

Table 5-15. 取り組みにおける集計表

	そう思う	少しそう思う	どちらでもない	あまりそう思わない	思わない
Pre	79	46	15	3	3
Post	81	29	6	1	2

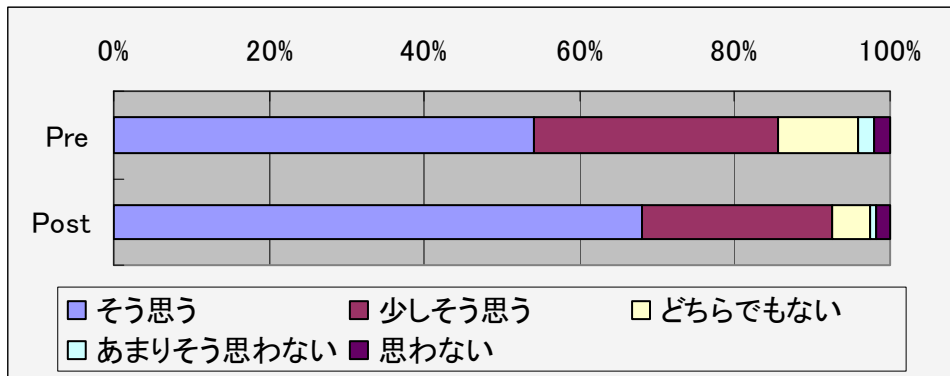


Figure 5-9. 取り組みにおけるグラフ

・ 環境ニュース

Table 5-16. 環境ニュースにおける集計表

	そう思う	少しそう思う	どちらでもない	あまりそう思わない	思わない
Pre	51	46	15	3	3
Post	55	40	16	6	2

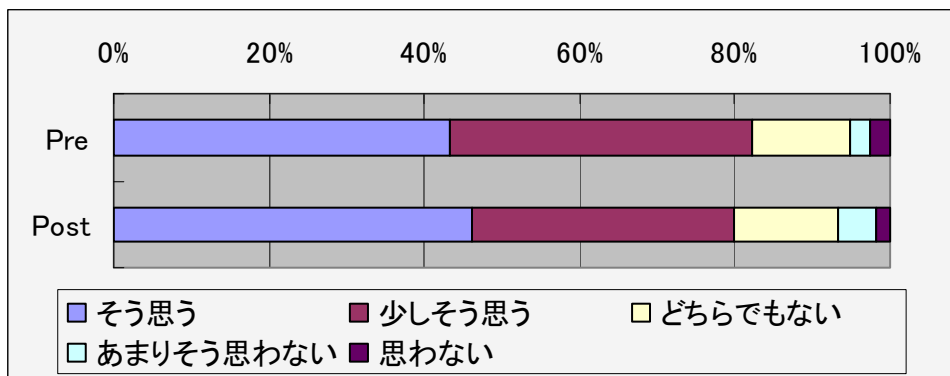


Figure 5-10. 環境ニュースにおけるグラフ

Table 5-17. 各項目における有意性の検定 (P 値の  $xE-y$  は  $x \times 10^{-y}$ )

	自然興味	自然解決	科学解決	未来明るい	ごみ燃料
Z 値 ( $\alpha=0.05$ )	-1.64				
同順位補正 Z 値	-2.91	-2.63	-1.77	-5.85	-3.39
同順位補正 P 値	1.79E-03	4.32E-03	3.86E-02	2.5E-09	3.53E-04
有意性 (Z 値)	あり	あり	あり	あり	あり
有意性 (P 値)	あり	あり	あり	あり	あり
	解決行動	環境学び	暮らし温暖化	取り組み	環境ニュース
Z 値 ( $\alpha=0.05$ )	-1.64				
同順位補正 Z 値	-2.29	-3.01	-0.205	-0.837	-0.559
同順位補正 P 値	1.09E-02	1.30E-03	4.18E-01	2.01E-01	2.88E-01
有意性 (Z 値)	あり	あり	なし	なし	なし
有意性 (P 値)	あり	あり	なし	なし	なし

これにより危険率 5%において「暮らし温暖化」、「取り組み」、「環境ニュース」以外の項目において有意性が認められる。

### 5-2-3 記述式アンケート

記述式アンケートの分析にはテキスト分析ソフトである **KH Coder** を用いて行った。5 回以上出現したワードを抽出し、出現パターンの似通っているワードをデンドログラム（樹状図）で示す階層的クラスタ分析を用いた。以下にそれぞれの質問項目におけるデンドログラムを示す。

・温暖化記述

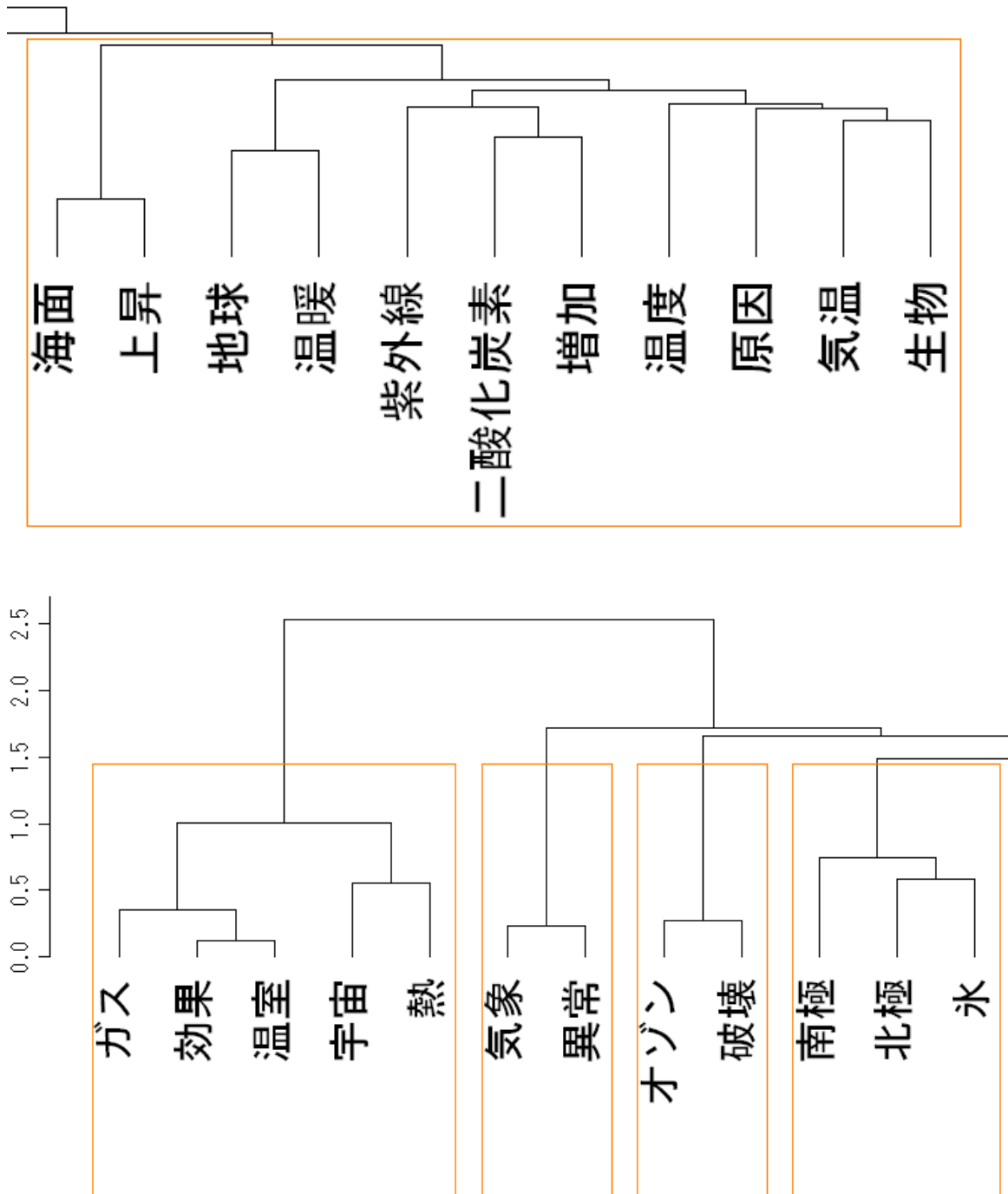


Figure 5-11. 温暖化記述 Pre におけるデンドログラム

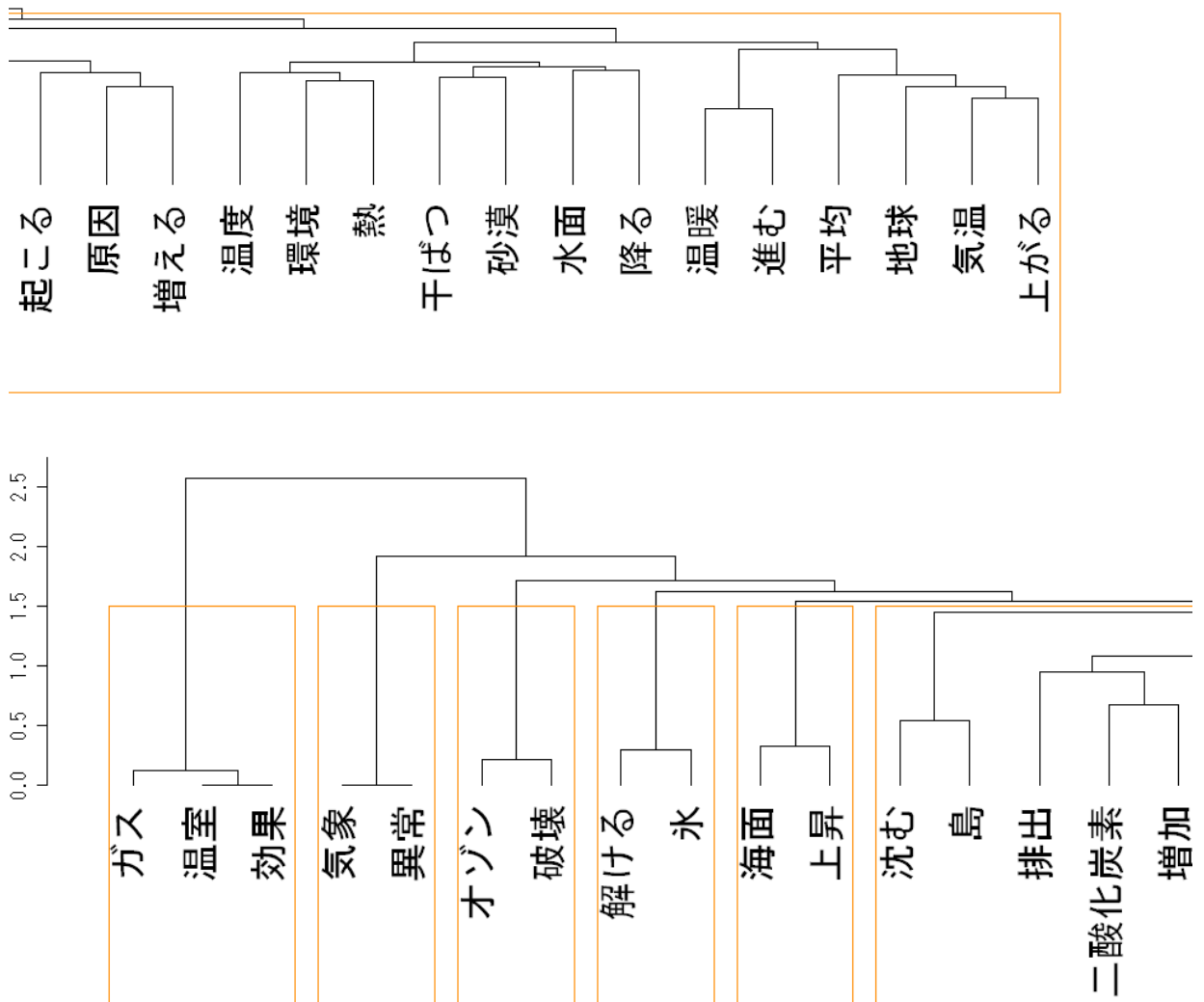


Figure 5-12. 温暖化記述 Post におけるデンドログラム



・バイエタ記述

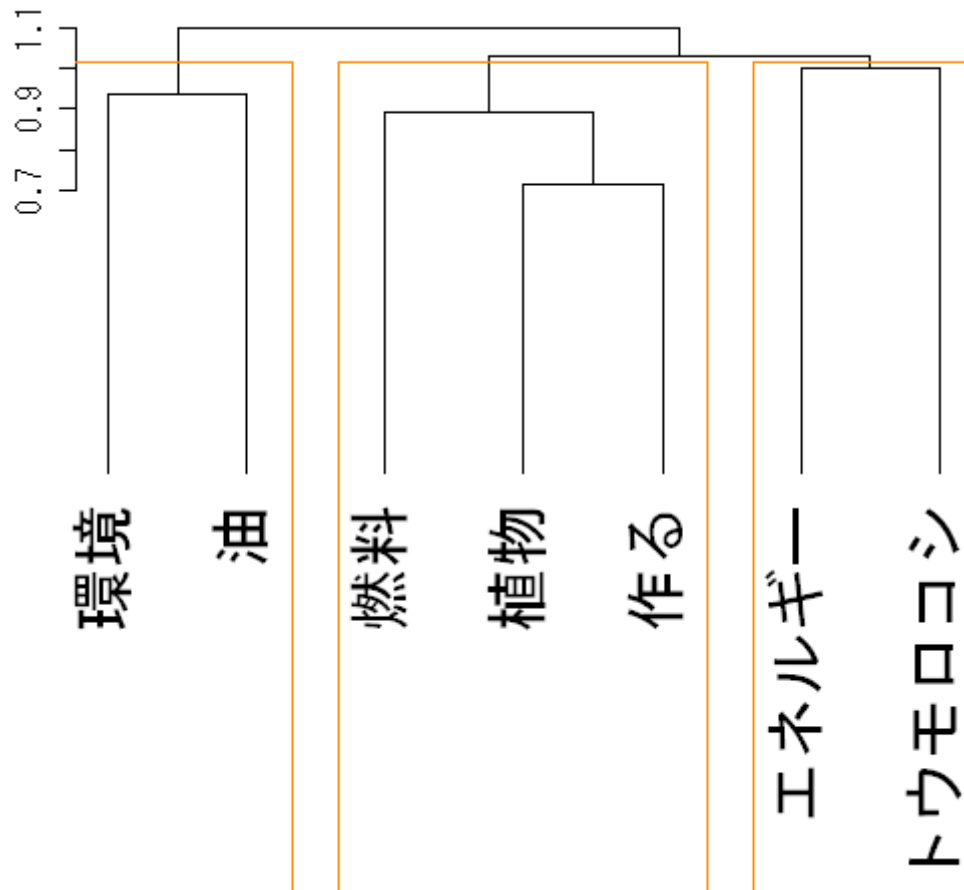


Figure 5-13. バイエタ記述 Pre におけるデンドログラム

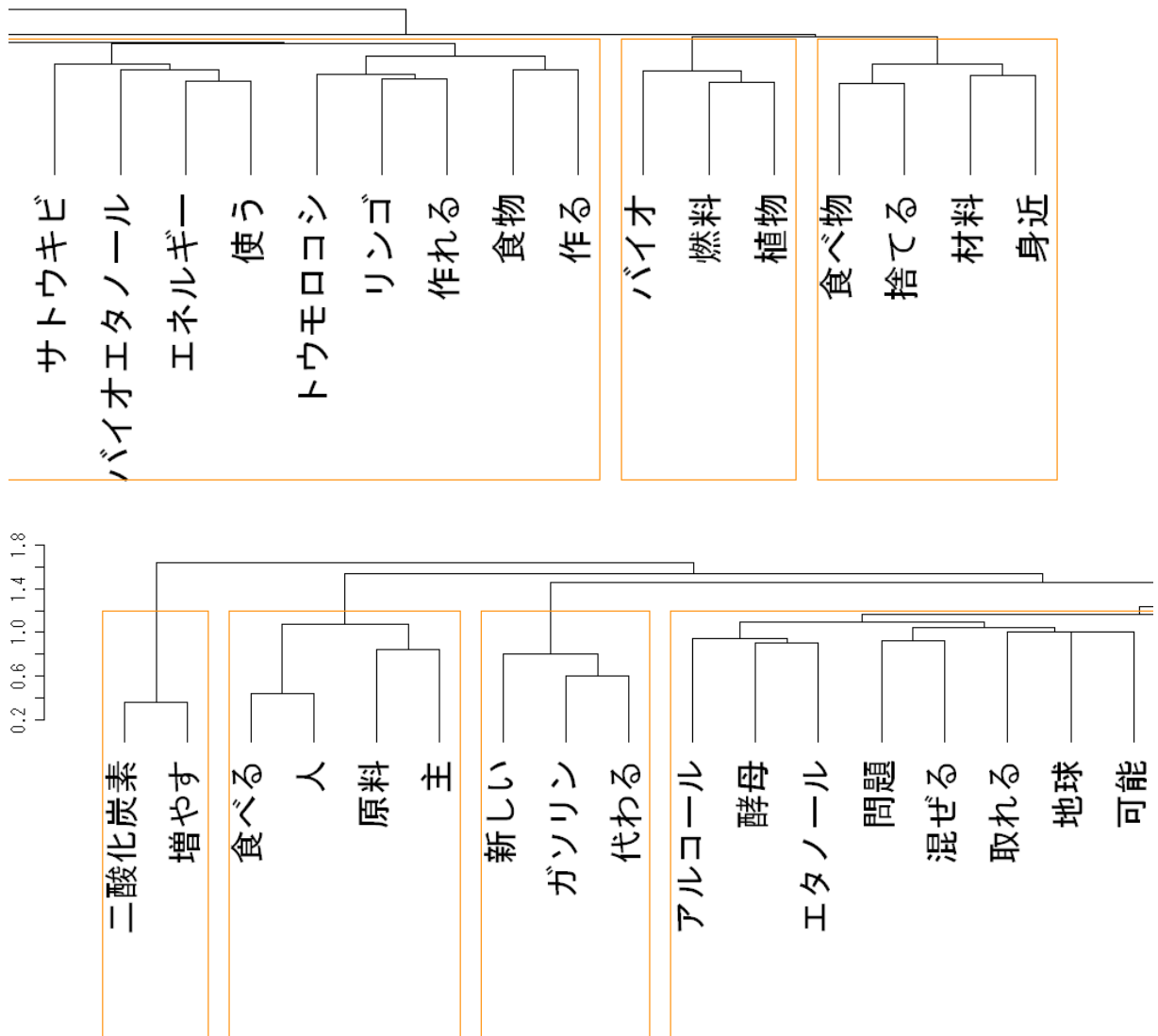


Figure 5-14. バイエタ記述 Post におけるデンドログラム

・エネルギー記述

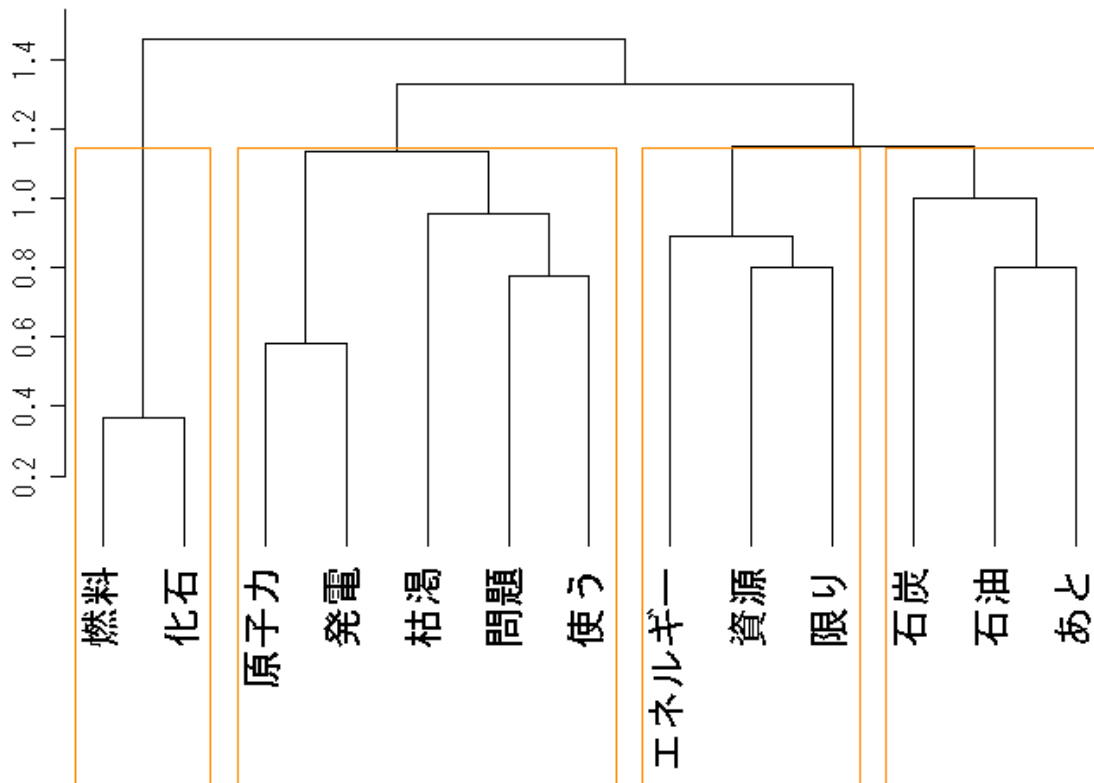


Figure 5-15. エネルギー記述 Pre におけるデンドログラム

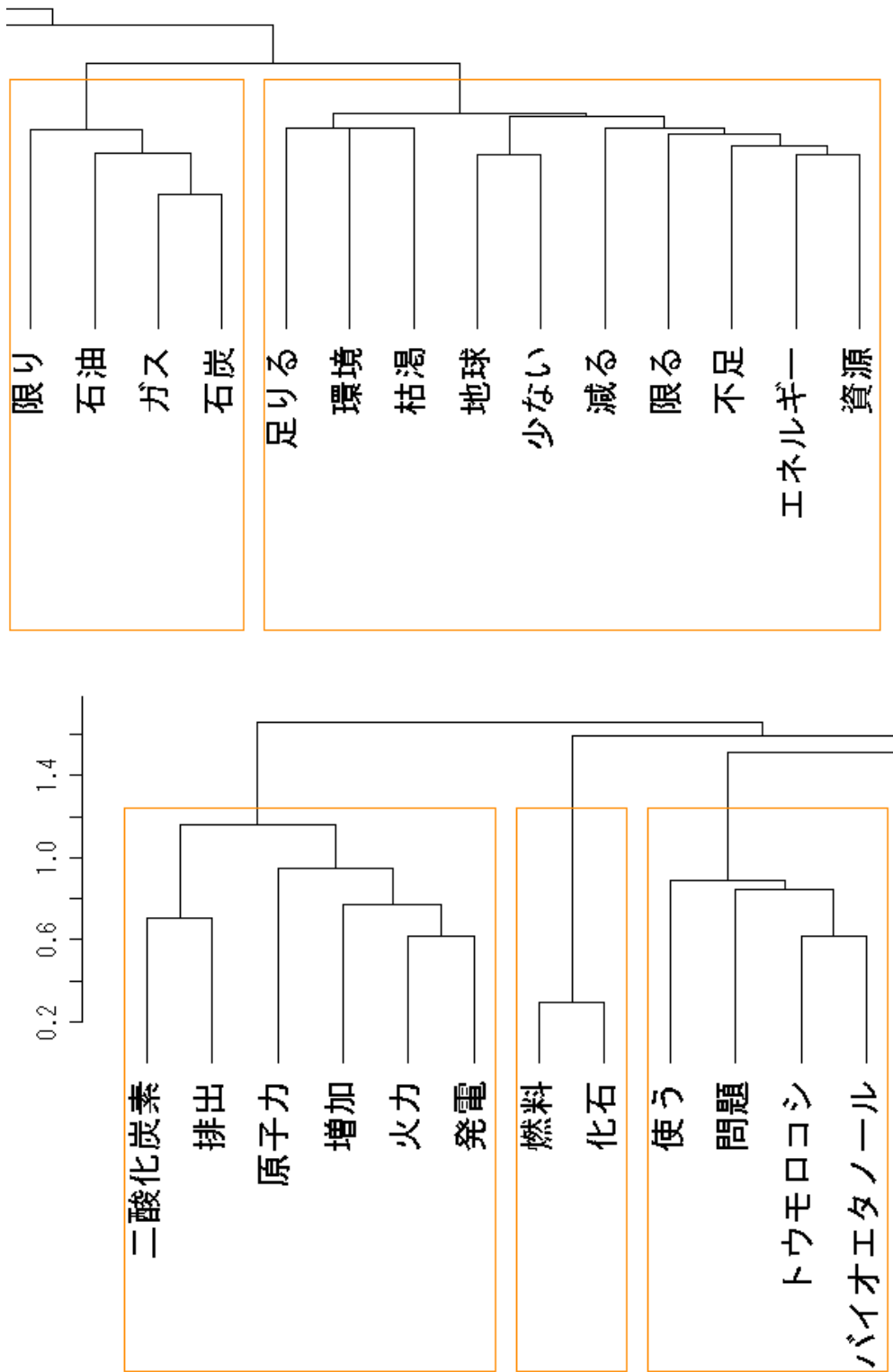


Figure 5-16. エネルギー記述 Post におけるデンドログラム

・意識記述

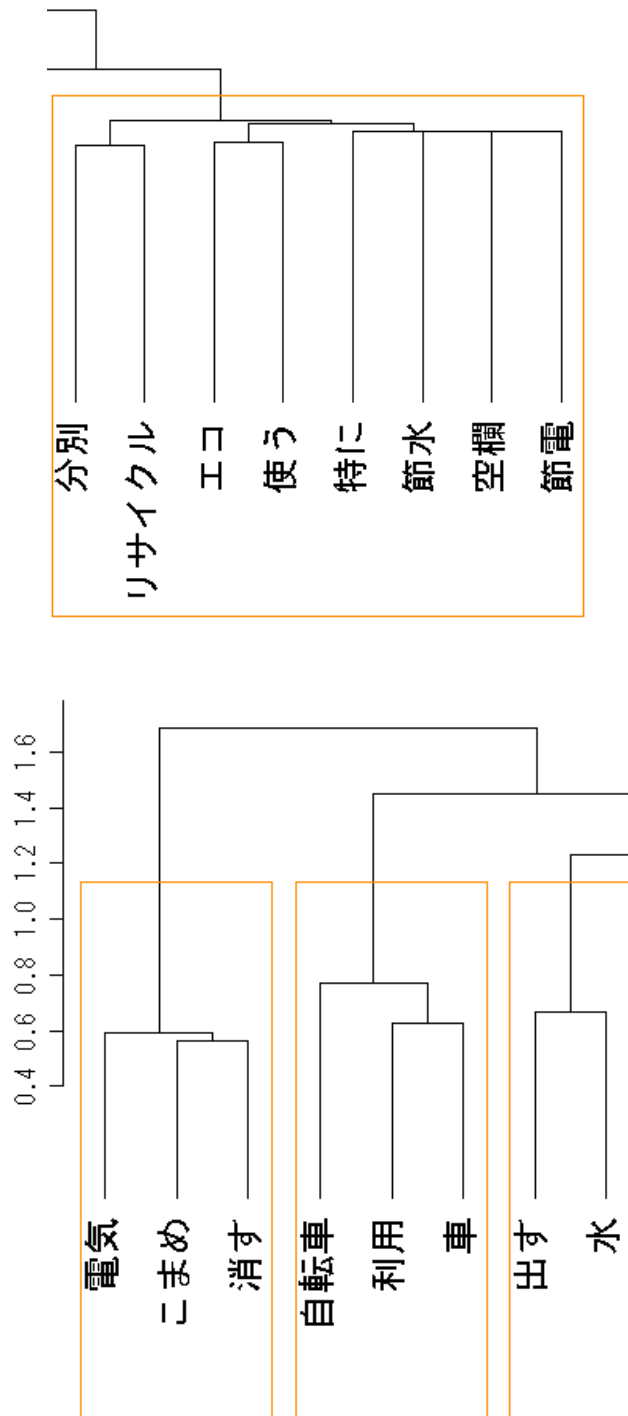


Figure 5-17. 意識記述 Pre におけるデンドログラム

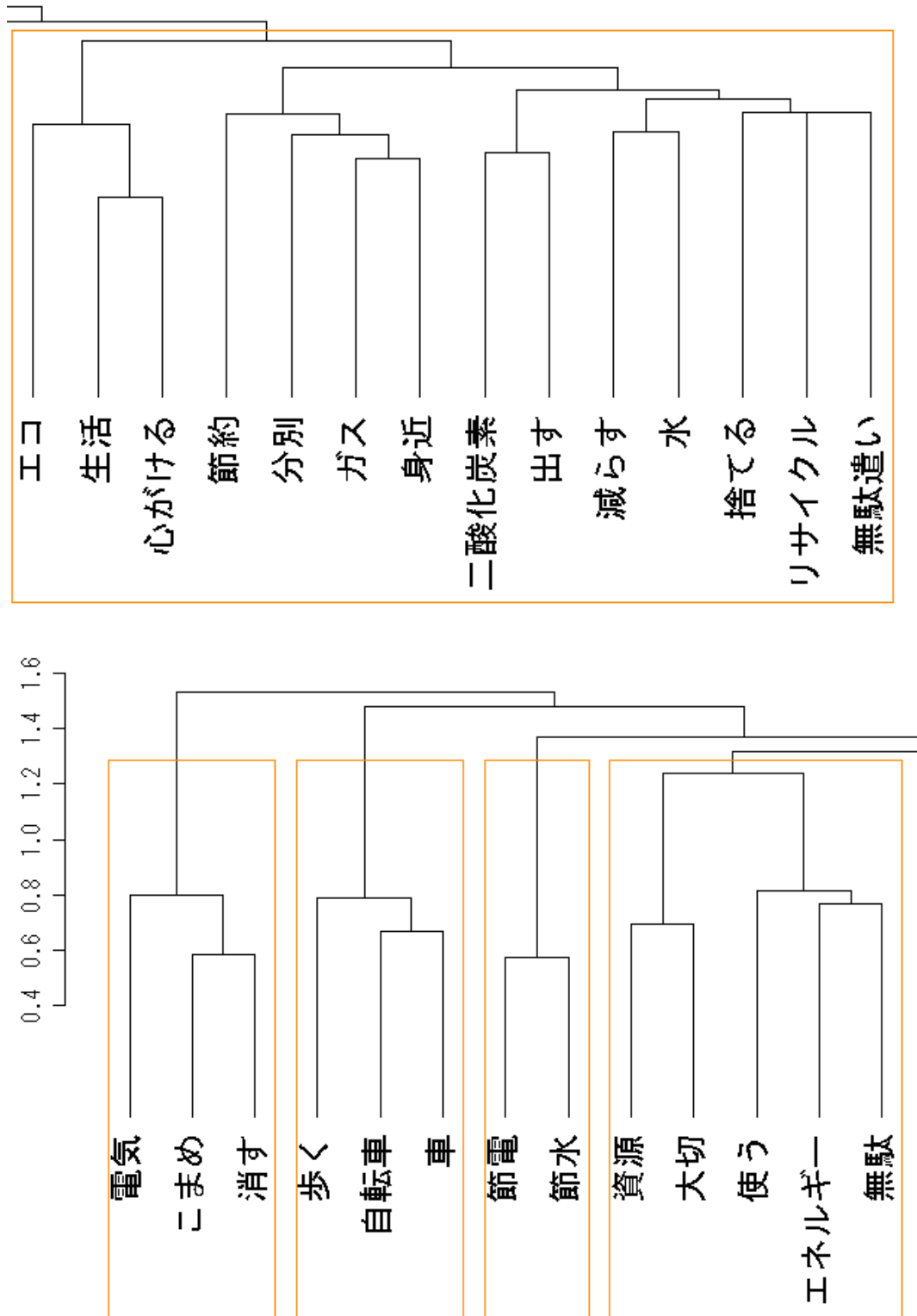


Figure 5-18. 意識記述 Post におけるデンドログラム

## 5-4 考察

### 5-4-1 授業評価

アンケートの結果から授業の評価としてはおおむねよかったといえる。しかし、授業が今後の自分に役立つかという項目において相対的に他の項目より、そう思う、少しそう思うという回答の割合が小さい。これはバイオエタノールが自分との関わりを実感できなかつたと考えられる。

### 5-4-2 選択式アンケート

「暮らし温暖化」、「取り組み」、「環境ニュース」について有意性が認められなかった。「取り組み」については Pre の段階で多くの生徒がそう思うまたは少しそう思うと回答しており、地球温暖化に対し何かしらの取り組みが重要であると考えている。そのため、前後で大きく変化しなかつたと考えられる。

何かしらの取り組みが重要と考えてるのに対し、普段の暮らしから地球温暖化を実感することは少なく、授業後も温暖化を実感するということがなかつた。また、「環境ニュース」に対しても前後で有意性が認められなかった。これは地球温暖化や環境問題というものと実際の生活が乖離しているためであると考えられる。

### 5-4-3 記述式アンケート

全てに項目において、Pre から Post にかけて、出現する語彙数が増加しており、かつ階層も深くなっていることがわかる。特にバイオエタ記述に関してはそれが顕著であり、環境問題やバイオエタノールに関する学習の効果が現れたものと考えられる。しかしながら、温暖化記述の項目をみると、「オゾン層」や「破壊」といったワードが多く見られた。これは温暖化についての設問にも関わらず、「オゾン層破壊」という回答を多く見られるためである。環境問題という大きな枠組みに対し、地球温暖化とオゾン層破壊は原因の異なる独立した問題である。それにも関わらず「オゾン層破壊」というワードが多く見受けられたのは、地球温暖化とオゾン層破壊が断片的知識として素朴概念が形成されていると考えられる。授業の前後で改善されなかつたため、今後は素朴概念の改善も視野に入れた授業展開が望まれる。

#### 5-4-4 授業実践まとめ

今回の授業実践での生徒たちの感想を以下に挙げる。

- ・ 今回の授業を通して地球の問題を再認識することができたのでよかった。
- ・ 今回、エネルギーについて授業をして、わかりやすかったし、楽しく実験もできました。それに今の世界のエネルギーの現状にういて知れてよかったし、しっかり考えていかなければいけないと思いました。今の自分に何ができるかを考えて、これから生活して期待と思いました。
- ・ エネルギー問題、知っているつもりではあったが、確かにつもりでしかなかった。原料の高騰によって主食にする人たちが困っていることが分かった。エネルギーは新しいものがいろいろ考案されているが、結局は欠点があり、実際難しいものがあると思った。今回、エネルギー問題に関してバイオエタノールを通して触れることができたのでよかったです。
- ・ 今回の授業ははじめは「バイオエタノールとは何だろう」というところから始まり、実験をしました。とても面白い実験でエネルギーやバイオエタノールについて深く興味を持つようことができました。楽しい授業を私たちのために考えてくださりありがとうございました！

上に挙げたのみならず、「楽しかった」、「勉強になった」、「地球のことをこれから考えていきたい」など多くの感想が得られた。これにより、第四章 4-2 で述べてきた期待される教育効果が達成できたと判断できる。



## 第六章 結論

本研究では岩手県の特産であるリンゴを用いた新規バイオエタノールの合成及びそれらを用いた教材化への応用の検討を行った。

第二章では地球温暖化とバイオエタノールについて、わたしたちを取り巻く地球温暖化またはその原因について、論じた。さらに代替エネルギーとして注目されるバイオエタノールについて工業的見地から論じた。

第三章では既存の材料で問題になっている食糧との競合を回避するために新規材料である、廃リンゴを用いてのバイオエタノール合成の検討を行った。リンゴの品種・酵母の種類で検討を行った結果、糖度の高いサンフジを用いて、日本酒酵母協会 11 号を用いるとより多くのエタノールを合成できるという結果になった。

第四章では日本における環境教育について法的見地からその必要性について述べ、バイオエタノールを教材として用いることによる期待される教育効果について述べた。

第五章では実際にバイオエタノールを教材として用いての実践授業を行い、その結果及び考察について述べた。アンケートの結果から、第四章で論じた期待される教育効果は達成できたと判断される。

今後はリンゴやその他の材料についてのバイオエタノール合成についての更なる知見の蒐集、精製条件の更なる検討が課題となる。

また、授業方法の更なる検討及び対象を広げた検討も課題となる。

## 参考文献

- 1) 環境省, IPPC 第四次評価報告書総合報告書, (2007).
- 2) 気象庁, IPPC 第四次評価報告書第一作業部会報告書, (2007).
- 3) 環境省, IPPC 第四次評価報告書第二作業部会報告書, (2007).
- 4) 大聖泰弘他編, 図解バイオエタノール最前線, 工業調査会, (2008).
- 5) 坂西欣也他編, トコトンやさしいバイオエタノールの本, 日刊工業新聞社, (2008).
- 6) Alexander E. Farrell, et al, SCIENCE 331, (2006), 506-508.
- 7) 野白喜久雄ら編, 醸造学, 講談社サイエンティフィック, (1993)
- 8) 社団法人アルコール協会, 図解バイオエタノール製造技術, 工業調査会, (2007).
- 9) 水科篤郎他編, 化学工学概論, 産業図書, (1979)
- 10) 農林水産省, 穀物等の国際価格の動向, (2010)
- 11) NEDO 情報・システム部, 米国のバイオエタノールの現状と今後の展望, NEDO 海外レポート, No.1000, (2007).
- 12) 農林水産省, 農林水産統計データ, (2007).
- 13) 社団法人 農山漁村文化協会編, 果樹全書りんご, (1985).
- 14) 福井三郎編, バイオリアクター, バイオテクノロジーシリーズ, (1985).
- 15) 横溝英昭, 環境問題の推移と個人の果たすべき役割, 香川大学経済政策研究, 第5号, (2009).
- 16) 環境省・文部科学省, 環境保全の意欲の増進及び環境教育の推進についてパンフレット, (2005).
- 17) 文部科学省, 中学校学習指導要領 総則, (2008).
- 18) 文部科学省, 中学校学習指導要領 理科, (2008).
- 19) 中野英之, 甜菜バイオエタノールの教材化, エネルギー環境教育研究, 2 (2008), 59-63.
- 20) 北原和夫編, 科学技術の智プロジェクト総合報告書, (2008).
- 21) 北原和夫編, 科学技術の智プロジェクト物質科学報告書, (2008).
- 22) 北原和夫編, 科学技術の智プロジェクト宇宙・地球・環境報告書, (2008).
- 23) 独立行政法人科学技術振興機構, 地球温暖化を阻止せよ
- 24) 柳井久江, 4Steps エクセル統計, オーメムエス出版, (1998).
- 25) 樋口耕一, KH-Coder, <http://www.khc.courceforge.net>

- 26) 澤内大樹, 小藤田久義, 村上祐, 重松公司, 名越利幸, 八木一正, 新バイオマ  
スエネルギーの開発(1)～地域特産リンゴによるアルコール発酵～, 日本理科教  
育学会東北支部大会, (2008).
- 27) 澤内大樹, 坂本有希, 木幡大河, 佐藤真里, 八木一正, リンゴによるバイオ  
エタノール合成および教材化への応用, 日本理科教育学会第 59 回全国大会,  
(2009).
- 28) 澤内大樹, 坂本有希, 高橋治, 佐藤真里, 八木一正, リンゴによるバイオエ  
タノール合成および教材化への応用(Ⅱ), 日本科学教育学会研究会・東北支部会,  
(2009).

## 学会発表

本研究の一部は以下の学会で発表している。

- ・ 澤内大樹, 小藤田久義, 村上祐, 重松公司, 名越利幸, 八木一正, 新バイオマ  
スエネルギーの開発(1)～地域特産リンゴによるアルコール発酵～, 日本理科  
教育学会東北支部大会, **(2008)**.
- ・ 澤内大樹, 坂本有希, 木幡大河, 佐藤真里, 八木一正, リンゴによるバイオエ  
タノール合成および教材化への応用, 日本理科教育学会第 59 回全国大会,  
**(2009)**.
- ・ 澤内大樹, 坂本有希, 高橋治, 佐藤真里, 八木一正, リンゴによるバイオエ  
タノール合成および教材化への応用(Ⅱ), 日本科学教育学会研究会・東北支部会,  
**(2009)**.

## 謝辞

本研究を続け、この論文を書き上げるにあたり、多くの人の叱咤、激励、指導、アドバイス、そして支えがあったためだと思えます。ここに感謝の意を表したいと思えます。

八木一正教授には、指導教官として非常に興味深く、面白いテーマを与えて頂きました。研究のみならず、将来教員としての心構えなどを指導いただきました。大変感謝しています。

本論文を査読していただきました、名越利幸准教授、菊地洋一教授には論文の査読のみならず非常に多くのアドバイスを頂きました。研究に行き詰ったときなど、的確なアドバイスを頂き、自身を深めることができましたありがとうございます。

理科教育科の村上祐名誉教授、内山三郎教授、武井隆明教授、重松公司教授、土谷信高教授、梶原昌五准教授には工学部出身にも関わらず、大学院入学時より暖かく迎えてくださりました。講義や雑談を通して多くのことを学ぶことができました。ありがとうございます。

岩手大学教育学部附属中学校の菊池信司教諭には、お忙しい時期にも関わらず授業実践を行わせて頂きました。授業実践を通して多くのことを学ぶことができました。ありがとうございます。

八木研究室のメンバーには、先輩としての立場から指導、アドバイスをする機会がありました。これらを通して自身を成長させることができたと思えます。

ここに書ききれない多くの友人や家族に支えられてきました。感謝の意を表します。

# 付録

1. 選択式アンケート生データ
2. 記述式アンケート全回答

クラス	通し番号	出席番号	性別	自然興味	自然解決	科学解決	未来明るい	ごみ燃料	解決行動	環境学び	暮らし温暖	取り組み	環境ニュース
	1	1											
	2	2	1	4	4	2	3	5	4	4	4	5	5
	3	3											
	4	4	1	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3
	5	5	1	4	5	5	3	5	3	4	5	5	5
	6	6											
	7	7	1	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4
	8	8											
	9	9	1	4	5	2	1	2	4	4	4	4	5
	10	10											
	11	11											
	12	12	1	5	3	4	2	5	4	4	5	5	3
	13	13	1	5	5	5	4	5	4	4	4	5	1
	14	14	1	5	4	5	2	4	4	3	3	5	4
	15	15											
	16	16	1	5	1	1	1	5	3	3	4	3	5
	17	17	1	1	5	3	1	5	1	1	1	5	5
	18	18	1	3	4	4	2	2	4	4	4	4	4
	19	19	1	5	4	4	2	4	3	4	1	5	5
	20	20											
	21	31											
	22	32	2	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5
	23	33	2	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3
	24	34	2	5	2	5	2	4	4	3	2	5	4
	25	35	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	26	36	2	4	5	4	3	4	3	4	5	3	4
	27	37											
	28	38	2	4	5	5	1	5	4	3	3	5	4
	29	39	2	5	3	3	2	4	4	4	5	5	5
	30	40											
	31	41	2	5	3	4	2	4	5	4	3	5	4
	32	42	2	2	5	5	3	5	4	2	5	5	5
	33	43	2	5	2	2	2	5	5	5	4	5	5
	34	44	2	5	5	1	5	5	4	5	5	5	3
	35	45	2	1	1	5	1	5	3	1	5	5	2
	36	46											
	37	47	2	4	3	5	3	3	5	4	5	5	5
	38	48											
	39	49	2	3	4	4	3	3	4	3	5	5	4
	40	50	2	3	3	4	2	4	4	2	4	4	5

A組

クラス	通し番号	出席番号	性別	自然興味	自然解決	科学解決	未来明るい	ごみ燃料	解決行動	環境学び	暮らし温暖	取り組み	環境ニュース
	41	1	1	3	4	4	4	2	4	2	3	3	5
	42	2	1	5	5	5	4	4	3	4	5	5	5
	43	3	1	2	1	4	1	5	4	2	5	5	4
	44	4											
	45	5	1	2	3	3	3	3	4	3	2	4	4
	46	6	1	5	5	1	2	5	5	5	5	5	5
	47	7	1	5	5	5	3	3	4	5	5	5	5
	48	8	1	5	4	5	4	3	4	4	5	5	5
	49	9	1	4	5	3	2	5	4	4	5	4	5
	50	10	1	5	4	4	3	4	4	4	4	5	4
	51	11	1	4	4	5	2	4	4	5	4	4	3
	52	12	1	4	5	2	4	5	5	4	5	5	5
	53	13	1	5	5	5	1	5	5	5	1	5	5
	54	14	1	5	5	2	2	3	5	5	4	5	5
	55	15	1	5	2	4	2	5	4	4	2	4	5
	56	16	1	3	4	5	3	5	5	5	5	5	3
	57	17											
	58	18	1	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3
	59	19	1	5	4	5	5	3	4	4	5	5	4
	60	20	1	5	3	4	3	5	5	5	5	5	4
	61	31	2	3	2	4	2	2	3	4	3	5	4
	62	32	2	4	4	4	3	3	4	4	4	5	4
	63	33	2	4	2	4	4	5	4	4	5	5	5
	64	34											
	65	35	2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4
	66	36	2	3	4	4	2	4	4	4	4	5	5
	67	37	2	4	4	3	2	5	3	3	5	4	4
	68	38	2	4	4	4	2	2	5	3	4	5	5
	69	39	2	3	3	3	4	4	5	4	4	5	5
	70	40	2	5	3	5	1	5	5	5	5	5	5
	71	41	2	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4
	72	42	2	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4
	73	43	2	3	5	5	2	2	3	4	4	5	5
	74	44	2	3	4	4	2	4	4	4	4	5	4
	75	45	2	3	3	4	4	3	4	3	4	5	3
	76	46	2	4	2	2	2	5	5	5	4	5	4
	77	47	2	3	5	5	2	4	4	4	5	5	4
	78	48	2	4	5	5	4	2	5	5	4	5	5
	79	49	2	4	5	5	5	4	4	5	4	5	4
	80	50	2	5	5	3	2	2	3	4	5	5	5

B組



クラス	通し番号	出席番号	性別	自然興味	自然解決	科学解決	未来明るい	ごみ燃料	解決行動	環境学び	暮らし温暖	取り組み	環境ニュース
	81	1	1	4	5	5	3	3	2	4	4	1	4
	82	2											
	83	3	1	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5
	84	4	1	2	5	5	3	4	1	2	1	5	4
	85	5	1	4	5	4	3	4	5	4	2	5	5
	86	6	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	87	7	1	4	4	4	3	4	2	3	3	4	4
	88	8	1	5	5	5	3	5	5	5	4	5	5
	89	9	1	1	1	1	1	5	1	1	5	1	1
	90	10	1	5	5	4	2	3	4	3	4	5	5
	91	11	1	5	4	5	3	5	4	3	3	4	5
	92	12	1	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
	93	13	1	4	5	5	2	3	3	3	5	5	5
	94	14											
	95	15	1	5	2	2	2	4	4	5	4	5	2
	96	16	1	4	4	4	2	4	3	4	4	4	5
	97	17	1	3	4	4	3	5	3	3	3	4	4
	98	18	1	4	3	5	3	5	4	3	4	5	3
	99	19	1	4	5	2	3	4	3	4	2	2	4
	100	20	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	101	31	2	4	4	5	2	4	5	4	5	5	5
	102	32											
	103	33	2	3	4	3	3	3	3	2	2	3	3
	104	34	2	1	5	1	1	5	1	1	3	1	2
	105	35	2	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5
	106	36											
	107	37	2	4	4	4	4	4	2	2	2	5	4
	108	38	2	4	5	5	5	5	4	4	4	5	4
	109	39	2	3	2	4	1	5	5	4	5	5	4
	110	40	2	3	2	4	2	4	1	2	1	1	4
	111	41	2	3	4	4	3	3	4	4	2	4	3
	112	42	2	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4
	113	43											
	114	44	2	5	2	5	3	5	3	5	5	3	5
	115	45	2	4	4	4	2	3	5	3	5	5	5
	116	46	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1
	117	47	2	1	2	2	3	2	5	3	2	2	5
	118	48	2	4	4	5	3	5	4	5	4	4	5
	119	49	2	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5
	120	50											

C組

クラス	通し番号	出席番号	性別	自然興味	自然解決	科学解決	未来明るい	ごみ燃料	解決行動	環境学び	暮らし温暖	取り組み	環境ニュース
	121	1											
	122	2											
	123	3	1	5	5	5	3	5	5	5	4	4	3
	124	4											
	125	5											
	126	6											
	127	7											
	128	8	1	4	1	1	1	1	4	4	1	4	4
	129	9											
	130	10	1	4	3	3	2	4	4	4	2	5	4
	131	11	1	4	4	4	5	5	3	4	4	4	4
	132	12	1	4	3	3	3	4	5	5	5	5	4
	133	13	1	3	4	5	1	4	4	4	4	4	4
	134	14											
	135	15											
	136	16	1	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5
	137	17	1	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	138	18	1	4	5	5	1	5	4	4	5	5	5
	139	19											
	140	20	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	141	31											
	142	32											
	143	33											
	144	34	2	5	4	4	1	4	3	4	5	5	4
	145	35											
	146	36	2	4	4	5	5	5	5	2	4	5	4
	147	37	2	3	3	4	3	5	4	4	5	5	5
	148	38	2	3	2	4	3	4	4	4	5	5	5
	149	39											
	150	40	2	4	4	4	2	5	4	3	4	5	5
	151	41	2	2	2	3	3	4	4	3	3	4	3
	152	42	2	5	3	4	3	3	4	4	5	5	5
	153	43	2	4	4	4	3	4	5	4	5	5	5
	154	44	2	5	4	4	2	3	5	5	5	5	5
	155	45	2	3	4	4	4	5	4	3	2	5	5
	156	46											
	157	47	2	3	3	3	3	4	1	1	1	1	3
	158	48											
	159	49	2	4	3	4	2	4	4	3	4	5	4
	160	50	2	3	3	4	4	4	5	3	4	4	4

D組

クラス	通し番号	出席番号	性別	授業理解	授業面白	授業興味	授業役立	自然興味	自然解決	科学解決	未来明るい	ごみ燃料	解決行動	環境学び	暮らし温暖化	取り組み	環境ニュース
	1	1	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4
	2	2	1	4	4	2	4	3	4	4	4	4	4	4	3	5	4
	3	3	1	4	5	5	4	5	4	3	3	3	4	4	4	4	3
	4	4	1	5	4	3	4	4	4	5	4	4	3	3	4	4	4
	5	5	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	6	6	1	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5
	7	7	1	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5
	8	8	1	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5
	9	9	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	5	4	4	4	4
	10	10															
	11	11	1	4	5	1	5	3	3	3	1	3	4	3	3	3	3
	12	12	1	2	2	2	2	2	4	4	4	2	3	4	2	3	4
	13	13	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	14	14	1	5	5	5	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	5
	15	15	1	5	5	5	5	5	5	1	2	3	4	5	5	5	5
	16	16	1	3	5	5	4	3	4	4	3	4	4	4	5	5	3
	17	17	1	3	3	1	1	1	1	2	3	3	5	2	2	1	5
	18	18	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
	19	19	1	4	5	4	2	5	5	5	5	5	4	5	1	5	4
	20	20	1	4	5	4	3	4	4	3	3	3	5	5	5	5	5
	21	31	2	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4
	22	32	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	23	33	2	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	5	3
	24	34	2	4	4	5	3	4	4	4	4	3	5	4	4	5	4
	25	35	2	3	5	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3
	26	36	2	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4
	27	37	2	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5
	28	38	2	5	5	5	3	4	3	3	1	4	5	4	3	5	4
	29	39	2	4	5	4	3	4	4	4	5	3	4	5	5	5	5
	30	40	2	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	2	2	2
	31	41	2	4	5	5	5	5	4	4	4	3	4	4	4	5	4
	32	42	2	3	5	5	2	3	5	5	5	5	3	3	4	5	4
	33	43	2	2	4	4	3	3	2	2	2	3	4	3	3	4	5
	34	44	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	35	45	2	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3
	36	46	2	4	5	5	5	5	5	5	2	2	5	5	5	5	5
	37	47	2	5	5	5	4	5	4	5	3	4	4	4	5	4	4
	38	48	2	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	3	5
	39	49	2	4	5	5	4	3	4	4	4	4	4	3	3	5	5
	40	50	2	4	5	4	3	4	3	3	2	2	4	4	3	2	4

A組

クラス	通し番号	出席番号	性別	授業理解	授業面白	授業興味	授業役立	自然興味	自然解決	科学解決	未来明るい	ごみ燃料	解決行動	環境学び	環境意識化	取り組み	環境ニュース
	41	1	1	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	5
	42	2	1	5	5	5	4	5	5	5	3	4	5	5	5	5	5
	43	3	1	5	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	3
	44	4	5	5	5	5	4	4	4	5	3	4	5	4	4	5	4
	45	5	1	4	4	3	3	2	3	3	3	4	2	3	3	4	3
	46	6	1	4	5	4	5	5	5	5	2	4	5	4	3	4	2
	47	7	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	48	8	1	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5
	49	9	1	5	5	5	4	5	3	3	3	4	5	5	5	5	5
	50	10	1	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5
	51	11	1	5	4	4	4	5	4	4	3	5	4	4	4	5	5
	52	12	1	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	5	5
	53	13	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
	54	14	1	5	5	5	5	5	5	4	3	4	5	4	5	5	5
	55	15	1	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	3	5	5
	56	16	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	57	17	1	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5
	58	18	1	5	5	5	4	5	4	5	3	3	4	5	5	5	4
	59	19	1	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5
	60	20	1	5	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
	61	31	2	5	5	3	4	5	3	3	4	3	4	4	4	5	4
	62	32	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	63	33	2	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5
	64	34	2	4	5	5	4	4	5	5	4	5	3	4	4	5	4
	65	35	2	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5
	66	36	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4
	67	37	2	4	5	5	3	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4
	68	38	2	5	5	5	4	4	4	3	2	5	4	3	3	5	2
	69	39	2	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5
	70	40	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	71	41	2	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
	72	42	2	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
	73	43	2	5	5	4	3	5	4	4	4	3	5	4	5	5	5
	74	44	2	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4
	75	45	2	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4
	76	46	2	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5
	77	47	2	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5
	78	48	2	5	5	5	3	4	3	3	4	4	4	5	5	5	5
	79	49	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5
	80	50	2	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	5

B組

クラス	通し番号	出席番号	性別	授業理解	授業面白	授業興味	授業役立	自然興味	自然解決	科学解決	未来明るい	ごみ燃料	解決行動	環境学び	暮らし温暖化	取り組み	環境ニュース
	81	1	1	4	3	4	4	2	4	5	4	2	4	2	3	2	2
	82	2	1	5	4	4	4	4	4	5	3	3	4	4	4	4	5
	83	3	1	3	3	4	5	4	5	5	5	5	4	4	3	3	4
	84	4	1	4	4	4	4	4	4	3	3	5	4	4	4	2	4
	85	5	1	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5
	86	6	1	5	5	5	5	5	1	1	5	5	5	5	5	1	5
	87	7															
	88	8	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	89	9	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	90	10	1	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5
	91	11	1	5	4	3	4	4	4	4	5	3	4	3	3	3	5
	92	12	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	93	13	1	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4
	94	14	1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
	95	15	1	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4
	96	16	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	4	4	4	4
	97	17	1	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	3	5
	98	18	1	4	4	3	3	3	5	4	4	5	5	3	3	5	5
	99	19	1	4	4	4	4	3	3	4	4	5	5	4	4	5	4
	100	20	1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4
	101	31	2	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
	102	32	2	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	3	2	4
	103	33	2	5	5	4	2	3	4	4	4	4	3	3	3	3	2
	104	34	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4
	105	35	2	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
	106	36	2	5	5	5	5	5	3	3	2	4	5	5	5	5	5
	107	37	2	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4	2	4	5	2
	108	38	2	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4
	109	39	2	4	5	4	3	4	5	4	5	4	5	2	4	2	4
	110	40	2	3	4	4	2	4	2	2	4	3	4	3	2	4	3
	111	41	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
	112	42	2	5	5	5	5	5	5	5	3	5	3	5	3	5	3
	113	43	2	4	4	4	4	4	4	3	2	4	4	4	4	5	4
	114	44	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	115	45	2	5	5	4	1	1	1	5	3	1	5	1	1	1	3
	116	46	2	3	5	5	3	3	2	2	2	5	4	3	3	5	4
	117	47	2	4	4	4	2	3	3	3	4	3	2	4	2	4	2
	118	48	2	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	5
	119	49	2	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4
	120	50	2	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5

C組

クラス	通し番号	出席番号	性別	授業理解	授業面白	授業興味	授業役立つ	自然興味	自然理解	科学理解	未来明るい	ごみ燃料	解決行動	環境学習	暮らし温暖化	取り組み	環境ニュース
	121	1	1	5	5	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3
	122	2	1	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	3
	123	3	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	124	4	1	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5
	125	5	1	5	4	4	3	3	4	4	5	4	5	4	4	4	3
	126	6	1	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	5	4
	127	7	1	4	5	5	5	4	4	4	3	4	3	3	4	5	4
	128	8	1	5	5	5	5	5	1	1	1	5	5	5	1	5	5
	129	9	1	5	5	5	2	5	2	4	4	1	2	4	1	5	5
	130	10	1	4	4	5	5	4	4	3	4	4	4	4	5	5	4
	131	11	1	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4
	132	12	1	5	5	5	5	4	4	5	3	5	4	4	3	5	4
	133	13	1	4	5	5	4	5	4	5	3	4	4	5	4	4	4
	134	14	1	5	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	2	4
	135	15	1	5	5	5	5	5	4	4	2	5	5	5	5	5	5
	136	16															
	137	17	1	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4
	138	18	1	3	5	3	4	4	5	5	3	5	4	4	4	4	4
	139	19	1	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	3	5	5
	140	20	1	4	5	3	3	4	5	5	4	5	3	4	5	5	5
	141	31	2	4	5	5	4	5	3	3	3	3	5	5	4	5	5
	142	32	2	4	5	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3
	143	33	2	4	4	3	2	4	5	5	3	5	3	3	5	5	4
	144	34	2	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	5
	145	35	2	5	5	5	4	4	4	4	3	3	4	4	5	5	4
	146	36	2	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	4	5	5	3
	147	37	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	148	38	2	5	5	5	5	5	5	5	3	4	4	4	4	5	5
	149	39	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
	150	40	2	5	5	5	4	5	4	5	2	5	4	4	3	4	5
	151	41	2	5	5	5	3	4	4	4	4	5	5	3	4	5	5
	152	42	2	4	5	5	5	4	3	3	3	4	4	4	4	5	5
	153	43	2	5	5	5	5	5	4	4	3	5	5	4	5	5	5
	154	44	2	5	5	5	4	5	4	4	2	5	5	5	5	5	5
	155	45	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4
	156	46	2	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
	157	47	2	4	2	2	3	2	3	3	3	4	3	2	2	3	3
	158	48	2	5	5	5	5	4	5	4	3	4	5	4	5	5	5
	159	49	2	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5
	160	50	2	4	5	5	3	4	4	4	3	4	4	3	5	5	4

D組

## Pre. 温暖化について知っていること

海面上昇  
島の水没  
オゾン層の破壊  
温室効果ガスが地球を暑くしている  
オゾン層破壊  
北極の氷が解けていっている  
海面の上昇  
海面上昇  
異常気象  
オゾン層の破壊  
海面上昇  
生態系の変化  
異常気象  
二酸化炭素  
気温の上昇により氷がとけ、海面が少しずつ上昇している  
少しずつ地球の気温が上がっている  
オゾン層の破壊  
北・南極の氷が解けて海面上昇  
二酸化炭素が原因  
オゾンがメタンやら何やらによって分解  
この現象により南極の氷がとけて海水面が上昇し沈む島がでてくる  
オゾン層が壊れていって紫外線とかいうのが入ってくる  
地球があたたかくなる  
地球が熱を放出できなくなって温暖化する  
永久凍土がとけた  
海面上昇  
オゾン層破壊  
工場や自動車などから二酸化炭素が胚珠移されそれが温室効果ガスとなり太陽の光を宇宙空間に放出しにくくなって気温が上がる  
季節  
異常気象  
二酸化炭素などが排出されることによってオゾン層が破壊される  
気温上昇で氷が解ける→海面上昇→島国の水没の恐れ  
二酸化炭素の量が多い→酸性雨  
二酸化炭素の量が多い→オゾン層の破壊→紫外線が直接皮膚に当たる→皮膚がんのおそれ  
気温上昇→生物の活動範囲や季節のずれ  
温度・気温の上昇  
海面上昇

北極や南極の氷が解け始めている  
紫外線によるオゾン層の破壊  
地球がかぜをひく  
温暖化が進むと生き物が住めなくなる  
氷がとけは始めている  
オゾン層の破壊  
ツバルが沈む  
地球の気温が上がって異常気象が起きたり海面が上昇して陸が減る  
このことで夏などの気温がめっちゃ高くなる  
南極の氷がとける  
地球温暖化によって苦しんでいる生き物がいる  
自動車から出る二酸化炭素や工場の煙が問題になっている  
北極の雪がとけたり、聞くなどでも異常なことがおこっている  
海面上昇  
異常気象  
あつつくなる  
大企業も取り組まないと意味がない  
オゾン層破壊  
二酸化炭素が原因地球の平均気温が上昇する  
海水が上昇したり異常気候が起こったりする  
二酸化炭素が海面が上がる  
南極や北極の氷が解けて水位があがったり海水の温度が上がって魚が死ぬ  
オゾン層の破壊が原因  
二酸化炭素が増える  
温室効果ガス（主に二酸化炭素）の増加により宇宙に分散するはずの熱をより多く地表にとどめてしまい、世界の平均気温が上昇しさまざまな以上をきたすということ  
北極の氷が溶け、海面が上昇し、海に沈む危険がある島がある  
気温や気象が大きく変化する原因にもなっている  
近年まで大量に使われたフロンガスによってオゾン層が破壊され太陽の紫外線が降り注ぐ  
熱を吸収しなくなり地球が熱くなっている  
二酸化炭素などの気体が放射熱を止め、気温が上がる

海面は上昇し、一部の地域が水没する  
地球の気温が上昇  
異常気象  
二酸化炭素等の影響で大気付近に層を作り  
太陽光による熱を逃がさずとどめてしまう  
ため温暖化が発生する  
オゾンホールが発生している  
今オゾン層を増やしても逆効果である  
北極の氷が解けている  
年々気温があつくなっている  
オゾン層の破壊的なこと  
二酸化炭素が増えていて海面上昇がおきて  
いる  
異常気象が起こっている→猛暑など  
北極や南極の氷河がとけ、海面が上昇する  
氷河がくずれて流され、生物にも影響を与  
えている  
異常気象になる  
気温が上がる  
オゾン層の破壊による  
二酸化炭素の増加  
南極の氷が溶けている  
排気ガス  
ハイブリッドカーが開発  
エコカー補助金  
海面が上昇している  
北極・南極の氷がなくなっている  
多量の二酸化炭素が地球の大気内にあり、  
熱を放出しにくい  
二酸化炭素が増えたことによる異常気象  
平均的な気温の上昇や流氷の減少  
オゾン層破壊  
海面が上昇  
水温が上がる  
オゾン層破壊  
二酸化炭素が増える  
地球全体の二酸化炭素が増える  
オゾン層が破壊されている  
北極の氷が解けている  
気温が前より高くなっている（異常気象な  
ども）  
地球の温度が上がり、自然や動物などに影  
響を与えている  
北にある氷がとけている  
動物・生物が絶滅したり、たくさん死んで  
いる  
氷が解けて水面が上昇している  
オゾン層が薄くなっているせいで、太陽が

直接あたるようになりあつくなっているこ  
と  
オゾン層の破壊  
森林伐採  
地球温暖化が進むと北極の氷が解けシロク  
マが絶滅する→海面上昇  
永久凍土の通りがとけると新しいウィルス  
などがでるかも  
ヒートアイランド  
地球温暖化によって気温の上昇がおこる  
北極の氷が溶けていく  
牛のゲップ  
オゾン層の破壊によって太陽からの光が張  
ってきて外にぬけられずこもっている状態  
で地球があつくなる  
温室効果ガスがふえすぎて熱が宇宙からに  
げらなくなってる  
なし  
海面水位の上昇  
南極の氷が解けている  
気温の上昇  
北極の氷がとけている  
海面の上昇  
海面上昇  
海面上昇  
気温の上昇  
北・南極の氷の融解  
二酸化炭素濃度の増加  
海面上昇  
地表の温度が上昇している  
永久凍土がけてははじめ、海面が上昇してき  
ている  
氷がとけて海面上昇する  
あつくなる  
南極の氷がとける  
とけた水で洪水が起きる  
海面上昇  
世界的に気温が上昇して海面上昇が起きて  
いる  
温室効果ガスによって本来宇宙空間に逃げ  
ていく熱が逃げていかず地球全体がビニー  
ルハウスのようになって温度が上がっている  
温度が高くなると南極の氷がとけて海面水  
位があがりさらに温度上昇で膨張しさらに  
海面水位があがり水没する国も  
二酸化炭素  
暖冬  
海面上昇



気温の上昇  
気温がおかしい  
二酸化炭素増加  
オゾン層が破壊  
地球温暖化は世界的に問題になっていること  
で海面の上昇などが問題になっている  
温室効果ガス  
二酸化炭素  
オゾン層  
温度が上がっている  
紫外線増加中  
オゾン層の破壊  
なし  
二酸化炭素増加  
オゾン層  
酸性雨  
海面上昇  
地球が暖かくなることで（オゾン層破壊）  
南極の氷がとける  
海面上昇  
気温が上がる  
変な気候  
島が沈んじゃう  
北極の氷がとけている  
二酸化炭素排出量の削減にがんばっている  
北極の氷がとけてきている  
氷がとける  
二酸化炭素ふえる  
北極とか南極の氷がとけている  
オゾン層の破壊  
二酸化炭素の排出  
オゾン層のはかい  
二酸化炭素の増加  
氷がとけたりしてそこに住んでいる生物が  
生きられなくなっていく  
地上からの熱が宇宙空間に放出されない  
地球温暖化によって海面が上昇しツバルで  
沈水し始めている  
沈むところがある→海面上昇  
オゾン層の破壊  
海面上昇  
温度の上昇

オゾン層が破壊されている  
オゾン層破壊  
海面上昇  
オゾン層がくずれはじめて気温があがる  
気温が上昇する  
オゾン層破壊  
氷がとけて海面が上昇している  
雪がとける→マンモスの毛がでてきた  
水面上昇  
オゾン層の破壊  
進行している  
オゾン層が破壊されている  
気温が高くなってきている→北・南極の氷  
がとけ、海面上昇  
人間のせい  
フロンガスが破壊されて起こる  
気温が上がり生物が死んでいく  
二酸化炭素によるオゾン層の破壊などで地  
球が温暖化して北極で氷がとけたり、いろ  
いろ起こっている  
オゾン層の破壊  
二酸化炭素の増加  
暑くなる  
二酸化炭素増  
オゾン層の破壊  
気温の上昇して生物なくなる  
オゾン層が厚くなることでおこる  
オゾン層がこわれちゃった  
だから危ない  
紫外線が強くなっている  
化石燃料の消費によってでる二酸化炭素の  
温室効果によって地球全体の平均気温が上  
昇する現象  
気候が変わったり、北極の氷がとけて、海  
の水位が上がったりする  
ちなみに、恐竜がいた時代は今より二酸化  
炭素が多かったそうです  
原因について  
近年温度が上昇している  
海面上昇  
オゾン層の破壊  
温度上昇

## Pre. バイオエタノールについて知っていること

とうもろこしが原料  
とうもろこしから作る  
ガソリンのかわりになる  
聞いたことがあるがよく分からない  
化学燃料  
植物のエネルギーのよって作られたもの  
二酸化炭素が発生しない  
聞いたことがあるが知らない  
油？  
よく分からない  
車などを走らせることが可能  
環境にいい  
エコにつながる  
環境にやさしい  
環境にいい  
環境にやさしい  
黄緑色？っぽい  
とうもろこし  
氷みたいに燃えるというもの  
新エネルギーみたいで期待されている  
環境にやさしいエタノール  
とうもろこしから作る  
とうもろこしからつくる  
新しいエネルギー  
とうもろこし  
とうもろこし  
油  
とうもろこしから燃料をつくる  
自然から燃料をつくる  
燃料である  
植物からつくられた燃料  
エコかどうか分からない  
何かの植物から作られる燃料で石油などと  
違いm限りがあるわけでない  
とうもろこしなどを使った年長でブラジル  
などで行われている  
植物の油でつくる燃料  
とうもろこしからできる  
黄色っぽい  
作物等から油を精製する  
サトウキビから作られる  
とうもろこしだったような気がします  
燃料として利用する  
燃料  
植物から作る  
環境にやさしい  
とうもろこしから得られる  
新しいエネルギーの源  
サトウキビが原料  
植物原料を使って作ったアルコールの一種  
ガソリンなどよりも環境にやさしい  
環境に配慮した地球にやさしいもの  
危険？  
とうもろこしから作られる  
環境にやさしい燃料  
サトウキビからできる  
ごみなどからエタノールを作る  
植物から取り出す燃料  
油やしの伐採がマレーシアで環境問題にな  
っているとか  
とうもろこし  
環境にいいといわれている  
サトウキビを原料にする  
ガソリンの代替技術としてとうもろこしから  
作られる燃料  
トウモロコシからつくられる燃料  
とうもろこしからつくられる  
とうもろこしからつくられる  
新エネルギー？  
とうもろこしからつくる燃料  
トウモロコシから作られる燃料  
知りません  
とうもろこし  
とうもろこし  
新しい燃料  
トウモロコシから精製される  
アメリカがやってる  
トウモロコシ  
新しくできた技術  
とうもろこしからできる？  
あたらしい石油となる？  
トウモロコシからできる  
とうもろこし  
とうもろこしによる石油？  
将来有効な燃料  
環境にやさしい？  
ごみやいらなくなったものからつくりだす  
燃料のこと

## Pre. エネルギー問題について知っていること

原子力発電など少しの力で大きな力を生み出せるが、残った物質の処理が危険  
有限だから後が大変  
あともう何十年もすれば石油類が地球からなくなる  
エネルギー資源がなくなっていっている  
石油には限りがある  
メタンハイドレード?などという資源が注目されている  
資源がなくなる  
化石燃料がなくなる  
原子力発電などで有害なものがでる  
地下資源の枯渇  
化石燃料がなくなる  
限度ある  
燃料には限りがある  
化石燃料の枯渇  
日本の発電は火力発電が主でそれに使われる化石燃料が有限であるということ  
石油の量に限りがある  
天然の燃料の減少  
エネルギーが不足している  
限りのある資源の終わりが見えていること  
自然エネルギーを使ったものが普及しているということ  
石油や石炭は取れる量に限度があるので、未来何年か後にはなくなってしまいう  
エネルギーが使えない  
原子力発電の廃棄物の地層処分の CM を見たことがある  
原油や鉄鉱石、石炭などが徐々に減っている  
値段もガソリンなど高くなっている  
石油が減少、後数年でなくなる危険性がある  
石油の残りはあと約50年  
石油がなくなる  
石油がなくなる  
資源に限りがあること  
石油がこのままだと40年くらいでなくなる  
石油があと40年でなくなる  
原子力発電の放射性物質の後始末  
化石燃料が少ない  
資源の枯渇  
石油、石炭、天然ガス、ウランなど限りのあるエネルギーがなくなってきている

石油など化石燃料の枯渇が問題になっている  
風量発電のプロペラで鳥が死ぬ  
化石燃料のエネルギーには限度がある  
石油はあと40年くらい  
環境問題にもつながっている  
原子力発電  
原油や石炭などの使用→地球環境汚染  
限りがあるため未来を考えたエネルギー資源ではないと思う  
何十年後には石油がなくなるらしい  
石油などが残り少ない  
発電だったらウランを使うのもあるので、資源の問題や使い終わったものをどこに処理するか  
地球温暖化にもつながっている  
石油などの化学燃料には二酸化炭素がたくさん出るし、限りがある  
エネルギーが交換されてどのようにエネルギーが変わっていくのか調べたい  
もう少しで石油などがなくなってしまいう  
ガソリンは後何十年かで使い終わる  
火力か原子力の発電には限りがあるの  
自然エネルギーが注目されている  
ガス  
ロシアのエネルギー事情なら少々  
主力の西シベリア油田の老朽化やストライキでかつて世界の生産量を誇っていたのに今では…  
ガスによる公害がすごい  
化石燃料の枯渇が問題  
40年程度で石油がなくなる  
化石燃料がもうすぐ切れる  
化石燃料があと何年後かになくなりそうになっている  
アラブの国では地下資源よりも太陽エネルギーに力を入れているらしい  
有限のものが多いう  
世界のエネルギーをまかなっている石油があと20年くらいでなくなるらしい  
それにかわるエネルギーの開発がされているけど、エネルギーの変換効率が悪いなど問題があったりする感じ  
?  
水力発電・風力発電だけど今のエネルギー量を補うことができない  
原子力発電で使われた物質の処理問題

燃料がもうすこしでなくなる  
石油があと40年で枯渇する  
石油が何十年後かになくなるようなことを聞いたことがある  
エネルギーの資源には限りがあるのでこの先が少し危ない  
とうもろこしで燃料ができる  
今のままじゃ危ない  
化石燃料がもう少しでなくなる  
いろいろなエネルギーで世界は成り立っている  
石油・石炭・天然ガスがもうすぐなくなる  
資源となるものが少なくなっている  
石油があと40年など  
原油があと40年弱でなくなること

化学燃料にも限りがあるということ  
原子力などの廃棄で温暖化が進む  
石油が少なくなっている  
資源が枯渇する  
化石燃料が残り少ない  
石油などを輸入にたよっている  
石油がなくなる  
石油について輸入に頼りすぎ  
エネルギー燃料は有限なものが多く近い将来なくなる？  
ぜんぜん知らない  
エネルギーは尽きてしまうので、自然エネルギーへの変換が必要  
石油はあと40年分くらいしかない

### Pre. 地球環境やエネルギーを意識してやっていること

ごみの分別  
消灯  
こまめに電気の元栓をとる  
近くには自転車で移動している  
節水  
節電  
水を出しっぱなしにしない  
キャップ回収  
電気をこまめに消す  
こまめに電気を消す  
シャンプー、洗剤の量を少なくしている  
ごみの分別  
電気の節約し使わないところの電源は切る  
ごみの分別  
節電  
エコバッグ  
エコ製品の購入  
水の無駄遣いをしない  
ごみの分別  
電気をこまめに消す  
水や熱電気を使いすぎないようにする  
電気をこまめに消す  
水を無駄遣いしない  
ヒーターを使いすぎない  
電気やシャワーや水道をこまめに止める  
ごみの分別  
自転車をつかう  
電気をこまめにけしたり水の出しっぱなし、テレビのつけっぱなしをやめる  
電気とか無駄に使わないようにしている  
ペットボトルを分別するようになった

ごみの分別  
電気をつけないようにしている  
コンセントを抜く  
節電  
車をあまり利用しない  
自転車や徒歩で移動する  
リサイクルに出せるものは出す  
節電  
節水  
なるべくエアコンをつけない  
電気を消す  
こまめにコンセントを抜く  
分別  
節電  
リサイクル  
ごみの分別  
すぐに消灯するようにしている  
環境にいいものをつかう  
リサイクル  
節電  
特になし  
クーラーをあまり使わない  
電気などのエネルギーをあまり使わないように心がけている  
節電  
ごみのリサイクル  
ごみ拾いの活動  
節電  
節水  
なるべく車でなく自転車やバスを利用している

自転車移動  
ごみの分別・リサイクル  
節電  
いらぬ電気は消し、家庭製品はコンセントを抜く  
油をそのまま流さない  
電気代節約  
水を使いすぎない  
リサイクルできるものはする  
温暖化防止のため電気をこまめに消すなど  
エアコンやストーブの設定温度  
紙を無駄遣いしない  
暖房、エアコンの温度  
再生紙のやつを使う  
火を強くしすぎない  
地球に優しい商品を買う  
資源を大切に  
水の使いすぎなどをしないようにしている  
自転車を使う  
無駄に電気を使わない  
買い物とかするときエコバックをもって  
行ってやっている  
家が太陽光パネルをつけている  
ごみの分別をしっかりと  
リサイクル  
物を大切に使う  
ごみの分別  
ごみを出さないようにする  
**3R**  
電気の節約  
節水  
節電  
節電  
ごみの分別  
ごみの量を減らす  
使っていない電気を消す  
節電  
電気をこまめに切る  
冷蔵庫を早く閉める  
ごみをきちんと閉める  
節電  
自転車を利用

節電  
実際は無駄遣いのほうが多いように思われる  
ごみの分別  
ごみをあまりださない  
電気をこまめに消す  
エコバックとかは協力している  
エアコンの温度調節  
節電  
水の出しっぱなしやめよう  
車を使わないこと  
ごみを増やさない  
車をあまり利用せず自転車などを使う  
レジ袋をもらわない  
エコ  
省エネ  
省エネ  
電気を極力使わない  
電気をつけたままにしておかない  
なるべく二酸化炭素を出さない  
植物を増やす  
バスを利用する  
自転車を利用する  
節電  
節電  
車をあまり使わない  
電気をこまめに消す  
節電  
節水  
なるべく歩いて登校  
冷蔵庫を早く閉める  
電気をつけっぱなしにしない  
エコバックを使う  
水を出しっぱなしにしない  
スーパーに My 袋を持っていっている  
**ECO**  
あまりやっていません  
ストーブつけない  
いない部屋の電気を消す  
冷蔵庫をあけっぱなしにしないこと  
寒くても上に何枚も着重ねをしてできるだけ  
ストーブを使わない

Post. 温暖化について知っていること  
地球温暖化により極部の氷がとけ出し海面  
が上昇する  
海面上昇  
温室効果ガス  
海面上昇  
オゾン層破壊  
熱が大量に吸収  
あと40年で石油はなくなる  
オゾン層が破壊されている  
海面上昇  
干ばつ  
ゲリラ豪雨  
オゾン層の破壊  
海面上昇  
二酸化炭素の増加  
異常気象  
生物の死  
岩手県は今後10年間で8%削減を目指す  
でも実際は年々増えている  
温暖化が進むと地球の気温が上がる  
北南極の氷が解け、海面上昇  
気温が上がる  
温暖化が進むと南半球の病原体が北上して  
くる  
温暖化が進むと日本の秋がなくなる  
年々、少しずつではあるが平均気温があが  
っている  
二酸化炭素の増加  
南極の氷が解ける  
氷が解けて海面が上昇し、町が沈む  
危ない  
このままでは温度が上昇してしまう  
温室効果ガス→オゾン層の中の熱が逃げて  
いかなくなる→地球温暖化→氷が解けて海  
面上昇、生物の環境が違ってくる  
海面上昇  
環境破壊  
生態系がおかしくなる  
オゾン層破壊  
海面上昇  
増えすぎた二酸化炭素が原因  
海水面の上昇や異常気象  
今はあまり大きな目立った変化はないけど  
何年かあとに大きな問題になる  
二酸化炭素のせいであつてこずっている  
二酸化炭素が原因  
異常気象

海面上昇  
海面上昇  
砂漠化  
絶滅→白熊とか  
海面上昇  
二酸化炭素の増加  
海の水が上昇する  
島がなくなる可能性がある  
海面上昇、砂漠化など  
このままだと地球が危ない  
海面が上昇する  
ツバルが危ない  
白熊の氷が解ける  
雪が降るのが遅い  
気温が上がる→水面上昇→陸が減る  
オゾン層破壊→二酸化炭素増える  
海面上昇、干ばつの被害  
温室効果ガスが原因→エネルギーの利用方  
法  
最近日々の温度が高い  
雪が降るのが遅い  
氷が解ける  
白熊が絶滅してきている→気温の上昇で  
温度が上昇し、地球があたたかくなってい  
る  
海面が上昇し、島が水没する危険性がある  
たくさんの環境問題とつながる  
暖かくなる  
二酸化炭素の増加が原因  
異常気象  
海面上昇  
地球環境が破壊されている  
あつくなっている  
海の水位が高くなっていく  
新しいエネルギーを作っている  
太陽の反射熱で温められる  
海面上昇につながる→沈む土地の発生  
異常気象  
地球の平均気温の上昇  
二酸化炭素が増える  
人間が使う資源のせい  
氷河が崩れて水面が上昇  
水温が上がる  
食べものがなくなる  
干ばつやゲリラ豪雨がある  
二酸化炭素の増加  
水面上昇

温度が上がっていく  
温室効果により地球にとどまる熱が多くなる  
空気中の二酸化炭素が工場や自転車から排出されるガスによって増え、地球があたたくなくなっていること  
二酸化炭素排出によるオゾン層破壊、異常気象、ツバルの沈没  
温室効果ガスの増加→放射熱の減少  
ここ100年で急上昇中  
気温上昇  
今年の場合、秋なのにモンシロチョウが出ていました  
急激な気温上昇→異常気象や海面上昇  
オゾン層の破壊→紫外線量の増加  
海面が上昇する  
オゾン層の破壊  
地球全体の気温などが上昇していること  
二酸化炭素の増加が原因  
地球温暖化になると気温上昇、海面上昇などがおこる  
異常気象  
海面上昇  
干ばつ  
食糧危機  
オゾン層が破壊されている  
砂漠化  
木を植えてもなかなか間に合わない  
今、急激に進行していて異常気象などが起こっている  
二酸化炭素が原因  
異常気象など  
温室効果ガスの発生によって起きている  
海面上昇  
異常気象  
作物の産地が変わる  
温室効果ガスのうちの二酸化炭素は私たちの生活に支障をきたすくらいまで増加している  
地球の平均気温が上昇している  
海水面の上昇  
干ばつ・砂漠化  
北極の氷がとける  
作物などの被害  
海面の上昇や、干ばつ、集中豪雨などが起こる  
大気中に増えた温室効果ガスが原因で起こる

二酸化炭素が増え、気温が上昇している  
地球の気温が上がっている  
このままだと平均気温が6℃くらい上がる  
島が沈む  
北極の氷が解ける  
地球温暖化は大気中に増えた温室効果ガスが原因でこのまま続くと気温がどんどん上がってしまう  
氷が少なくなっている  
動物たちへの影響  
温度上昇  
農家への影響  
空気のバランスの変化  
砂漠拡大  
地球にとってよくないこと  
二酸化炭素によってオゾン層が破壊され、太陽の光が直接地面にあたり  
オゾン層の破壊  
温暖化が進むと海面上昇  
氷河解ける→生命体が危険  
地球温暖化によって海面の上昇や気温の上昇などが起こり人々の生活に悪影響を及ぼす  
海面上昇  
気温上昇  
オゾン層の破壊により熱がこもり地球が熱くなる  
一人一人の心がけで改善できる  
海面上昇  
異常気象  
水面上昇  
温室効果ガス  
北極の氷が解ける  
海面上昇  
海面上昇  
オゾン層の破壊によって紫外線の量が増えた  
平均気温の上昇  
気温の上昇  
二酸化炭素が主な原因  
このまま続くと盛岡でいえば雪が降らなくなり最高気温が40度になる  
氷が解ける  
海面上昇  
地球があたくなり、氷がとけて海面上昇  
二酸化炭素の濃度が高くなっている  
少しでも電気を使わないようにしていきたいと思いました

現在地球温暖化が進行していてこのまま気  
温上昇、海面上昇、オゾン層の破壊等が行  
われていくと生活が苦しくなっていく  
温室効果ガスによって地球に届く太陽の光  
が地球に反射して宇宙空間に逃げていくも  
のが逃げていかなくなり熱が逃げない現象  
水面上昇  
島が沈む  
大気汚染とか  
とりあえずいままでより住みにくい社会に  
なる  
オゾン層破壊  
海面上昇→土地が水没  
干ばつ  
猛暑  
温度上昇  
海面上昇  
南極などの氷がとけてそこにいる動物が危  
ない  
オゾン層？  
海の氷がとけている  
海面上昇がおこる  
異常気象がおこる  
海面上昇  
オゾン層破壊  
二酸化炭素増加  
温室効果ガス  
メタン  
プロパンガス  
ここ1000年の間  
氷が解ける  
島が沈む  
気温上昇  
水位上昇  
紫外線が増加  
海面上昇  
気温上昇  
氷が解けている  
海面上昇  
二酸化炭素の排出量の増加によるオゾン層  
の破壊と気温上昇  
異常気象  
オゾン層破壊  
海面上昇  
気温が上がる  
海面上昇  
二酸化炭素排出量が多い  
気温が上がっていく

氷が解けている  
海面上昇  
森林破壊  
砂漠化  
氷山が解ける  
赤外線  
オゾン層の破壊  
海面の上昇  
氷が解ける  
オゾン層破壊  
海面上昇  
天気・気温の変化  
海面上昇  
オゾン層の破壊  
気温上昇  
氷が解ける  
水面上昇  
オゾン層破壊  
地球の気温が上がる  
海面上昇  
オゾン層の破壊  
海面上昇  
二酸化炭素の排出  
環境税をもうけるべきだと思います  
地球が温かくなる  
温室効果ガスの蓄積によって大気中に熱が  
たまっていく現象。  
異常気象や海面上昇など災害が起こる  
海面上昇  
森林伐採  
異常気象  
オゾン層の破壊  
二酸化炭素増加  
生態系破壊  
海面上昇  
海面上昇→島が沈む  
氷が解ける→生物が生きられなくなる  
熱の割合が変わっている  
海面上昇によって国がなくなってしまう  
氷が解けている  
年間の最高気温が上昇している  
化石燃料の使用によって進むこと  
海面上昇  
異常気象  
海面上昇  
気温上昇  
温室効果ガスの増加  
異常気象



海面上昇  
世界で温室効果ガスを減らす取り組みがされている  
地球の周りのオゾン層が破壊され地球の放射冷却ができない状態  
人間が出す温室効果ガスによって太陽の熱が宇宙空間に出て行かず地球全体の温度が上がる  
海水の膨張などによる海面上昇で国が沈む  
生物が絶滅するものもある  
異常気象  
水面上昇  
オゾン層の破壊  
二酸化炭素のせい  
ホッキョクグマの減少  
ツバルが沈む  
オゾン層破壊  
海面上昇  
海に囲まれている土地は危険  
氷が解ける  
氷が解ける→水増える→海面上昇→島が沈む→住めなくなる  
氷が解ける→海水温度下がる→海流温度下がる→風が冷たくなる→気温が下がる→すっごい寒くなる  
異常気象→豪雨・干ばつ  
水面上昇  
オゾン層の破壊  
気温が高くなる  
砂漠化  
海面上昇  
オゾン層の破壊  
気温上昇  
天気への悪影響

フロンガスの破壊？  
気温が上がる  
氷が解ける  
雪が降らない  
害虫が増える  
食料不足  
砂漠化  
干ばつ  
地球があたためられることにより海面上昇や異常気象などさまざまなことが起こる  
海面が上昇していく  
二酸化炭素が増えて  
地球があたたかくなっている  
温室効果ガスが原因特に二酸化炭素  
海面上昇や異常気象が起こる  
気温上昇  
オゾン層がこわれる  
海面上昇  
二酸化炭素増  
温室効果ガスの発生が原因  
平均気温が上昇している  
オゾン層が破壊されて大丈夫じゃない  
北極・南極の氷が解けている  
酸性雨が降る  
温室効果ガスが原因  
海面上昇・異常気象  
氷が解けて海面上昇  
温室効果ガスによる問題  
海面上昇や異常気象などが起こるのか  
海面の上昇やなぜ温暖化が起こるのか  
海面上昇  
氷河が溶ける  
異常気象

#### Post. バイオエタノールについて知っていること

トウモロコシ以外の原料からも製造可能  
ガソリンの代用  
トウモロコシを原料としている  
食糧危機を招くかもしれない  
二酸化炭素を出さない  
りんこからも作れる  
とうもろこし  
あまり普及していない  
アルコールの一種  
植物が燃料  
二酸化炭素を増やさない  
りんこからでも作れる

トウモロコシ以外からでもできる  
でんぷん系何かから作られる  
りんごやトウモロコシでつくられる  
トウモロコシが原料  
ごみからでもつくれる  
りんごから作れる  
植物からつくられる  
トウモロコシ  
地球にエコであること  
りんご果汁や酵母から作った  
バイオリクターを温めると作れる  
ごみを燃料に変える

とうもろこし→バイオ  
とうもろこしが原料  
世界で注目され始めている  
とうもろこしからのバイオエタノール  
りんごからもいける  
二酸化炭素を増やさない  
空気を汚さない  
ごみから作られる  
酵母が糖分を分解してエタノールができる  
身近なものでつくることができる  
環境にいい  
食糧問題  
リンゴからできた  
トウモロコシからできる  
トウモロコシ→バイオエタノール  
酵母によって発酵させる  
火がつく  
身近なモノで作ることができる  
トウモロコシなど穀物やリンゴなど果物で  
つくれる  
トウモロコシで主につくるけどリンゴでも  
作れる  
でも時間がかかる  
トウモロコシが食べれなくなる  
残った果物、野菜から酵母の力でアルコール  
を作ることができる  
しかし、全体として考えると40度に保つ  
電気代などのほうが大きくなってしまい、  
得られるエネルギーは少ない  
自然の有機物を使って作れる  
人々の食料に影響が及ぶ  
リンゴから作れる  
木や植物のものからもバイオエタノールが  
作れるかも  
食べ物から作れることができる  
トウモロコシ、サトウキビからでも作れる  
最近はおがくずからでも作れるか考えられ  
ている  
食べ物から作られる  
エネルギー源  
生産にコストがかかる  
トウモロコシ以外でも作れる  
リンゴなど食べ物から作ることができる  
トウモロコシやリンゴなどさまざまなもの  
からできるように研究している  
二酸化炭素を減らすことにつながる  
食べ物としてのトウモロコシが減少  
トウモロコシから作られるがリンゴからで

も多少は作れる  
ごみからもつくることできる  
食料から作ることができ、再利用というサ  
イクルができるので便利だが、取り出すの  
にエネルギーを使う  
原料がトウモロコシ→食べれなくなる人が  
出てくる  
捨てられる食べ物で作れる  
エネルギーを捨てられるものから活用する  
とトウモロコシを使わなくてもよい  
トウモロコシを使うがほかのものでもでき  
る  
環境にいい  
サトウキビのかすなどいろいろ使ってでき  
る  
とうもろこしなどの食べ物から作られてい  
る  
エネルギーとしてはあまり強いものではな  
い  
捨てられる食べ物の材料が身近なものでつ  
くることができる  
エネルギー問題の解決手段として注目され  
ている  
食品からつくられる  
微生物を使って分解する  
結果的に二酸化炭素を増やさない  
普通のエタノールと互換あり  
車に使える  
樹木から作れる技術を日本が実用化したら  
しい  
ガソリンと15%くらいまでなら普通に混  
ぜてもエンジンに問題はないらしいがそれ  
以上はエンジンの開発も必要とされている  
とか  
バイオエタノールは天然のエタノールと違  
い作ることができるがその家庭で火を使っ  
た生物に影響を与えることがある  
食物から作れる  
しあkしエネルギーが必要  
再生可能な資源であること  
エタノールであること  
トウモロコシ  
バイオエタノールは二酸化炭素を使わず身  
近な資源からつくることができる  
捨てられるものからつくることができる  
トウモロコシ  
いらなくなったものから作ろうと努力して  
いる途中

トウモロコシが材料  
地球に優しい  
捨てられる食べ物でも作れる  
リンゴなどの植物から燃料をつくること  
食べ物を使用する→食糧難になるかもしれない  
食べ物から作られる得たの r-卵  
自然から得られる  
トウモロコシが主に原料→それでトウモロコシが主食の人が食べられなくなっている  
地球に優しい  
アルコールの一種  
大気中の二酸化炭素を増やさない  
植物が原料のバイオ燃料のひとつ  
トウモロコシで作られているが、トウモロコシの値段が上がっている問題がある  
今はトウモロコシから作られている  
いずれちがうもので作られるかも  
二酸化炭素をあまり増やさない  
捨てられる食べ物など身近なところにも材料があるし新しい材料の研究が進んでいる  
エネルギー問題の解決につながるものかも  
ガソリンに代わる新しい燃料  
大気中の二酸化炭素を増やさない  
身近なものでも作れる  
沸点約78度  
エネルギーになる  
モノを燃やすはたらきがある  
ガソリンに代わる  
捨てられるものなどでつくることができる  
が少量であること  
トウモロコシや私たちの身の回りにある物で作れること  
自然から取り出すことができる→環境にやさしい  
だが、他のエネルギーをたくさん使う  
現在、バイオエタノールをつくるためにトウモロコシが使われていて、自然に関してはやさしいが逆に食糧不足になるなどでもりっとも大きい  
トウモロコシ  
ごみなどから作る  
食物から作られる  
ガソリンに代わる新たな燃料  
廃棄するものから作られる  
廃棄物の有効活用：傷んでも作れるところがすばらしい  
身近なごみで作れる

食料を原料とする  
生ごみからでもつくることができる  
原料をめぐる問題が発生している  
トウモロコシやリンゴなどからもつくれる  
食べ物から作る  
酵母が当を食エタノールにする  
蒸留を利用して採取する  
とうもろこしからつくる  
ガソリンと混ぜて使える  
水が多い？  
物質を酵母をつかって発酵させる  
トウモロコシなどの食物が不足して食べれなくなってしまう人も出てくる  
バイオエタノールはガソリンに代わる新たな燃料でリンゴやトウモロコシなどすれてらる食べ物から原料を取ることができる  
燃料に混ぜて使うことができる  
燃やしてエネルギーになる  
トウモロコシやリンゴなどさまざまなものからつくることができる  
ガソリンに混ぜて使える  
ごみからもできる  
植物から取れる油  
ガソリンに混ぜて使う  
トウモロコシを主食としている国が危ない  
主にトウモロコシからつくられる→トウモロコシを食べられなくなる人が  
リンゴからも作れる  
身近なもので作ることができる  
トウモロコシを今は多く使用→トウモロコシを主食としていた人たちがトウモロコシを食べられなくなる  
アメリカでトウモロコシをつかって車の燃料に使うことができる  
身近なものでつくることができる  
酵母と糖で発生する  
トウモロコシやサトウキビを使う  
発酵させる  
酵母菌  
普段捨てられそうなものから作る  
二酸化炭素削減につながる  
トウモロコシから取れる油  
ガソリンに混ぜることでガソリンの量を減らす  
バイオマスからエタノールを作る  
このバイオエタノールはリンゴやトウモロコシ、サトウキビなどいろんなものからつくることができる

植物からできる  
リンゴ  
アルギン酸  
ガソリンと混ぜる  
少しだけ燃える  
ごみから作れる  
トウモロコシや食料などから作れる  
リンゴやトウモロコシなどからも取れる  
たくさんの量が今後必要となる  
トウモロコシから捨てられるものでもつくることができる  
炎が結構長持ち  
アルコールの一種でエタノール  
燃料となる  
トウモロコシ  
ごみからもつくられる  
食べ物の値段が高くなる  
トウモロコシから作られる  
トウモロコシから作れる  
ガソリンの代わりになる  
地球に優しい  
トウモロコシが主な原料  
身近なものから作れる  
捨てられる廃材から作れるとテレビでやっていた  
お酒臭い  
捨てられる食物で燃料が作れる  
一定量の材料からとれる燃料はわずかに食物やおがくずから作ることができる  
植物などから作れる  
地球への害が少ない  
再利用可能  
植物⇔燃料  
燃料になる  
ごみから作れる  
トウモロコシが主な原料しかし捨てられる  
野菜や果物などいろいろなもので作れるかもしれない  
すてらるものから作られる 果物m、トウモロコシ等  
2、3回やると純粋なエタノールが取れる  
アメリカが結構力を入れていること  
植物から作る  
主なもの→トウモロコシ  
捨てられている食物でもつくることができる  
少ししかとることができない  
取り出す過程でさまざまなエネルギーを使

っている  
次世代のエネルギーへとなりうる  
トウモロコシなどの作物・穀物からとれる  
現在ではトウモロコシを原料としているため、食糧問題に直面している  
アメリカではバイオエタノールが実用化されている  
トウモロコシなどから作れる  
再利用可能  
いろいろなエネルギーが必要  
もともとエネルギー不足が問題となり考え出された  
トウモロコシから作られている→食べる分が足りない  
新しいバイオエタノールの原料が研究されている→リンゴ、おがくず、さとうきびの残りかす  
原料はトウモロコシ  
今回ならうまで存在すら知らなかった  
捨てられる食べ物からも作ることができる  
バイオエタノールを作るのにたくさんのエネルギーを使うことになる  
トウモロコシから作られる→飼料なのできつい→リンゴ+酵母などで作られる  
エタノールである→燃料  
捨てられるもので作れるようになるかも  
トウモロコシ→少なくなってきた  
他のものでも作れる  
エネルギーになる  
トウモロコシで作られてるが食物なのでもったいない。  
貧しい国で食べられなくなるなどの悪いスパイラルにつながる  
身近なものからつくることができる  
ガソリンになる  
トウモロコシなどからつくる  
捨てられるものからつくれる  
捨てられる食べ物などからエタノールを取り出し、エタノールを燃料にする  
アルコールの一種  
大気中の二酸化炭素を増やさない  
ガソリンに代わる新しい燃料  
再生の可能な資源→持続可能性がある  
材料となるバイオマスが食べ物であることが課題  
材料がトウモロコシ→使う量が増える→トウモロコシを主食とする国が困る  
リンゴでも作れる

捨てられるものでたくさん作ることができる  
何度も蒸留すると純粋なエタノールが出てくる  
大変便利なエタノール  
糖を含んでいるものから作られる  
研究が行われている  
いいにおいじゃない  
温暖化を助けられる  
ガソリンに代わる新しい燃料

植物が原料のバイオ燃料のひとつ  
火をおこすことができる  
糖分と酵母とあとなにかからできる  
トウモロコシから作られる  
ほかにもサトウキビの残りやリンゴなど身近なものからも作れる  
トウモロコシなど作物から燃料を作る  
トウモロコシなどの食べ物から取れる新しい燃料

### Post. エネルギー問題について知っていること

バイオエタノールとしてトウモロコシが使われるあまり、トウモロコシを主食としている国では食糧問題が起きている  
石油などの埋蔵量があと少ししかない  
人口増加によるエネルギー不足  
資源が足りなくなる  
エネルギーなどがなくなりかけている  
資源に限界がある  
二酸化炭素の排出  
資源不足  
森林伐採  
火力発電などで二酸化炭素の増加  
エネルギーとなる資源が減る  
現在注目されている新エネルギーはいずれもエネルギーの少なさが課題となっている  
地下資源の枯渇  
中国の車の制度  
エネオス エネゴリ エネファーム  
発電の量が足りていないこと  
化学エネルギーが減っている？  
エネルギーの資源が残り少ない  
石油やガスなどの資源に限りがある  
太陽光、風、水、熱などのエネルギーを利用していく  
エネルギーが減っている  
エネルギー資源は限られている  
化石エネルギーはいつかかれる  
エネルギーが足りない  
それぞれのエネルギーにメリットもあるが同じくらいデメリットもある  
石油もあと数十年で枯渇する  
原子力発電  
石油などのエネルギーの資源が残り少ない  
エネルギーが不足している  
限りある資源のそこが見えている  
エネルギーが足りない

原子力発電の廃棄物が問題になっている  
石油があと何十年かでなくなる  
化石燃料などの資源はさらに減っていき、いつかはゼロになる  
化石燃料の減少  
有害物質が生まれる  
人々の暮らしに悪影響を及ぼす  
人口が増えて、エネルギーが不足している  
地球にアル資源が少なくなっている  
あと50年くらいしか石油はもたない  
石油がなくなる  
二酸化炭素の排出  
化石燃料がなくなる  
石油があと何十年かしたらなくなる  
トウモロコシの食糧不足  
二酸化炭素の発生  
地球の資源が少なくなっている  
エネルギーは有限  
火力発電による二酸化炭素の増加  
原子力発電による廃棄物の処理  
化石燃料が少なくなっている  
石油石炭は残り少ない  
石油石炭天然ガスなどの化石燃料がなりなりそうだということ  
石油、石炭の枯渇  
エネルギー問題と貧困の関係  
火力、原子力など→資源は有限、自然に負担かかる、エネルギー多い  
太陽光、風力など→自然の負担少ない、エネルギー少ない  
石油などがなくなりそう  
メタンハイドレードとかが注目されている  
石油：40年、ガス：80年、石炭：200年で全てなくなる  
振動発電など代替エネルギーの発明が多い  
石油や天然ガスなどはその量に限りがある

こと  
化石燃料は限られている  
石油は 50 年くらいしかもたないといわれている  
資源不足や地球温暖化につながっている  
石油はなくなるであろう  
資源が少ない  
石油などの原油や燃料が減少してきている  
水が減少？  
今、さまざまな研究をしているが、難しい問題  
二酸化炭素の排出  
エネルギー資源の不足  
石油などからなる燃料が失われている  
石油などのエネルギー資源がタイ r なくなっている  
火力発電による環境汚染  
エネルギーを大量に排出することは環境に大きな害を与えること  
エネルギーをつくる時、二酸化炭素が出る→バイオエタノールを使う→トウモロコシが主食の人たちが困る  
バイオエタノールを作るのにエネルギーがたくさんかかる→それについて研究が進められている  
石油などでエネルギーをつくっているから二酸化炭素がふえる地球温暖化の元  
新しいものからエネルギーを作ろうとしている  
もう地球には頼れない  
資源が限られているエネルギーがある  
バイオエタノールについての問題がさまざまあるということがわかりました  
産業廃棄物  
有害物質の発生  
二酸化炭素増加  
限りのあるエネルギーもある  
干ばつとか  
化石燃料は環境に悪く近々そこをつく  
トウモロコシを使うためトウモロコシを主食としている国が値段が上がり替えなくなった  
このままだと資源はなくなる→石油、石炭など  
どんどん悪化している  
化石燃料が少なく  
電気やガソリンなどのエネルギーには限りがある

消費しすぎている  
環境汚染  
埋蔵量に限りがある  
食糧難など  
風力発電が注目されているが発電量が少ない  
バイオエタノールの1つとて海藻が有力視されている  
エネルギーをつくるもととなるものが温暖化の原因となっている  
化石燃料がなくなりそう  
食べ物から燃料をつくることにより食糧不足や物価上昇などがおこっている  
ガソリン、石油をつかうことにより大気中に有害なガスが出る  
バイオエタノールの原料のトウモロコシについて争いが起きている  
化石燃料がもう少しでなくなる  
石油がもう少しでなくなり、エネルギー不足になるためさまざまな新エネルギーが考案されているが、バイオエタノールなど新エネルギーにも問題がありトウモロコシなどの原料の値段が高騰していることなどが挙げられる  
何かエネルギーを起こすためにさまざまな費用や手間がかかること  
化石燃料がもうそろそろなくなる  
石油とかあと何十年でなくなる  
資源は有限  
燃焼 熱エネルギーに多く頼っている  
石油がどんどん減っている  
産業廃棄物の増加  
世界全体でエネルギーの使いすぎがおきている  
石油枯渇  
大量の二酸化炭素が出る  
二酸化炭素が発生しすぎてオゾン層に問題が  
年々使う量が増えている  
バイオエタノールなど対策を考えてる  
石油などの燃料に限りがあるということ  
化石燃料があと少しでそこをつく  
ごみからもエネルギーを取り出すことができる  
足りない！  
化石燃料がなくなる  
天気気温の変化によってエネルギーが使えなくなったり

捨てたりしているものの中からエネルギーを取り出せるということ  
二酸化炭素が増える  
トウモロコシの値段上昇  
石油の減少  
二酸化炭素の発生  
バイオエタノールの原料のトウモロコシが少なくなってきてあまりたべられていない  
20%の人が80%のエネルギーを使っているらしい  
自然からエネルギーを取り出すのは手間がかかる  
化石燃料の量は限られている  
100年の間で石油などなくなってしまう  
石油・石炭・天然ガスなどがもうじきなくなる  
火力発電→二酸化炭素増加  
無限にないこと  
石油があと〇十年でなくなる  
化石燃料がいつかは底をつくこと  
世界的に需要が増えていること  
石油がそのうちなくなること  
エネルギーは無限に存在するわけではなくいつかはなくなるものである  
いつかは化石燃料もなくなってしまう  
化石燃料が何十年後にはなくなってしまうこと  
その燃料がたりない  
化石燃料に限られたエネルギーであるためなくなる→新しいエネルギーを探そう

ガソリンには限度がある  
だんだんと燃料が減ってきて何百年後にはえねるぎーがなくなってしまうかもしれない  
火力発電で二酸化炭素が排出され地球温暖化につながっている  
空気の汚染  
環境に悪い  
枯渇する  
何年後かになくなる  
資源にもおわりがある  
化石燃料があと少ししかない  
日本では燃料を取ることができない  
エネルギーが少ない  
エネルギーにも限りがある  
減ってきている  
有害物質が出る  
バイオエタノールをつくることによって作物が減ってしまうとう問題が挙げられている  
石油がそろそろ終わり  
エネルギーには限りがあること  
お金がかかる  
原子力発電→人体に悪影響な放射性物質などがでる  
二酸化炭素の排出がある  
自然からとっているものはなくなる  
石油は40年くらいしかもたない  
他のエネルギーも少なくなっている

#### Post. 地球環境やエネルギーを意識してやっていること

エコマークのついた商品を積極的に買う  
無駄な電力を使わない  
無駄遣いをしない  
ごみの分別  
節水・節電を心がけたい  
節電  
エコの取り組み  
ごみを減らす  
車を控える  
水を大切に使う  
使っていない電気はつけない  
キャップを回収  
起算か炭素を減らす  
こまめに電気を消したりする  
部屋の電気、エアコンの無駄遣いを極力避ける

こまめに電気を消す  
節電  
こまめに電気を消す  
節電  
ごみの分別  
エコ  
ごみを安易に捨てない  
エコを考える  
無駄なごみをださない  
電気などをあまり使わないようにする  
ポイ捨て NO  
分別する  
エコバックを使う  
クーラーを28度に設定する  
なるべく電気を節約する  
大切に資源を使う

二酸化炭素を出さない  
節約  
省エネ製品を使う  
自分で意識した行動をする  
エコ意識  
節水、節電を心がける  
無駄なエネルギーを使わない  
できるだけ車を使わない  
つけっぱなしとかはしない  
無駄に水を使わない  
ビニール袋を断る  
電気をこまめに消したりする  
節電などエコロジーに木を配る  
エコしよう  
エコ  
普段の生活でエコ活動をする  
近いところは車でなく歩きや自転車で行く  
節電  
電気の節約とか  
なるべく電気を使わないようにする  
エネルギーの無駄遣いをなくす  
身近なもので無駄になっているものを活用  
することが必要  
エネルギーを大切に使う  
資源を大切に使う  
節電、節水、モノを無駄にしない  
余計なエネルギーを使わない  
ストーブ、エアコンをできるだけ使わない  
食べ物を袋瀬にしていく  
電気を消す  
ごみを分別する  
電気やガスは火力発電や化石燃料がつかわ  
れているので節約して使っていく  
一人ひとりが地球環境について感心を持つ  
こと  
無駄なエネルギーを使わない  
節約を心がける  
つけたら消す  
開けたら閉める  
食べ物を残さず食べる  
エアコンの設定温度を調整する  
資源の無駄遣いなどを防ぐ  
ごみを減らす  
エネルギーをあまり使わないこと  
節電、節水  
自転車を使い、車を少なめに  
無駄な電気を使わない  
ごみ拾い

節電  
節水  
毎日の生活から自転車やバスを利用する  
エコな生活  
資源を活用していきたい  
温室効果ガスをできるだけ発生させない  
ようにしたい  
電気をつけっぱなしにしない  
水を出しっぱなしにしない  
まずはエネルギーを無駄に排出しないこと。  
たとえば電気やガスをなど。家でも気をつ  
けたい  
節電、節水  
リサイクル  
温暖化防止のためにできることはたくさん  
あるのでそれをやっていきたい  
エアコンの温度を下げすぎない  
ストーブの温度を上げすぎない  
電気やガス、ガソリンを使うとよくないか  
らそれをあまり使わないようにしたい  
エコマークの商品を選んだり、電気やガス  
など身近なものを大切にする  
身近で捨てられるものなどを使った今回の  
実験のようなことをまたしてみたいと思っ  
ます  
車を使わず、自転車を使う  
無駄にエネルギーを使わない  
捨てられるものを何かに使えないか考  
えてみる  
こと  
無駄にエネルギーを使わない  
エコな生活を心がけたい  
買い物に行くときはできるだけエコバ  
ックをもっていくこと  
二酸化炭素を排出しないために車を使  
わず近場だったらなるべく歩くこと  
ごみの分別  
できるだけごみを出さない  
無駄にごみをださない  
あまりごみを出さない工夫をする  
電気を使わない  
車を使わない  
電気を使いすぎないようにする  
使用する水の量を減らす  
節電・節水・ごみ減  
節電・節水  
電気を消す  
石油をできるだけ使わない  
エネルギーを無駄に使わないようにする



レジ袋をもらわない  
まずは現状を知ること。それから具体策を  
考える  
二酸化炭素を排出しないようにする  
無駄遣いをしない  
ごみを減らす工夫をしたい  
節電  
ごみを出しすぎない  
分別  
水の使いっぱなしをやめる  
とりあえず水道とか電気とかつかいっぱなしにしないようにする  
ごみはリサイクルしたりする  
外出は車をあまり使わず自転車や歩いて  
リサイクルなど  
暖房などを使いすぎない  
電気、水をこまめに止めることを実践したい  
節電  
節水  
モノを大切に  
ごみを簡単に捨てない  
絵練りぎいを必要以上に使いすぎない  
できるだけ車を使いすぎない。歩くように  
する  
限りある資源を大切に  
ごみの分別  
身近にできるエコ活動に参加したりごみの  
分別に協力する  
ガス等地球の負担になることをしないよう  
にする  
ごみを出さないように心がけて生活する  
二酸化炭素や車から出る排気ガスをあまり  
ださないようにする  
ごみをたくさん出さない  
レジ袋をもらわない  
近いところまでは歩く  
授業でやってわかったように私たちが捨て  
ているものからもエネルギーとして使える  
ものがあるのでものを無駄にしないとい  
うこと  
電気、ストーブを消す  
ごみを減らす  
バスや自転車を多く使う  
ごみをできるだけ出さない  
リサイクルに協力する  
エコをしていくこと  
食べ物を大切に

風呂で追い炊きを押しまくらないようにし  
たい  
あまり電気を使わないようにしたい  
身近なところから節電、節ガス、ごみ分別  
ごみをできるだけ出さずリサイクルできる  
ものは必ずして3Rを守っていく  
できるだけ部屋の電気をつけない  
省エネ  
リサイクルなど  
なるべくエネルギーを使わない  
ごみをあまりださない  
電気とかエネルギーを無駄遣いしない  
環境にやさしい行動→エコバックとかごみ  
の分別、リサイクルとか  
エネルギーの再利用  
エネルギーに極力頼らない  
なるべく車を使わない  
具体的に思いつかないが水などいろんなも  
のの無駄をなくしていきたいと思った  
電気、水道をこまめに切ったり近くなっ  
たら車でなく歩いたり自転車を使ったりし  
ていきたいです  
少しでも二酸化炭素を出さない  
資源を無駄にしない  
エネルギーはやはり限られたもの。少し  
でも再利用して無駄遣いをなくす  
地球環境を壊したのは人間だから治すのも  
人間の役目。エコな生活を目指して  
ごみを減らす  
無駄遣いをしない  
エコなものに興味をもつ  
節電、節水→資源・エネルギーを大切に  
する  
とりあえず何かのアクションを起こす  
車をなるべく使わない  
こまめに電気を消す  
節水・節電をする  
ごみをなるべく出さない  
できるだけつかわない  
環境にいい行いをしていく  
電気や電源をこまめに切ったりしてエネ  
ルギーをあまり使わないようにする  
無駄に使わない  
節約をする  
新しい燃料を作るより私たちがエネルギー  
を使う量を意識して減らすことが大切  
節約をする  
なるべくエネルギーを使わないような生活

を心がけていく  
温暖化は今この瞬間にすすんでいるので、  
自分たちがエコをして止めるべきだと思います  
リサイクルなど  
エコ

## Post. 感想

酵母の力によって燃料を作ることができることを知り、酵母の力はすごいということがわかった。リンゴ以外にもバイオエタノールの原料になるものはあるのか。捨てられているリンゴからバイオエタノールがつかれるとは思いませんでした。でもこの方法だと少し効率が悪いと思います。高い温度をた保つだけでもエネルギーを使っていると思うので科学者さんにはがんばってほしいと思います。授業を終え、身近なものからエタノールを作ることがわかってよかったです。将来使える物だと思うのでよい経験となりました。バイオエタノールという言葉は知っていたが、詳しい話は知らなかった。一見、よさそうに見えてもトウモロコシは穀物なので食べれなくなる場合もあるし、いろんなところに影響することがわかった。これから意識して生活をしていきたい。バイオエタノールという見たことのないものを見ることができてよかったですし、実験も面白かったです。環境についてまた考えてみたいと思います。今回の授業でバイオエタノールを実際に見ることができてよかったです。バイオエタノールを上手に使ってけば今後のエネルギー問題は解決すると思いますが、その場合、食物資源の問題とも向き合わないといけないと思いました。実際にバイオエタノールを作ってみて楽しかったし、リンゴという身近なものから作れることもびっくりしました。今回の授業を通して地球の問題を再認識することができたのでよかったです。今回の授業は図とかあってわかりやすかった。でもどこかで失敗してしまってその理由がわからなかった。今回使った薬品の意味がよくわかりませんでした。どういう反応でエタノールができるのかももっとくわしく知りたいです。

節電  
電気やストーブをつけっぱなしで部屋を出ない  
電気を節約するなどかなり身近にできることもあると思うから探して取り組んでみる

バイオリアクターを作るのは初めてだったんですけど、作りかたなどもわかったので家でも作ってみたいです。地球温暖化について対策とかが実験を通してわかりました。もっと地球について考えて生きたいです。実験が少し難しかったが、なんとかエタノールを取り出すことができた。地球の環境問題にも目を向けることができたのでよかった。実験がおもしろかった。臭いときもあったが、身近にあるりんごからつくということでも楽しかった。今回の授業を通してエネルギー問題と向き合えてよかった。実験が面白かった。リンゴからバイオエタノールを作れると知って驚いた。1時間目はわかりやすく地球温暖化について説明してくれてわかりやすかった。2時間目はなんか丸いのができて面白かったがかなり臭かった。3時間目はとても臭かったがバイオエタノールが燃えてすごかった。今回の授業では楽しい実験もできたし、エネルギーについても学べたのでよかったです。バイオエタノールと聞くと大げさな作業のような気がしたけど、面白かった。臭かったけど、貴重な体験だったし、身近なものからエネルギーを取り出せることを知って驚いた。これを利用してもっとつくってほしいと思う。バイオエタノールを作る授業をしてみてバイオエタノールのことについて少し知ることができたし、地球温暖化についても考える機会になったのでよかったです。最初は少し難しいと思ったけれど、身近なリンゴの実験を通して私たちにできることがあるということがわかりました。ありがとうございました！実験で失敗が多かったけど楽しかったです。

初めての体験だったので本当に面白かったです。エタノール、バイオエタノールは名前は聞いたことがあったのですがぜんぜん知らなくて。でも、今回の授業でどういものかがわかってよかったです。

グループで協力してバイオエタノールを作って楽しかったです。

バイオエタノールという言葉は聞いたことがありましたが、実際に自分たちも作れるとは思っていませんでした。環境にいいというメリットもありますが、バイオエタノールをつくる過程でさまざまなエネルギーを使っているの、これが環境にすごくいいわけではないのかもしれないと思いました。いろいろなエネルギーをつくっていいものができるといいです。

エタノールのみが取り出せず少し残念でしたが、リンゴからつくれることを知れたのでこれからもっと環境について意識していきたいです。

酵母のやつがたのしかったです。

授業では自分で実際にバイオエタノールを作ってみて、環境問題について実感することができたのでよかったです。これからの生活に生かしていきたい。

バイオエタノールを知らなかったの知れてよかったです。実際に作ってみて失敗したけど楽しかった。これから地球温暖化について考えて生きたいと思えます。

バイオマスのサイクルがよくわからなかったです。結局二酸化炭素を出すじやんの。実験では少量作るのに合わないくらいエネルギーをつかうというのが感想です。せっかくだから自分でたちでアルコールを作りきりたかったです。

初めて実験が楽しいと感じました。とても興味がわいたし、楽しかったです。

バイオエタノールを実際に作ってみてとても楽しかったです。環境問題についても興味をもつことができたのでよかったです。捨てられるリンゴでバイオエタノールができるなら、早く世界で取り入れるべきだと思います。食べることができるトウモロコシを使うよりずっといいです。

私はバイオエタノールはトウモロコシからつくるぐらいしか知らなかったの身近にある酵母の力でアルコールを作るということがわかり驚きました。でもリンゴ1個に

対し、本当に少ないアルコールしか取れなかったの、岩手県で多く捨てているリンゴ以外のものでもバイオエタノールを作ればいいと思います。地熱発電や水力発電は日本で期待できるものなので各国で利点を生かしていければいいと思います。

今回は主に実験を通して実際にバイオエタノールを身近に感じる事ができ、私たちにもできることがあるのではないかと考えました。コツコツとエコを気にした生活を送り、それが広まるといいです。

実験を主にやってきて、とても楽しかったし、リンゴからつくれることもわかったのでびっくりした。やっていけば地球温暖化防止になる。

リンゴをつかって実験ができて詳しく分かれてよかったです。エネルギーについてもっと知りたいです。

実験などを行い、身近なものでエタノールが作られることがわかった。

今回の授業を通して、実家はとても臭かったけど、実際にバイオエタノールを作ることができて楽しかったし、とてもよい機会になりました。

自分たちは少し失敗して火がつかなかったが、貴重な体験だったし、これから先、大切なエネルギー源になるかもしれない倍エタノールについて学べてよかったです。

実験が楽しかった。また、実験を通して環境に興味をわいた。エネルギーの大切さについて知った。

今回、エネルギーについて授業をして、わかりやすかったし、楽しく実験もできました。それに今の世界のエネルギーの現状について知れてよかったですし、しっかり考えていかなければいけないと思いました。今の自分のに何ができるかを考えて、これから生活して期待と思いました。

実験がとても楽しかった。さまざまな結果を見て驚いた。

一つ一つの実験が面白かった。普段できない体験ができてよかったです。捨ててしまうものなど無駄になっているものを有効活用する方法が少しずつわかってきた。

バイオエタノールを作る実験がとても面白かったです。イースト菌を固めたものを作るのがすごかったです。最後、エタノールを燃やすことができなかったけど、しくみ

について詳しくわかったのでよかったです。ありがとうございました。

今回エネルギーについての学習でバイオエタノールを作ってみて身近にある使われないものからでもつくることができることがわかった。これから自分はエネルギー、温暖化に対して主体的に思っていかなければならないと思った。

今回の授業で環境について興味を持つことができました。私たち一人ひとりのがんばりで地球環境をよりよいものにできることがわかった。反面そういった新しいエネルギーを得るためにもエネルギーを使うことがわかり、複雑なんだと思いました。

今回の授業を受けてみてエネルギー問題を解決するためにさまざまなものの発電方法があるということが分かりましたが、が、バイオエタノールについて原料はトウモロコシなので、それを捨てられる食べ物で作ることでトウモロコシを使わずに済むということがわかりました。今、自分が考えている未来は暑かったり異常気象が起こっている地球なのですが、今回の授業からエネルギーについての解決について分かりました。それで未来が明るいか暗いかということは一人ひとりのこれからの取り組みだと思うので、これから身近なところから気をつけていきたいです。

今回は、自分たちで資源をつくるという今までやったことがないタイプの授業でしたが、とても楽しかった。

この実験は楽しかった。リンゴからエタノールが作れるとは思わなかった。これから岩手県もエネルギー問題解決の助けをしていけるかもしれませんね。

今回は、世界で研究されているバイオエタノールを作ってみて、身近にたくさんあるリンゴがエネルギー問題を解決してくれると思うと、これからの生活でエネルギー問題について考えずにはいられないと思った。もっともっとバイオエタノールについて知りたい。

エネルギーを取り出すのは身近なものでもできるが、そう効果のよいものでないと感じた。しかし、無（捨てられる運命）から有（エネルギーとしての利用）へ持つていく方法としてこのエネルギー獲得の方法はよいものだと思った。

バイオエタノールは高度な技術がないと作れないものと思っていたが、簡単に作ることができた。このような体験ができてよかったです。

身近なものを使ってエネルギーを作ることがわかった。しかし、変換する手順で他のエネルギーを使っていることもわかった。もっと環境に関心をもって取り組みたい。ありがとうございました。

ニュースなどでバイオエタノールについて聞いていたけれど、このような体験ができてとてもよかったです。

とても楽しい実験でした。エネルギーについてや環境についてとても興味がわきました。

バイオエタノールを作ってみて、再生可能のものということが分かりました。でも、作るのはかなり大変であるということもわかりました。でも、実験をしてとてもいい経験になりました。

バイオエタノールを自分たちで取り出してみる実験はやったことがなく、とても楽しかったです。身近なもので、捨ててしまうものから、エネルギー資源を作れるのはすごいなと思いました。また、こういうことをやりたいと思いました。環境問題について、しっかり考えたいと思います。

実験をしながらいろんなことがわかったのでよかったです。

バイオエタノールやエネルギーのことに詳しく知ることができたのでよかったです。地球環境や自然に対する考え方を変えて地球に優しいエネルギーに使い方をしたいと思います。

今回の授業でバイオエタノールというものはじめて知りました。リンゴから作れるというのには驚いたし、捨てられている数量の多さにも驚きました。未来では、環境について考えるのが国民として当たり前になっていけばよいなと思います。

授業を終えて、はじめはあまり関心を持っていなかった「地球温暖化問題」でしたが、簡単に解決できるものではないとわかりました。これからの毎日の生活から意識して以降と思います。

今回の授業では地球温暖化やエネルギー問題を解決するためにどのようにしていけばいいのか少し考えることができたのでよか

ったです。バイオエタノールのようにこれからは二酸化炭素などを出さなくてもエネルギーになるようなものが開発されればいいなと思いました。

初めての体験で楽しかった。特にリンゴなど身近なものからバイオエタノールができるというものは知らなかった。これからはもっと世界中でこのような燃料を作る方法が使われていくことがよいと思います。

今回の授業で捨てられていくリンゴでバイオエタノールを作ることができると分かった。このリンゴや捨てられている食物やごみなどを使って少しずつでもエネルギー問題が解決していけばいいと思う

「エネルギー」と聞いて難しそうだなと思っていましたが、分かりやすい説明と実験で楽しくバイオエタノールについて学ぶことができました。今まで授業してくださってありがとうございました。これからもがんばってください。

実験をするということで、エネルギー源はどのように発生するのか、取り出すのかということを知ることができたのでよかったです。バイオエタノールをはじめとするエネルギー源についてこれからも考えていきたいです。すごく楽しんでやることができました。ありがとうございました。

バイオエタノールについてはよく分からなかったけれど、実験を通して作り方や、バイオエタノールの現状が分かりました。温暖化やエネルギーについても興味を持って取り組んでいかなければいけないと思いました。

今回、リンゴからエタノールを作ってみて、こんなものでも、バイオエタノールが作れるんだなとびっくりしました。これからエコして、温暖化対策について考えていきたいです。

バイオエタノールについてほとんど知りませんでしたでしたが、今起きている問題などについても知った。リンゴやその他でも作れると知って、将来これらを生かせると思った。実際に作ってみるとすごく臭くて大変だったけど、つぶつぶとかが面白かった。

今回の授業で、身近なものからバイオエタノールが作れることがわかった。これがこれからもっと使われるようになって少しずつでもエネルギー問題がよい方向に進んで

ほしい。

実験してみても楽しかったです。前よりもエネルギー問題などについて興味をもつことができました。

実際に実験をやったことで理解が深まった。身近なものでエネルギーを取り出すことができるを知って、自分も地球温暖化防止に貢献したい。

バイオエタノールを作ってみようという実験は大変だったし、失敗してしまったけど楽しくできました。改めて地球温暖化について考えることができたのでこれから行動していきたいです。

初めて行った実験で最初から面白かったです。リンゴで今回行ってみて、臭いがきつかったけれど、変化の様子を見てみるととても手間、時間がかかってしまうものだと感じました、今も食べ物以外での研究が進められているのががんばってほしいです。今回の授業を通し、エタノールを作る材料は私たちの身の回りに多く存在しており、とても勉強になりました。私たちの身の回りにはエタノールとかあまり身近ではなかったけれど、トウモロコシで作ることができると知ってもっと、トウモロコシ以外にもエタノールを作ることができてもっと得たオールが実用化がするようになってほしいと思います。50年後には石油がなくなるといわれているので、それまでに石油に変えられるようにエタノールもなってほしいなあと思います。

実験を通して環境に対して考えることができた。バイオエタノールが特別よいと言うわけではなくて、バイオエタノールの悪い点も分かった。これから私たちがどのように食い止めていくのかががんばって考えていきたい。

捨てられるはずのリンゴを使ってバイオエタノールがつくれるのはおどろいた。

授業ではあまりよくわからなかったバイオエタノールについて実験を通して楽しく学ぶことができたのでよかったです。

授業内容はかなり難しいものだったけれども地球の現状や地球のこれから、どのように資源を使うかなどについて知ることができてよかったです。

新しい発見があり、興味をもてた

今回の実験を通して今まであまり気にして

いなかったのに少し今後が心配になってしまいました。地球はいつか終わりますが、それに向けて悪化を早めているだけのような気がします。地球温暖化は自分でも解決してけるということを学び、すごしずつ取り組んでいこうと思いました。また、リンゴの実験では新たに分かったことが多いのもっとよく知っていきたいです。

いろんな視野から環境について考えることができずばらしいと思う。

今回の授業では今の地球の現状をこのままではどうなってしまうのかなどということを知ることができた。また、バイオエタノールの利点・欠点を知り、どうすれば欠点をなくすことができるのか深く考えたいと思った。

分かりやすい授業ありがとうございました。とても勉強になりました。私も環境について深く知ることができました。

これからのためになり、とてもおもしろい授業でした。

まさか、人生においてバイオエタノールを作る日が来るとは思っていなかったので、貴重な体験ができてよかった。

とても分かりやすい授業で実験もたくさんあって楽しかった。

リンゴからバイオエタノールを作れることがしって驚いた。また、実験を通して実際に体感できたことから楽しい経験にもなったし、エネルギー問題について、深く考えることができた。

実験がいろいろ難しかったけどとても楽しかったです。

捨てられているリンゴからバイオエタノールを作ってみて身近でごみとして捨てられているものからガソリンの代わりになるものが作れるということがすごいと思う。このように生活に影響がなくごみとして捨てられえいるものから燃料を作って問題を解決していけると思う。

バイオエタノールからエタノールを取り出したのですが、純度が低く、火がつかないかったです。時間があれば何回も蒸留してエタノールを取り出したかったです。今までやったことのない実験もあったので、楽しくバイオエタノールについて知ることができました。

実用的な実験ははじめてだったのでとても

楽しかったです。身近なもので燃料を作ることができたので楽しかったです。

授業では実験が中心だったので、楽しくできてよかったです。また、地球温暖化などについて詳しく学ぶことができたのでよかったです。

エネルギー問題、知っているつもりではあったが、確かにつもりでしかなかった。原料の高騰によって主食にする人たちが困っていることが分かった。エネルギーは新しいものがいろいろ考案されているが、結局は欠点があり、実際難しいものがあると思った。今回、エネルギー問題に関してバイオエタノールを通して触れることができたのでよかったです。

前は「バイオエタノールで地球を救えるかもしれない」と言っても「ふうーん」で終わっていたが、今では本当に興味を持つようになった。

バイオエタノールを作るのが楽しかった。違う植物でもやってみたい。

今何が問題になっているのがよく分かった。何を研究しているのか分かったが、温暖化という敵はすごく強いものだと感じた。そして、自分たちでやるべきことも少しずつできればいいと思った。

分かりやすく実験の説明をしてくださってありがとうございました。身近なものでエネルギー問題の力になるものがあると知って少し驚きました。バイオエタノールはどんな食べ物からでも取れるんですか？バイオエタノールがとれる条件とは何ですか？今までニュースなどで聞いてもあまり分からなかった問題が今回のこの実験を通して少し理解できたし、興味を持てた。

すごく楽しかった。このように気軽に環境エネルギーに触れることができてよかった。今回の授業では私の知らないことがたくさんありましたが、図を使った説明や実際に実験を試みることでとてもわかりやすく頭に入ってきました。たま、バイオエタノールを取り出せたときはうれしかったです。でも、ほんの少ししか取り出せなくて、問題解決にはもっとたくさんエタノールを取り出さなくてはならないと思いました。バイオエタノールを作るのにはエネルギーをたくさん使ってしまうことが問題だと分かった。バイオエタノール以外にも新しい

環境にやさしいエネルギー源を作ることができればいいと思う。

これから化学が発達して地球に優しいものがたくさん作られるようになってほしいと思う。これからも長く地球が生存できるようにしてほしいです。私たちも積極的に協力していきたいと思います。ありがとうございました。

授業ではエネルギー問題について学習し、実際に実験をしたりしました。地球温暖化はすごく深刻な問題だと思いました。

リンゴからバイオエタノールが得られると思っていなかったのでびっくりしました。捨てられているのならそのリンゴをうまく使えばいいと思いました。

今回の授業を通してバイオエタノールから環境問題に興味をもつことができた。

今回の授業はすごく面白かったです。実験を通して興味のあることだったので楽しかったし、前からバイオエタノールは知っているようで知らないんだよなあと思っていたので、授業を受けられてよかったです。

今後がんばってください!!!

初めてバイオエタノールを作り、改めてこのエネルギーの存在の身近であることに気づいた。バイオエタノールを使うことによって環境問題改善への兆しが見えてくるように思われるが、また市はまず一人ひとりが自分にできることをしなければならぬのだと思う。また、水素で走る車とか聞いたことがあるのでそれについても知りたいと思いました。今回の授業、楽しかったです。

おもしろかった

バイオエタノールづくりはとても楽しかったです。でもこれが何にどのように使われるかなどがよく分からなかったし、エタノールの量が少なかったのもっと多く取れる方法はないのかなと思った。

酵母が丸くなっていく実験が不思議で面白かったし。リンゴからエタノールを取り出せるということがすごいと思いました。捨てられるリンゴから作れるので、捨てるリンゴを無駄なく環境に異化せられればいいなあと思いました。

臭いがきつかったところもあるけど、バイオエタノールについてもよく知れたし、いい経験になった。リンゴなどの食物からも

取れることも知った。

実験がとても楽しかったです。リンゴでもできることに驚きました。

実験をしてみて楽しかったです。また、身近なものからバイオエタノールなどエネルギーの一部として使えるものがあるということがわかりました。

バイオエタノールについて知り、回りにあるごみなどからも作れることがわかった。しかし、トウモロコシなどで作るとそれを主食としている人たちがとても困ってしまうことについても分かった。これからもバイオエタノールは地球のためになると思う。バイオエタノールについて学んで、リンゴからバイオエタノールを作るという実験をしてみてとても楽しかったです。ありがとうございました。

バイオエタノールはトウモロコシに含まれるものだと思っていたが、リンゴからも作れることがわかった。科学が発展して少ないエネルギーで少ない材料から多くのエタノールを作ることができる機械が開発されれば地球温暖化は少しずつ解決すると思う。とても分かりやすい授業で実験を通してさまざまなことを学びました。本当に授業をしてくださり本当にありがとうございました。

バイオエタノールの授業、面白かったです。ありがとうございました。

バイオエタノールの作られる過程を見てエネルギーを取り出すことは簡単なことではないとんだなあと思いました。ゆえにこれからの生活はエネルギーを大切にしていきたいと思います。

地球温暖化のことは前から知っていましたが、今回の授業で現状を生々しく理解できました。捨てられる食べ物を活用してエネルギーを作ることは画期的なアイデアです。技術の進歩を信じています。がんばってください。

今回の授業は初めてバイオエタノールに触れる授業で実験もよかったし、原理もよく分かったので楽しかったです。

今回の授業は地球温暖化から守るためにバイオエタノールという自然にやさしい燃料を作りました。今地球は危機を迎えていて海面が上昇したり、気温が上昇するということで生態系に異常が出たりしているの

私たちは積極的にエネルギー問題についてかかわっていく必要があると思いました。リンゴ果汁から身近にバイオエタノールを作ることができたのですごいと思いました。でも全体からわずかししか精製できないので、そこが課題だと思いました。でも、研究を続けていけばいつか効率化を図れるようになると思います。がんばりたいです。

実験では使われなくなったごみになるものから地球のためにもなる燃料がつけれることがわかった。また、多くのものからあまり多くのバイオエタノールはとれないことがわかった。

いろいろ初めて見た薬品やものでの実験だったのでとても面白かった。とても臭いがきつかったが、たまほかのものでエタノールを取り出してみたいと思った。

授業の中でやったことは日常の生活でもとても大切なものなので、ちゃんとしていきたいです。あとなれないところでしたのに私たちに分かりやすく授業をしてくださりありがとうございました。

ミスって濁らせたのは俺です。フラスコの半分って言われたのに半分よりやや多く入れてしまい、すみませんでした。アルコールを取り出せることはすごく面白かったです。理科はもともと好きですが、さらに興味を持ってました。

授業をしてみて、地球は本当に結構危ないところまできてると思った。そこで新しいバイオエタノールは研究がもっと進んでより小さいエネルギーでたくさんのエネルギーを作れるようになるといいと思った。

今回、バイオエタノールの実験を実際にやってみることで今まで遠い存在だったものがすごく身近に感じられた。エネルギーを見つけても今までのような使い方をしているとは換わらないと思うので新しいエネルギーを使っていきながらも少しずつ生活を改善していく必要があると思う。地球環境やエネルギーについて前よりも関心を持つことができるようになりました。ありがとうございました。

今まで「バイオエタノール」という言葉は知っていたが、作ってみたことなどももちろんのことなかった。今回の実験はとても貴重な経験になったと思う。これをきっかけにして、もっと地球や自然に興味をもてれ

ばいいと思う。

よく分からないことも多かったが、エネルギー問題を解決するためにはまだまだ難しい状況なんだなあとと思いました。

まず、たくさんのリンゴがすてられてるということに驚きました。そして、そのリンゴからエタノールを得ること、ができることにも驚きました。地球温暖化が進めば自分の身の回りにも大きな影響が出てくることが分かりました。それを防ぐためにも身近なことから行動していきたいです。そうすれば「ちりも積もれば山となる」というように大きなものになっていくと思います。とても実験が楽しかった。あんなふうに温暖化を防ごうという考えがすごいと思った僕たちがこれから生きていくうえでどのようにたくさんの考え、知恵を出しいい未来を作り上げたいです。

バイオエタノールを自分でつくれたのは面白かった。もっと関心を持っていきたいと思う。ごみでもリサイクルすればエネルギーになると分かった。

臭いがきつかったけど、最後にはエタノールを取り出すことができてよかった。

実験の手順が図で表されていて分かりやすかった。実験が楽しかった。エネルギー問題も図を使っていて分かりやすかった。話が少し興味を持ってなかった。

バイオエタノールを作る実験がすごく楽しかったです。勉強になりました。今まで考えたことがなかったけどエネルギー問題について考えてみようと思いました。

バイオエタノールを作るなんてことはやったことがなかったので楽しかったです。でもエタノールが作れなかったのが残念でした。すごく臭いがきついし、いろんな工程があるので、実際にリンゴから作るとなるのかなりの努力が必要だと思いました。でも地球のためにもこういう研究は必要だと思いました。本当に楽しかったです！！

今回は実験中心で面白かったです。たくさんの作業を通していらなくなったリンゴでバイオエタノールを作れて驚きました。身近なものでもできてすごいと思いました。今回の授業ははじめは「バイオエタノールとは何だろう」というところから始まり、実験をしました。とても面白い実験でエネルギーやバイオエタノールについて深く興



味を持つようことができました。楽しい授業を私たちのために考えてくださりありがとうございました！

バイオエタノールは地球を救うかもしれないと思いました。これから私たちの世代がそれをもっと研究して今の問題も解決したいです。

今回、リンゴの果汁でやることになり、うまくできるかわからなかったけど、完成させることができました。酵母の働きなどをもとに人口いくらの製法と同じ方法でバイオリアクターを作るときは少し失敗があったけど楽しかった。また、バイオエネルギーのこともよく分かってよかった。

今回の授業で地球温暖化のメカニズムなども分かったし、実際にバイオエタノールを作っていい経験になりました。バイオエタノールにはデメリットもあると分かったので、これから研究が進んでもっといいのができればいいなあと思いました。

今回実際にバイオエタノールを作ってみるという貴重な経験ができたと思う。これからは地球温暖化やエネルギー問題などを意識して生活していきたいと思いました。

とっても楽しかったです！！

リンゴからバイオエタノールを作ってみて楽しかった。さらにつぶつぶの発酵の何とかが液体に入ると固まったのですごく不思議だなと思いました。また、地球環境の問題が深刻なので、対策していきたいと思った。

バイオエタノールという言葉は耳にしたことが今までにありましたが、今回の授業を行うことで詳しい内容を知ることができました。これからバイオエタノールに期待したいと思います。とても楽しい授業でした。さまざまな実験ができて楽しかったです。温暖化をなくすために一人ひとりが努力しなければなりません。そのために私も地球の一人として何かできることをしたいと今回の授業を通して思いました。

実際にバイオエタノールを作るのがすごく楽しかったです。地球温暖化は私たちにとってもう人事ではないので自分にできることをやっていきたいと思いました。ありがとうございました。

実験内容がとっても楽しかったけど、とても臭かったです。また、できたバイオエタノ

ールはとても少なかったので本当につくとしたらたくさん必要なものがあって大変だなあと思いました。エコもたいへんだと思いました。

エタノールを取り出すまでに時間とそれだけの費用がかかるにもかかわらずできる量は少量だったことに驚きました。今まではなぜそのような燃料で動く車の値段が高いのか、なぜ実用化されないのかという疑問がありました。しかし、今回の実験を通してコストがかかったり、その理由を知ることができました。これからもっと研究が進んで実用化に向けて進めばいいと重いました。ありがとうございました。

バイオエタノールを作り出すことは、工場などそのようなところでなければならぬと思っていましたが、私たちにも作れたので驚きました。内容も過程も楽しかったです。まだまだ多くの問題があるようですが、将来さまざまな場面で行われればいいなと授業を通して感じました。

実験してみてもけっこう苦労してやったのに少ししかエタノールを取り出せなかったので、なんか悔しかった。でもリンゴの果汁からこんな風にエタノールが出来るのはすごいなと思った。こんなエネルギーがもっと楽につくれて、しかも大量に作られるようになれば解決することがあるのではないかなと思った。