



独立行政法人 国立高等専門学校機構

# 和歌山工業高等専門学校

National Institute of Technology, Wakayama College

## 平成 27 年度 和歌山工業高等専門学校 環境報告書



### 目 次

校長メッセージ	1
環境目的・環境方針	2
報告の対象とする活動等	3
環境マネジメント組織	6
環境目的・環境目標及び行動計画	7
主要な環境負荷排出と取り組みの状況	8
環境負荷削減、環境貢献への取り組み	14

## 校長メッセージ

平成9年に気候変動枠組に関する京都議定書が合意されてから、フランス・パリにおいて新たな温室効果ガス削減のための新しい国際枠組となるパリ協定が合意されました。世界規模での排出削減への取組みに、先進国だけでなく途上国を含めた世界全体で力を合わせることを求められていますが、各国の批准が進まず放置された状態になっていました。最近、中国、米国の批准によりパリ協定発効の見通せる状態となってきました。日本も環境立国を自認する上で、その貢献が求められています。



自然環境に恵まれた和歌山県中南部に位置する和歌山工業高等専門学校は、環境配慮と地域連携を重視した教育・研究活動を進めることを学校の理念に掲げています。平成19年からは、校内に環境マネジメント委員会を設置し、環境方針、環境目的・環境目標、環境プログラムの立案、達成状況の確認とその是正、監視・測定の実施などの幅広い取組みに改善・工夫を重ねてきています。また、キャンパスの活動全体を通じて環境課題に取り組み、持続可能な低炭素社会に向けた努力を継続しています。

本報告書は、和歌山高専の平成27年度1年間におけるデータを、平成28年度にとりまとめたものです。この平成27年度環境報告書の作成を機に、学校関係者が環境への意識を一層高め、成果を社会に向けて強く発信していきたいと思っています。

和歌山工業高等専門学校  
校長 角田 範義

# 環境方針

## 1. 基本理念

和歌山工業高等専門学校は、地球環境問題が現在における最重要課題の一つであると考えます。地域環境保全への貢献のためには、教育・研究を積極的に展開していくことが重要であり、地域環境との共生を柱とした環境との調和と環境負荷の低減に努めます。

## 2. 基本方針

- (1) すべての活動によって発生する地球環境に対する負荷の低減と汚染の予防に努める。
- (2) 地域社会との連携による環境保全活動に積極的に参画するとともに環境保全技術に関する教育・研究の実践を進める。
- (3) すべての活動に係わる環境関連法規、条例、協定及び自主規制の要求事項を遵守する。
- (4) この環境方針を達成するため、環境目的及び目標を設定し、教職員及び学生が協力してこれらの達成に努める。
- (5) 環境マネジメント組織を確立し、環境目的及び目標の定期的な見直しと継続的な改善が実施されることを確実にする。

この基本理念及び環境方針は、全職員及び全学生に周知するとともに、インターネットのホームページを用いて一般の人に開示します。

平成19年3月制定

## 報告の対象とする活動等

### 1. 報告の対象

(1) 対象年度 平成 27 年度（平成 27 年 4 月 1 日～28 年 3 月 31 日）

#### (2) 対象とする活動の概要

- 教育（教員、学生の活動）
- 研究（同上）
- 上記に関連する地域・社会への貢献活動
- 学寮における寮生の生活

### 2. 対象とする組織、活動、施設等の概要

#### (1) 概要

名称 独立行政法人国立高等専門学校機構 和歌山工業高等専門学校

所在地 和歌山県御坊市名田町野島 7 7

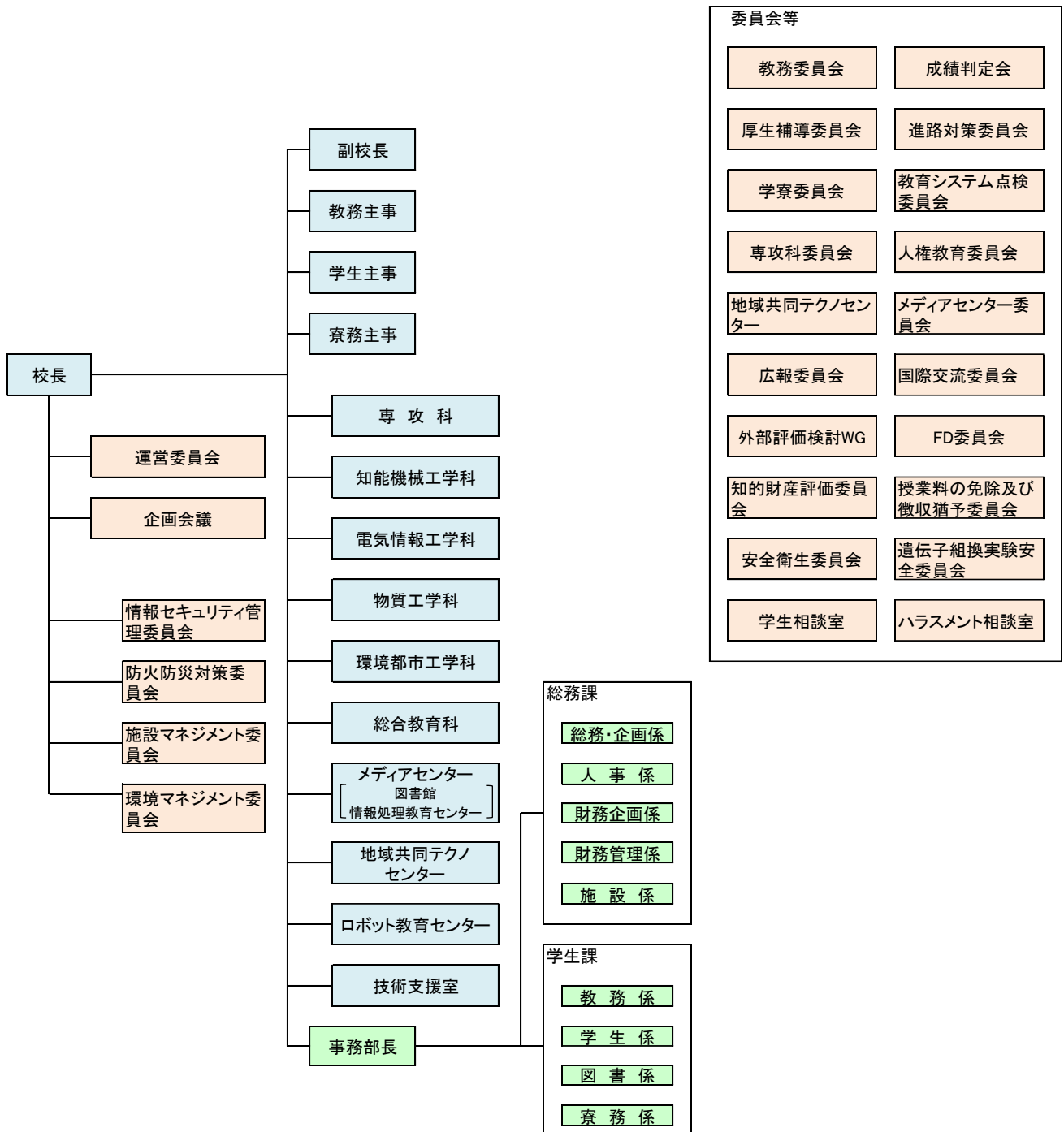
創立 昭和 39 年 4 月 1 日

#### 教育理念

本校は、5 年間の一貫教育を通じて、エンジニアとしての素養を身につける基礎教育と、実践を重視した専門教育を効果的に行うことにより、工学を社会の繁栄と環境との調和に生かすための創造力と問題解決能力を身につけ、豊かな人間性と国際性を備えた人材の育成を目指す。

とりわけ自然環境に恵まれた和歌山県中南部に位置する本校は、地域社会の特色を生かしつつ、地球環境に配慮した新技術の開発に貢献することにより、新たな課題に挑戦する。

## (2) 組織



### (3) 主要な施設

#### ①敷地

	面積(m <sup>2</sup> )
敷地	101,400

平成 27 年 5 月 現在

#### ②建物

		延べ床面積 (m <sup>2</sup> )
建物	校舎	14,760
	図書館	1,680
	屋内運動場	2,509
	福利厚生施設	1,215
	寄宿舍	11,173
計		31,337

平成 27 年 5 月 現在

### (3) 人員

#### ①職員

区分	校長	教授	准教授	講師	助教	職員	教職員 計
現員	1	29	28	1	6	41	106

平成 27 年 5 月 現在

#### ②学生

本科	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	計
知能機械工学科	41	43	41	44	35	204
電気情報工学科	43	38	42	38	43	204
物質工学科	40	43	43	42	37	205
環境都市工学科	42	41	42	37	38	200
計	166	165	168	161	153	813

平成 27 年 5 月現在

専攻科	1 年	2 年	計
メカトロニクス専攻	7	9	16
エコシステム専攻	10	9	19
計	17	18	35

平成 27 年 5 月現在

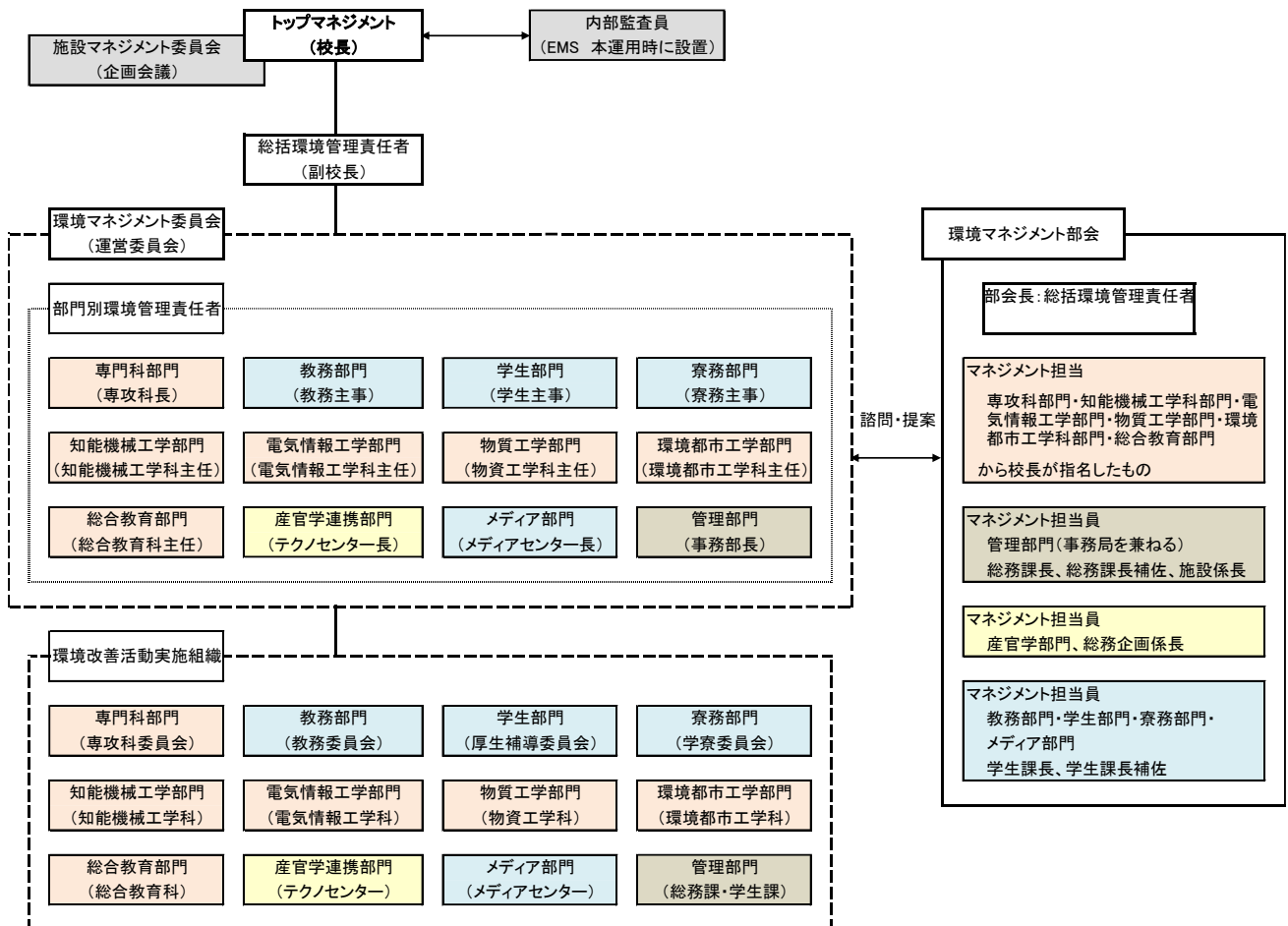
#### ③寮生

寮生	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	計
本科	152	142	101	100	76	571
専攻科	7	7				14
計						585

平成 27 年 6 月 現在

# 環境マネジメント組織

## 環境マネジメント組織



## 環境目的・環境目標及び行動計画

環境目的	環境目標	行動計画			
		行動内容	責任者	支援事務局 (データ集計等)	
高専の特徴を生かした環境教育・研究を推進する。	環境意識の向上	環境意識の啓蒙		総括環境管理責任者	総務課
		各室週1回の清掃活動の実施		各自	
		教室週1回の清掃活動の実施		学級担任	教務委員会・学生課
		構内一斉清掃の実施（定期試験終了後年4回）		教務主事	教務委員会・学生課
		環境関連事項を取り入れた授業実施		教務主事	教務委員会・学生課
	環境関連研究の実施	環境関連研究の実施		部門別環境管理責任者	総務課
		環境関連共同研究等の実施			
		研究成果の公表			
環境負荷の少ないキャンパスを構築する。	エネルギー資源の保全と二酸化炭素排出量を削減する。	電気	不使用時の消灯の徹底	部門別環境管理責任者が指名した者又は各自	各部門及び総務課
			電気機器の節電		
			空調運転の温度厳守		
			夏季の一斉休業の実施		
		ガス	使用実績の把握公表		
			空調運転の温度厳守		
			夏季の一斉休業の実施		
			使用実績の把握と公表		
	重油・灯油の使用実績の把握と公表			総務課	
	コピー用紙使用量を削減する。再生紙利用率100%	紙	コピー用紙の使用量削減	部門別環境管理責任者が指名した者	各部門及び総務課
			コピー用紙への再生紙の利用		
	上水使用量の削減	上水使用量の把握		各自	総務課
	ごみの分別の徹底	ごみの分別		各自	総務課
		ごみ減量と分別のPR活動（手順書の作成）			
		ごみの分別環境の整備			
		排出量の把握			
不要になった物品の学内HP上への公開					
産業廃棄物の管理	排出状況、排出量の把握		総務課	総務課	
	産業廃棄物の適切な保管		各自		
	排出手続きの法遵守		総務課		
グリーン購入製品の購入	実績調査		総務課	総務課	
	グリーン物品の指定、周知		総務課	総務課	
毒物・劇物及び高圧ガス等の適切な保管・管理	毒物・劇物及び高圧ガスの適切な保管		部門別環境管理責任者又は各自	各部門及び総務課	
	毒物・劇物及び高圧ガスの使用（保管）状況の把握		総務課		
	毒物・劇物及び高圧ガスの使用（保管）の監査		総務課		
地域との連携による環境保全活動を推進する。	学生による自主的な環境活動の推進・支援	取組状況の把握と学内外への積極的な広報活動	学生主事	学生課	
	清掃活動の実施	学外清掃活動の実施	学生主事（教務主事）	学生課	



## 主要な環境負荷排出と取り組みの状況

### エネルギーの消費

#### 電力消費量

電力消費量は、東日本大震に伴う電力不足等による節電要請への対応のための効果もあって、平成 23 年度には減少となりました。平成 25 年 4 月にはものづくりセンター、平成 26 年 9 月は柑紀寮 8 号館がそれぞれ完成・供用があり、増加要因ではありましたが、大きな変化はなく推移しています。

右下の図は月ごとの変化を平成 25～27 年度で比較したものです。学校設備の消費量は、平成 24 年度の推移とほぼ同じになっています。学寮では、8 号館竣工後の平成 25 年 12 月に増加が見られましたが、その他の月では大きな差は出ていません。以下の対策は継続的に行われていますが、この効果の継続を目指してさらなる徹底を行います。

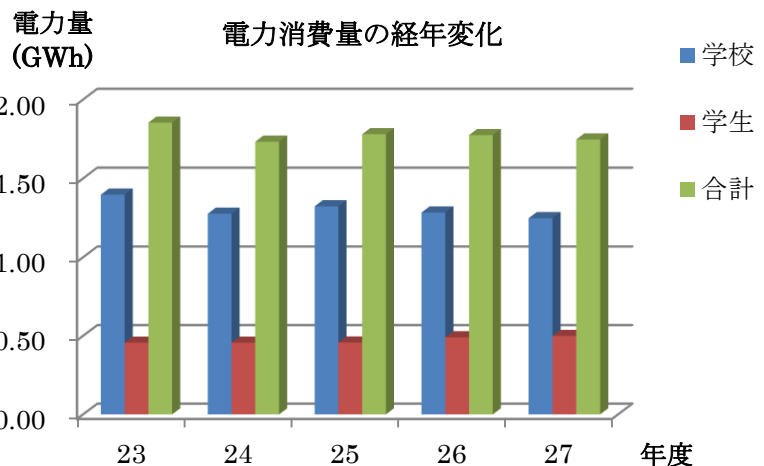
#### ①不使用时の消灯の徹底

- ・教職員への消灯による節電の徹底を通知しています。

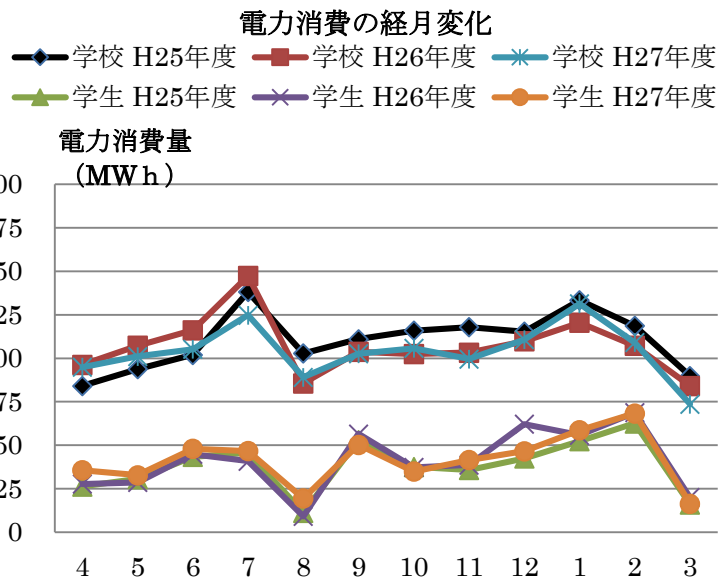
- ・更新した校舎の廊下照明灯での人感センサーによる自動消灯を行っています。

- ・校舎等の整備工事にあわせて人感センサー取付けや LED 電球の設置等の設備的対応を行っています。本年度は第一、第二体育館、武道場に LED 照明の取り付けを行った。

- ・既存の設備に対しては機会があるごとに予算請求を行い、照明を LED 電球等節電型の器具へ更新していきます。



学生：教室空調及び学寮の居住スペース等  
学校：上記を除く部分



・支障のない範囲で廊下照明灯を削減します。

#### ②電気機器の節電

- ・教職員へ節電の徹底を通知しています。
- ・電力消費削減が可能な設備の見直しを行い、リストを作成して対象設備での節電を行っています。

#### ③空調運転の温度厳守

- ・教室や事務室での空調機の温度設定を国の指導にしたがって徹底しています。
- ・研究室については教員にも設定温度の厳守を通知し、研究に支障のない居室空間等では温度設定を徹底しています。
- ・学寮のエアコンの使用については、利用規則を作成して設定温度の厳守と利用時間の制限等を行って節電に努めています。
- ・クールビズ、ウォームビズの奨励によってエアコン稼働時間の短縮、空調温度の最小化に努めています。

#### ④夏季の一斉休業の実施

夏季の一斉休業を実施し、節電対策としています。

#### ⑤使用実績の把握公表

現状の把握では、本報告書に記載したレベルであり、建築区画や設備区分による電力消費量は把握できていません。詳細な対策を立案するためには、原因の特定が不可欠であり、設備更新時に電力メータの設置を検討して効果的な場所には、電力メータの設置を行います。

また、現状での電力消費量を一人当たり及び建物延べ床面積当たりを指標として表示すると下記のようになります。

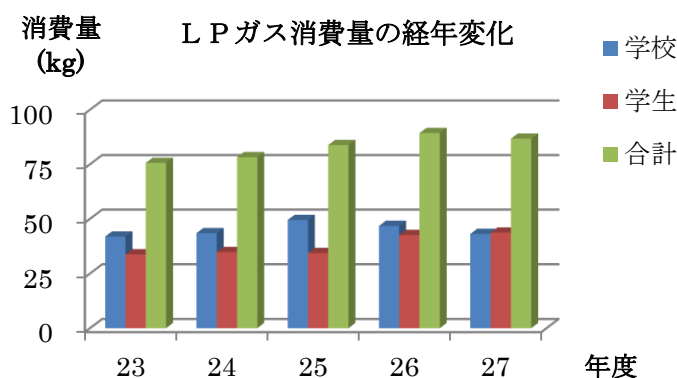
教職員・学生一人当たり電力消費量：1,831 kWh/年・人

建物延べ床面積当たり電力消費量：58.4 kWh/年・m<sup>2</sup>

## LP ガス消費量

平成20～22年度の校舎の改修において空調設備にガスヒートポンプを使用したため、LPガスの使用量は増加しました。平成23年度には東日本大震災の影響による電力不足が発生して、節電要請がありました。その際の省エネ行動によって平成23年度は一時減少しましたが、右図に見るように、その後はやや増加傾向にあります。平成26、27年度は、学寮8号館の風呂の給湯にLPガスを用いたため、その分が増加となったものと考えられます。新規の需要が一段落したため、今後の対策によって削減を目指す必要があります。

対策としては下記を継続的にを行います。



①空調運転の温度厳守

- ・これまでの対策

空調動力用の消費対策として、教室の空調は集中管理を行って空調時間、設定温度を一元的に管理しています。

- ・今後の対応

電力量と同様の対策を行いますが、近年の LP ガス消費量の増加は空調動力によるものと考えられます。対策として、教室での複数年の実績を踏まえて運用基準を作成します。

②夏季の一斉休業の実施（電力消費と同様）

③学寮での風呂での節水

④使用実績の把握と公表

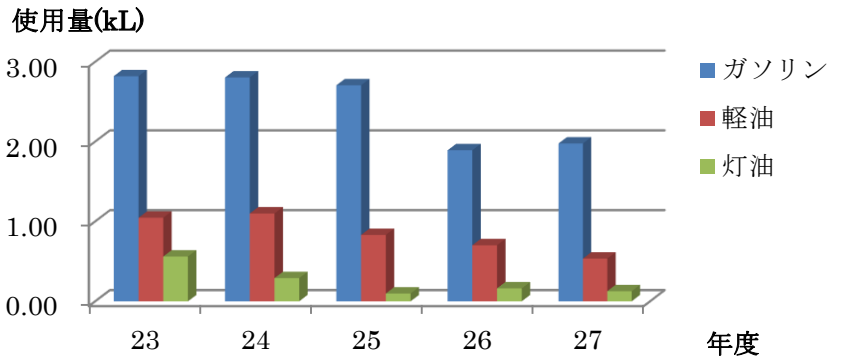
**軽油、ガソリン等**

自動車燃料のガソリンは平成 22 年度以降減少傾向にありましたが、平成 27 年度はやや増加しました。軽油については平成 23, 24 年度をピークに減少傾向にあります。これは運転手の退職に伴い公用車の利用の減少が主な原因と考えられます。量的には軽油の減少がガソリンの減少を上回っており、全体としての考察は総エネルギー投入量による必要があります。

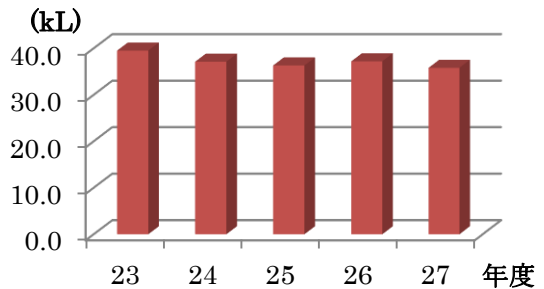
灯油（学校内の一部の暖房）は平成 21 年度をピークに減少傾向にあります。施設整備に伴って他の熱源に転換が進んだためと推測されます。

重油の利用は平成 22 年度までは男子寮の暖房と風呂の給湯でしたが、平成 23 年度冬季からの暖房は空調機に変わったため、消費量としては大きく減少しました。その後は横ばいで推移しています。これについては熱源が重油から電力に変わるものであり、総エネルギー投入量や二酸化炭素排出量によって負荷量全体という視点で監視しています。

ガソリン、軽油、灯油使用量の経年変化



重油使用量の経年変化



## 総エネルギー投入量

これまでの集計はエネルギー種別の消費量の推移ですが、エネルギー源を交替している場合もあり全体としての増減傾向を把握することは難しいと言えます。ここではエネルギー消費量を一次エネルギー量に換算して全体の傾向を把握します。

グラフにはありませ

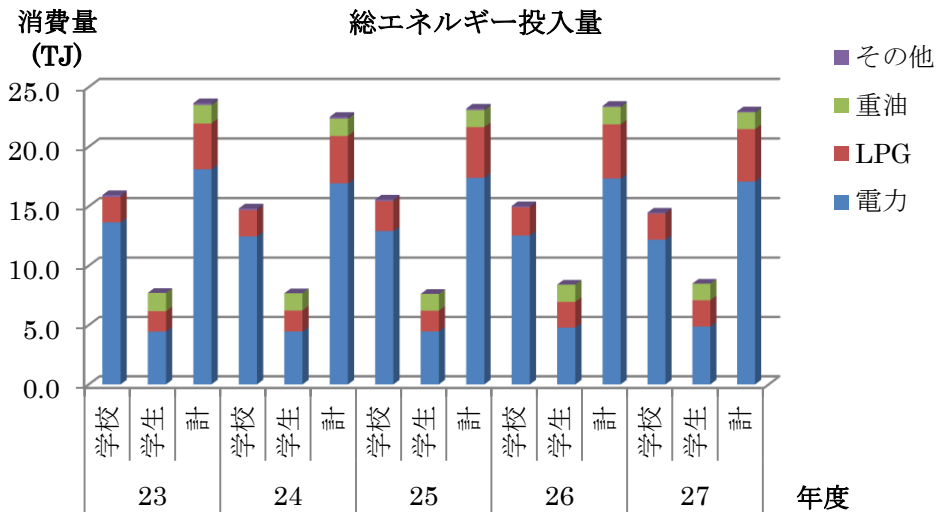
んが、平成 21～22 年度にかけては増加しました。増加は主に学校施設での電力、LPG によるもので施設更新での環境整備によって新たなエネルギー需要が生じたものと考えられます。平成 23 年度は節電、省エネルギー等の外部からの要請及び対策により減少に転じています。その後は横ばいの状態と言えます。平成 25, 26 年度は学寮 8 号館の新設等が原因で、学生分についてはやや増加がありますが、学校分の節電等の対策による削減で相殺した形になっています。

総エネルギー投入量は、全体での傾向を把握するために重要な指標であり、適切な比較値を設定して継続的に監視する必要があります。現状での電力消費量を一人当たり及び建物延べ床面積当たりを指標として表示すると下記ようになります。

教職員・学生一人当たり総エネルギー投入量：24,070 MJ /年・人

建物延べ床面積当たり総エネルギー投入量：726 MJ/年・m<sup>2</sup>

数値を高専全体の中で比較（「環境報告書 2016（高専機構・2015 年度実績）」による）すると延べ床面積当たりで 25 番程度となっています（グラフの読みで比較しているので多少のずれの可能性がありますが）。なお、上位には北海道・東北地方の比較的寒冷で多量の暖房エネルギーが必要と考えられる地域や逆に冷房エネルギーが必要と考えられる沖縄高専が並んでいます。

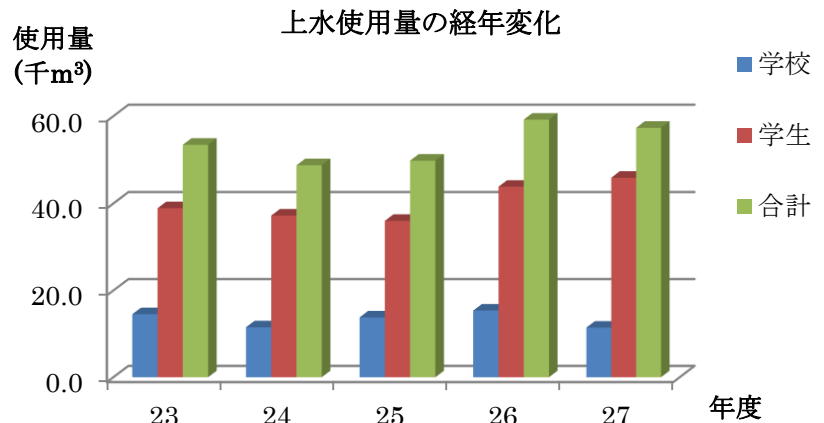


## その他の環境負荷となる項目の消費や排出

### 上水

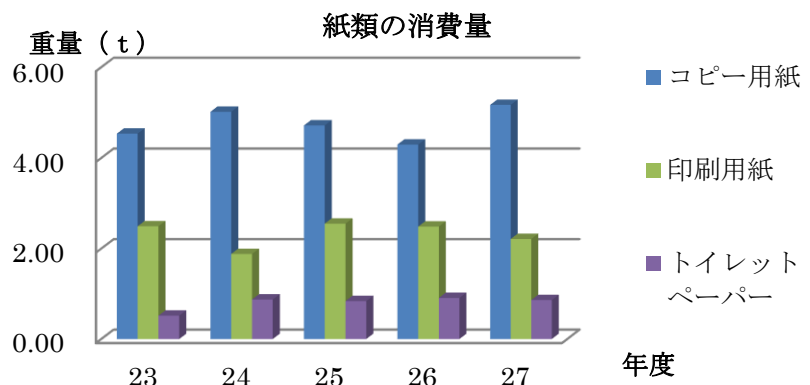
上水は他の項目と相違して学生による消費が多い項目になっています。平成 25 年度までは減少傾向にありましたが、平成 26, 27 年度は平成 25 年度に比較して増加となりました。これは 8 号館の供用が原因と考えられます。

節水に関する呼びかけは随時行ってきましたが、今後の対策として蛇口等に節水コマを設置する対策を実施します。



### 紙の使用

天然資源の消費削減の観点から校内で利用されているコピー用紙等は、既にすべて再生パルプ使用率 100%の再生紙を使用しています。平成 24 から 26 年度では用紙の使用量（コピー紙+印刷用紙）は減少しましたが、平成 27 年度は 26 年度比で約 9%増になっています。この値は、全体的に環境負荷の減少傾向が強まる平成 23 年度より前の水準となります。



紙の節約や節電等で機器によらず行動による対策がメインになる事項については、ある程度削減した後に揺り戻しがあることがあります。再度、節約意識を強化して、資料の電子化など対策を講じる必要があります。

### 廃棄物管理

廃棄物は、事業系一般廃棄物（可燃、不燃、粗大、有害）、資源ごみ（段ボール・雑誌等、ビニール・プラスチック等、ペットボトル、空きビン、発泡スチロール等、家電リサイクル対象品）、産業廃棄物、特別管理廃棄物などの分別を徹底して行っています。資源ごみについては再生可能な段ボール等の回収も行っています。

## 有害化学物質・危険物の管理

有害化学物質や危険物の管理は基本的には法律に則り行われています。劇毒物に指定されている物質については使用者が台帳を作成し校内でとりまとめを行って管理されており、使用量及び廃棄量や保管状況について監視が行われています。平成 25 年度には、さらに管理を徹底するために監視制度を改めました。

## 二酸化炭素排出量

エネルギー消費に伴い排出される二酸化炭素量 (CO<sub>2</sub>) を計算してみました。学校において排出される二酸化炭素排出要因の約 2/3 は電力消費に伴うものとなっています。次いで主に空調用エネルギー源になっている LPG、学寮の重油となっています。

平成 27 年度において総エネルギー消費量が大きく変わっていないにもか

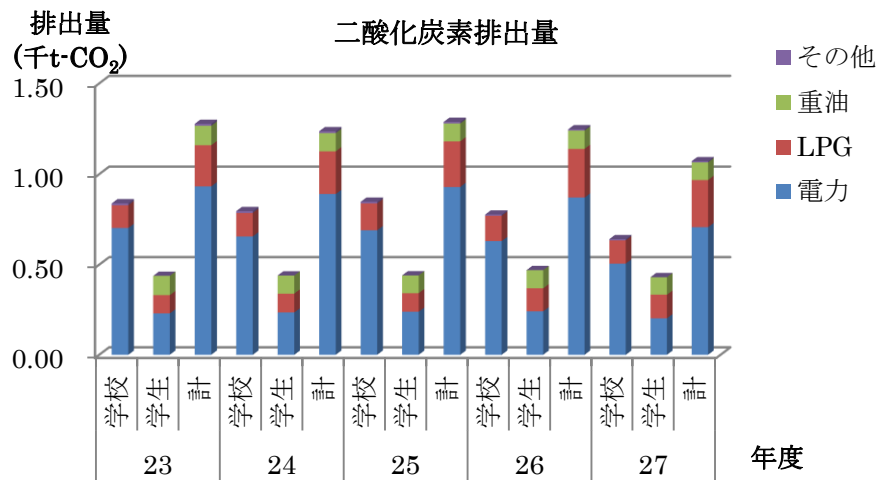
かわらず CO<sub>2</sub> 排出量が減少しているのは、供給を受けた供給会社の電源となる施設の CO<sub>2</sub> 排出係数が小さい (=電力を調達している発電所の CO<sub>2</sub> 排出量が少ない。) ことが主な要因です。

CO<sub>2</sub> 排出量についても適切な指標値で継続的にモニタリングする必要があります。現状での CO<sub>2</sub> 排出量を一人当たり及び建物延べ床面積当たりを指標として表示すると下記ようになります。

教職員・学生一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量：1, 123 kg-CO<sub>2</sub>/年・人

建物延べ床面積当たり CO<sub>2</sub> 排出量：33.9 kg-CO<sub>2</sub>/年・m<sup>2</sup>

上記の指標の今後の活用については電力量の項で記載したものと同様に考えています。



排出原単位は、「環境省・経産省温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度」HP による。

### 電力の CO<sub>2</sub> 排出係数 (参考)

年度	電力のCO <sub>2</sub> 排出係数 (kg-CO <sub>2</sub> /kWh)	供給会社
23	0.000503	エネサーブ
24	0.000514	エネサーブ
25	0.000522	関西電力
26	0.000491	Fパワー
27	0.000405	日本ロジテック協同組合

出典：「環境省・経産省温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度」HP

## 環境負荷削減，環境貢献への取り組み

### 環境負荷削減への取り組み

#### グリーン購入

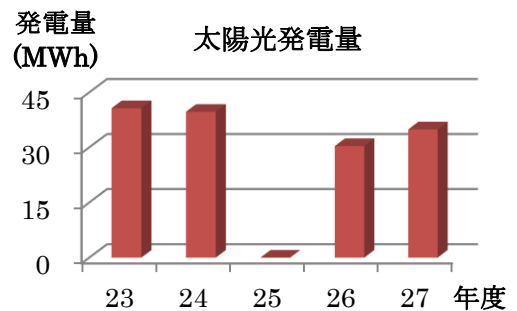
環境にやさしい特定物品の購入（グリーン購入）は、コピー用紙、印刷用紙の紙類や文房具類を中心に品目別に目標を定めて購入をすすめています。

#### 太陽光発電

温室効果ガス削減等に寄与するため平成 11 年に太陽光発電設備を設置して近年は平均的に毎年 40 千 kWh 前後の発電を行っています。ただし、平成 26 年度は設備の故障もあり約 30 千 kWh という結果になりました。この数値はピークである平成 13 年度の 53.7 千 kWh の約 56%ということになります。設備設置から 15 年が経過しており、設備の劣化が生じているようです。平成 27 年度は多少の補修も有り、発電量はやや回復しています。

なお、平成 25 年度の発電量の記録装置の故障により、年間の記録ができなかったため表示していません。

太陽光発電による電力消費量削減率は全体消費量の数%程度ですが、継続的な取り組みが必要です。



(平成 25 年度は欠測があり未記入)

### 高専の特徴を活かした環境貢献への取り組み

高専が教育・研究機関であること、また、約 600 名の学生が寮生活を送っているという状況を活かした取り組みとして、以下のようなことを実施して環境負荷削減、環境意識の向上、地域環境の向上等への貢献を目指しています。

#### 地域環境デザイン工学教育プログラム

##### (1)概要

「地域環境デザイン工学」教育プログラムは、4年間の継続的な教育により、主となる専門分野（メカトロニクス工学、エコシステム工学）およびその基礎となる知能機械工学、電気情報工学、物質工学、環境都市工

学を基にした地域環境に配慮しながら新技術開発のデザインをできる能力を持ち、コミュニケーション能力や情報処理能力を駆使しながら、①「持続可能な社会の形成に活かせる創造力」、②「多面的に問題を発見し解決する能力」、③「豊かな人間性と国際性」を備えた技術者を育成することを目的としています。

本プログラム修了者は、「地域環境デザイン工学」教育プログラムの学習・教育目標を全て達成していなければなりません。

## (2) 「地域環境デザイン工学」教育プログラムの学習・教育目標

学習・教育目標として、次の4つを定めています。

- (A) 和歌山県の地域環境、地域社会との共生に関する理解および倫理観を身につけ、公共の安全や利益に配慮したものづくりの考え方を理解し説明できる。
- (B) 社会のニーズおよび環境に配慮し、かつ与えられた制約下で、工学の基礎的な知識・技術を統合して課題を解決するデザイン能力を身につける。
- (C) 自主的・継続的な学習を通じて、自己の専門分野での深い学問的知識や経験に加え、他分野にまたがる幅広い知識を身につける。
  - (C-1) 自然科学・情報技術に関する基礎的素養を有し、それぞれの専門分野での問題解決のためにそれらを駆使できる能力を身につける。
  - (C-2) それぞれの専門分野に関する深い学問的知識と実験・実習で得た多くの経験を持ち、それらを問題解決のために応用できる能力を身につける。
  - (C-3) 長期的視点に立ち、計画的に継続して自らの能力を向上させようとする習慣とそれを実現する能力を身につける。
- (D) 自分の考えを論理的に文章化する確かな記述力、国際的に通用するコミュニケーション基礎能力、プレゼンテーション能力を身につける。

## (3) 「地域環境デザイン工学」教育プログラムの修了要件

「地域環境デザイン工学」プログラムの修了生は、以下の要件を全て満たさなければなりません。学習時間については、シラバスを参照して、履修してください。

- (1) 専攻科の教育課程を修了していること。
- (2) 学士の学位を取得していること。
- (3) 本教育プログラムにおいて124単位以上修得していること。
- (4) 総学習時間が1800時間以上であること。
- (5) 人文科学・社会科学（語学教育を含む。）等の学習時間が250時間以上であること。
- (6) 数学・自然科学及び情報技術の学習時間が250時間以上であること。
- (7) 専門科目の学習時間が900時間以上であること。
- (8) 別に定める達成度評価基準に合格していること。



## 環境技術習得のための授業

「地域環境デザイン工学」教育プログラムのもと、環境技術の習得を目的とした授業や実験・実習を行っています。以下にその例を挙げます。

知能機械工学科：エネルギー工学、環境・福祉工学

電気情報工学科：発電電工学

物質工学科：環境工学

環境都市工学科：くらしと環境、水環境工学、都市環境工学、環境計画学、水道工学、下水道工学、資源循環システム学

専攻科：環境アセスメント、環境分析、環境化学工学、地域環境工学、環境マネジメント

## 地域や社会の環境保全に役立つ研究

### (1) 全体概要（卒業研究、特別研究）

地域や社会の環境保全を目的として行われる研究も数多く行われています。下記は平成 27 年度に行われた卒業研究（本科 5 年）、特別研究（専攻科 2 年）を例として挙げたものです。

- ・スマートフォンのセンサを用いた局所天気予測
- ・セレン化法による  $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3$  薄膜太陽電池の作製に関する研究
- ・大気圧プラズマによるビニールハウス内での殺菌効果の検討
- ・溶液法による酸化物薄膜の作製と評価に関する研究
- ・電磁誘導加熱のアルミニウム線の特性改善に関する研究
- ・ $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3$  薄膜太陽電池の作製に関する研究
- ・連続成膜法による  $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3$  薄膜太陽電池の作製に関する研究
- ・人工林保全のためのスギ林生育ソフトウェアの開発
- ・ $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S}, \text{Se})_4$  と  $\text{Cu}_2\text{Sn}(\text{S}, \text{Se})_3$  薄膜太陽電池の作製に関する研究
- ・生活排水処理施設整備による温室効果ガスと水質負荷の変化について
- ・南海トラフ地震を想定した災害廃棄物の発生量の予測に関する研究～ 揺れ、津波、液状化による建物倒壊による廃棄物量～
- ・建設汚泥固化物を用いたコンクリートの特性
- ・南海トラフ地震を想定した災害廃棄物の発生量の予測に関する研究～ 建物での資材ストック量と火災による廃棄物量～
- ・果樹殺菌用プラズマ発生装置の検討

## (2) 環境問題に対応した研究の紹介

ここでは、4 学科における本科卒業研究に内容で、環境問題に取り組んでいる事例を紹介します。

### ●知能機械工学科での卒業研究の紹介

#### 【熱伝導率および熱伝達率の同時測定装置の開発】

##### 1. 背景

世界的な規模で様々な省エネルギー活動が行われている。特に、自動車や鉄鋼、電子部品、半導体など、日本の中心的な産業分野では、熱源からの熱損失を如何に減らすかという研究開発が盛んに行われており、中でも、工業炉や家電製品、建物などの表面からの放散熱量を低減させるための研究は、重要な位置付けとなっている。しかしながら、熱伝導率ばかりが優先的に測定されており、放散熱量の指標となる熱伝達率に関しては、測定例が非常に少なく、また、多くの文献では、流体の種類や状態が同じであっても熱伝達率には大きな幅があり、どの値を参考にするかで放散熱量の見積もりが大きく変わってしまうという状況である。このような状態に陥っている原因として、熱伝達率測定時に試験体表面が加熱され、その表面近傍における空気が加熱されることで自然対流が生じ、空気の代表温度測定を難しくしていることが考えられる。そのため、安定状態で測定されているのかが確認できず、測定結果に大きな幅ができてしまっていると考えられる。

そこで、新たに熱伝導率と熱伝達率を同時に測定できる装置を開発し、熱伝導率の測定が安定した状態でなされていることを確認し、その時に測定される熱伝達率を試験体の熱伝達率とした。今回は、工業用断熱材として一般的に使用されているセラミックスファイバー断熱材と、家庭でもよく使用される発泡スチロールの熱伝導率および熱伝達率を測定した。

##### 2. 研究の目的

断熱材の熱伝導率および熱伝達率を同時に測定できる装置を開発し、各種断熱材の熱伝導率および熱伝達率の特性を明らかにする。

##### 3. 測定原理

試験体を通過する熱量、各部の温度、熱流通過面積（試験体の面積）から、フーリエの法則を使って熱伝導率を求め、ニュートンの冷却則から熱伝達率を求める。熱伝導率  $\lambda$  と熱伝達率  $\alpha$  は、それぞれ式(1)と式(2)で定義される。

$$\lambda = \frac{Q_t \cdot d}{S \cdot \Delta\theta} \quad \dots(1), \quad \alpha = \frac{Q_t}{\Delta\theta_a \cdot S} \quad \dots(2)$$

ここで、 $d$  は試験体の厚さ[m]、 $Q_t$  は試験体を通過する熱量[W]、 $S$  は熱流通過面積[m<sup>2</sup>]である。 $\Delta\theta$  は試験体に生じる温度差[°C]、 $\Delta\theta_a$  は試験体表面温度と空気温度（代表温度）との差[°C]である。

##### 4. 測定装置

本装置は試験体の片面をヒータ（株）坂口電熱 VF512A12S）で加熱し、温度差をつけることでフーリエの法則から熱伝導率を求め、同時に放熱面（試験体表面）の温度と周囲の空気温度の差からニュートンの冷却則を用いて熱伝達率を求めるものである。装置は測定部、計測部、温度制御部からなる。測定部の模式図を Fig. 1 に示す。試験体のサイズは 300mm×300mm、厚さの範囲は 5～50mm である。

各部の温度を測定するために、Fig.1 に示すように、熱電対を装置の上部から下部に向かって順に、空气中（雰囲気）、試験体表面、試験体とヒータとの接触面、ヒータ下部にそれぞれ配置した。雰囲気温度

を測定するため、試験体表面から約 30mm の高さに熱電対の測温部が来るようにワイヤーに固定し、そこに Fig.2(a)に示すように 75mm 間隔で 9 つの熱電対を配置した。測温部には、空気の温度を正確に測定するために約 10mm×10mm のアルミ粘着テープを貼り付けた。その他の面には、Fig.2(b)に示すように面の中央を中心に、十字状に 75mm 間隔で 5 つの熱電対を配置した。なお、試験体表面温度測定の際には、熱電対の測温部にポリエチレンフォーム（約 20mm×20mm、厚さ 3~5mm）をかぶせ、その上からテープで試験体表面に固定した。

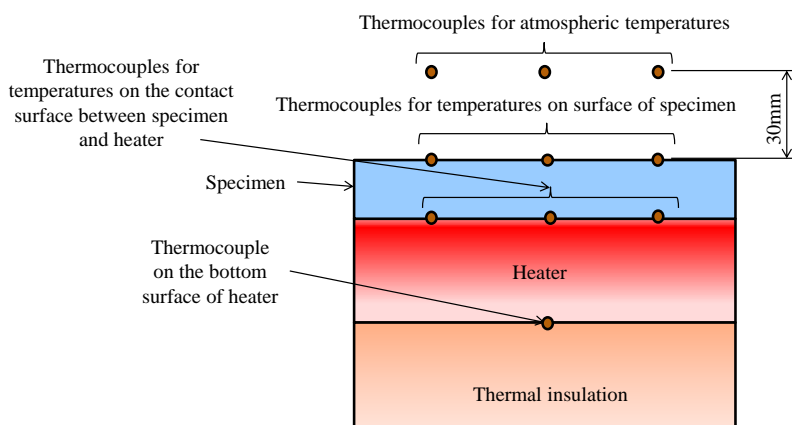


Fig.1 Schematic diagram of measurement apparatus.

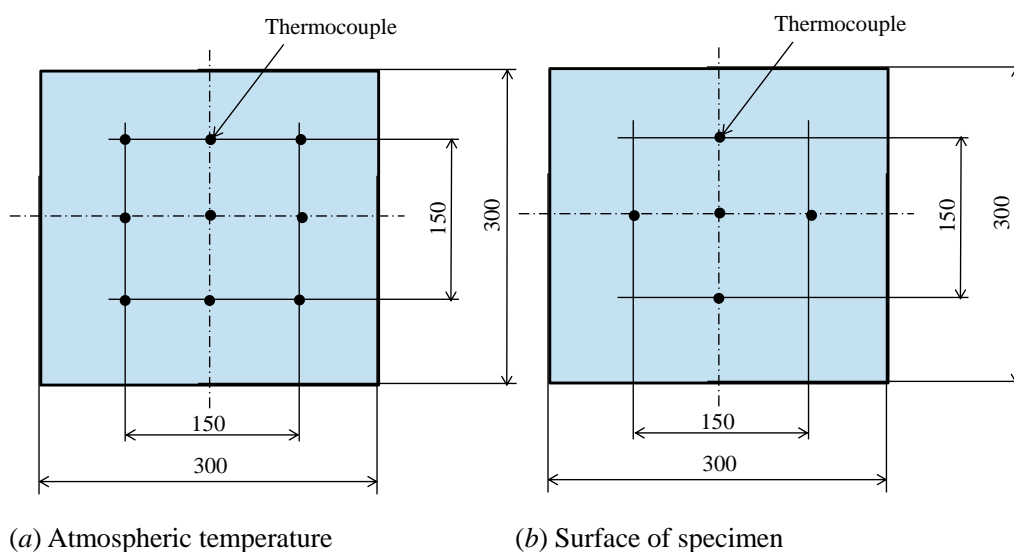


Fig. 2 Arrangement diagram of thermocouples.

## 5. 試験体

セラミックファイバー断熱材と発泡スチロールを試験体とした。Table 1 に質量、寸法、かさ密度等を示す。

Table 1 Test specimen

	Mass [g]	Long [mm]	Wide [mm]	Thickness [mm]	Bulk density [kg/m <sup>3</sup> ]
Ceramics fiber insulation	283	297	300	21.64	147
Styrene foam	17.75	300	300	19.51	10.11

## 6. 結果と考察

### 6.1 熱伝導率

Fig. 3 にセラミックスファイバー断熱材と発泡スチロールの熱伝導率を示す. ここで, 丸印がセラミックスファイバーの熱伝導率, 三角印が発泡スチロールの熱伝導率であり, 白抜き (Local) は試験体の面の中央にある熱電対 (Fig. 2 (a), (b)の中央) を使って試験体の温度差  $\Delta\theta$  を求めて熱伝導率を算出した結果であり (局所熱伝導率), 黒抜き (Mean) は面に配置された全ての熱電対から得られた温度の平均値を使って求めた結果 (平均熱伝導率) である. また, 実線と一点鎖線は, それぞれセラミックファイバーおよび発泡スチロールの局所熱伝導率に対して最小自乗法により導いた近似直線である.

Fig. 3 より, 両試験体とも安定して測定がなされていることが確認でき, また, 表面温度の平均値 (Mean) を使って得られた熱伝導率が, 中央温度 (Local) を使った場合とほぼ一致していることが分かる.

### 6.2 熱伝達率

Fig. 4 にセラミックスファイバー断熱材と発泡スチロールの熱伝達率  $\alpha$  を示す. ここで, Fig. 3 と同様に, 丸印がセラミックスファイバー断熱材の熱伝達率, 三角印が発泡スチロールの熱伝達率であり, 白抜き (Local : 局所) は試験体の中央にある熱電対 (Fig. 2 の中央) を使って求めた熱伝達率 (局所熱伝達率), 黒抜き (Mean : 平均) は面に配置された全ての熱電対から得られた温度の平均値を使って求めた熱伝達率 (平均熱伝達率) である. また, 横軸は試験体表面の温度と雰囲気温度の平均値であるが, 局所熱伝達率 (Local) では試験体中央

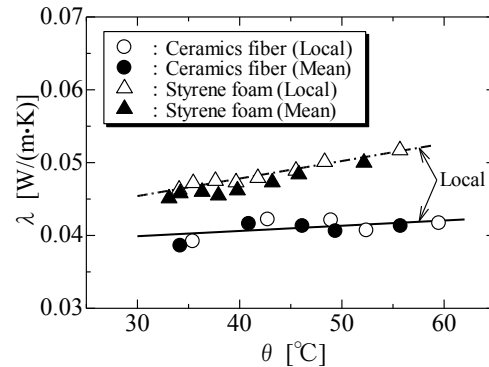


Fig. 3 Thermal conductivities of Ceramics fiber and Styrene foam

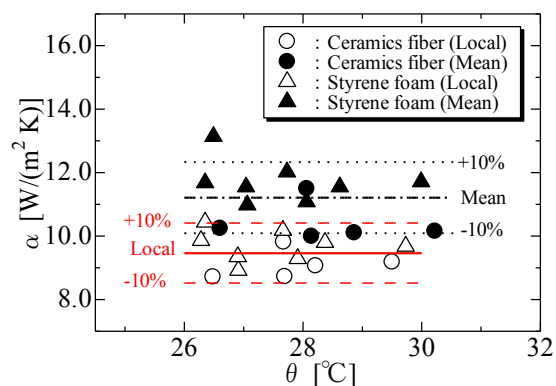


Fig. 4 Heat transfer coefficients of Ceramics fiber and Styrene foam

の温度と、その位置における高さ 30mm の空気の温度の平均値であり、一方、平均熱伝達率(Mean)では試験体全面の平均温度と全雰囲気温度の平均温度との平均値である。朱色の実線は、両試験体の局所熱伝達率の平均値であり、その±10%を朱色の破線で示した。また、一点鎖線は、両試験体の平均熱伝達率の平均値であり、その±10%を点線で示した。

Fig.4 より、局所熱伝達率は、セラミックファイバーでも発泡スチロールでもほとんど差はなく、ほぼ±10%以内で一致することが分かった。ただし、平均熱伝達率は、一致の幅がやや大きくなり、±十数%であった。

局所熱伝達率と平均熱伝達率の差が、同様の条件で得られた局所および平均の熱伝導率の差(数%以内で一致)に比べて大きくなったのは、雰囲気温度と表面温度の差が、試験体にかかる温度差に比べて非常に小さかったことが原因と考えられる。試験体表面－雰囲気間の温度差  $\Delta\theta_a$  が 2～10°C程度と僅かであり、一方、試験体に生じる温度差  $\Delta\theta$  が 10～数十°Cであった。この状況に対して、試験体表面温度測定のばらつきが 0.1～0.5°C程度であったため、温度測定のばらつきが熱伝達率測定に顕著に出てしまったと考えられる。

## 7. まとめ

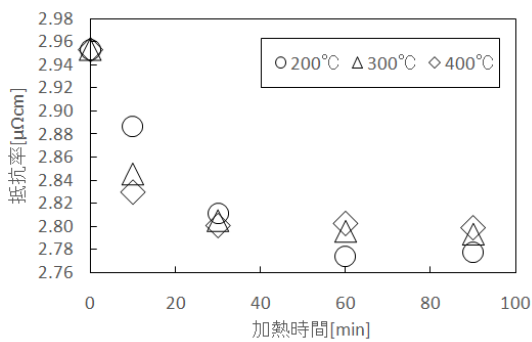
断熱材の熱伝導率および熱伝達率を同時に測定できる装置を開発した。今回は、工業炉などの断熱材として使用されるセラミックファイバーと、身近で広く使用されている発泡スチロールの熱伝導率と熱伝達率を測定した。熱伝導率に関しては、試験体の平均温度が 30°C～60°Cの範囲で、発泡スチロールのそれが 0.045～0.052W/(m・K)、セラミックファイバーのそれが 0.038～0.043W/(m・K)の範囲であった。

一方、熱伝達率に関しては、両試験体ともばらつきが大きく、9～12W/(m<sup>2</sup>・K)程度であったが、試験体に依存するような差は見られなかった。

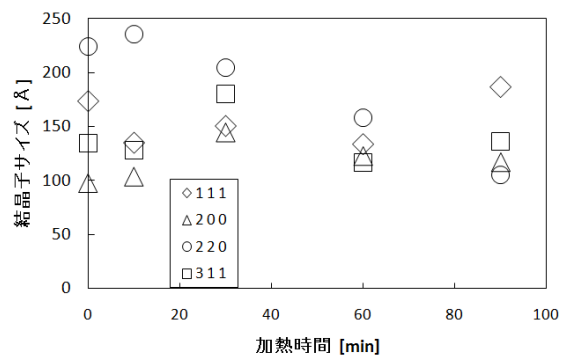
## ●電気情報工学科での卒業研究の紹介

### 【電磁誘導加熱のアルミニウム線の特性改善に関する研究】

昨年度までの研究で、DPH 加熱処理(電磁誘導加熱)によってアルミニウム線の抵抗値が減少することが確認されている。左下図は直径 2 mm アルミニウム線の DPH 加熱処理による抵抗値の変化を示したものである。また、SEM(走査型電子顕微鏡)を用いて、DPH 処理後のアルミニウム線の結晶粒が大きくなることが確認されており、抵抗値減少の原因と考えられている。本研究では直径 2 mm アルミニウム線を測定対象とし、X 線回折を用いて結晶性の変化を分析することを行った。その結果、DPH 処理したアルミニウム線において、顕著な結晶構造の変化は見られないものの、X 線回折測定で得られた回折ピークごとに計算した結晶子の大きさがほぼ一定になる傾向が確認できた(右下図)。これは、結晶格子がより立方晶に近づいたことを示唆していると考えられ、抵抗値が減少した原因と関連するものと考えられる。



DPH 加熱処理時間と抵抗率の変化



DPH 加熱処理時間と結晶子サイズ

【人工林保全の為のスギ林育成ソフトウェアの開発】

スギやヒノキの人工林が、放置された結果、日照状態の悪化による森林の荒廃を引き起こすのが人工林問題である。人工林問題を回避するには定期的な人工林の手入れが必要不可欠だが、林業への従事者は年々高齢化の傾向にあり、人工林の手入れが難しくなりつつある。

本研究では、格子状に区切った二次元マップ上でスギ人工林動態をシミュレートし、樹高と木の本数、日照状態、土壌の栄養状態の時間経過による変化を観察することの出来るソフトウェアの開発を行なった。図1にこのソフトウェアのシミュレーション画面を示す。

このソフトウェアでは、樹高は樹齢と土壌の栄養量で変化し、土壌の栄養量は日照量で変化し、日照量は樹高で変化するという育成サイクルで樹木の生態を再現することを試みた。

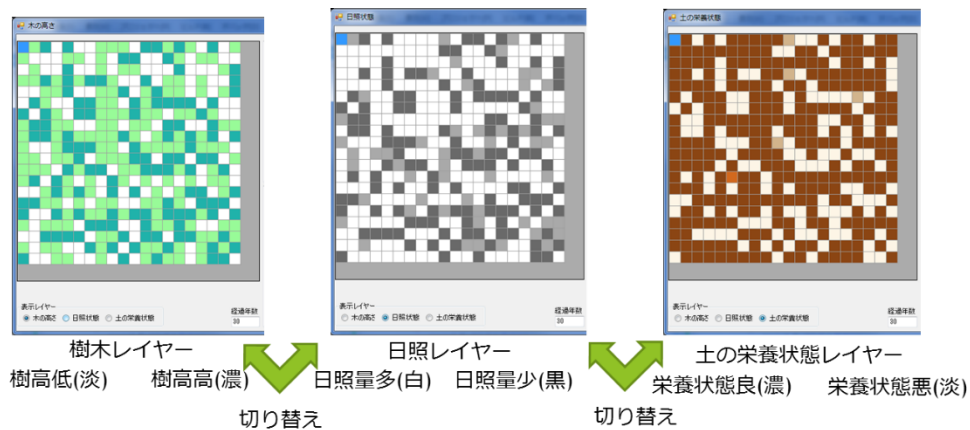


図1. シミュレーション画面

## ●物質工学科での卒業研究の紹介

### 【カルボン酸アニオン型ホスホニウム塩の細菌増殖効果の検証】

#### 1) 研究の概要

イオン液体は、アニオンとカチオンの組み合わせを変えることにより特性を調整できることからデザイナー溶媒とも呼ばれており、不揮発性・高い熱安定性という性質を有することから環境調和型の新規溶媒としても注目されている。イオン伝導性を有することからイオン液体は主として電気化学デバイスの電解質として検討されてきたが、最近では生体試料の電子顕微鏡観察への応用などバイオサイエンス分野への応用も期待されている。

一方、当研究室ではリン系のホスホニウム型イオン液体について開発を進めており、バイオサイエンス分野への展開をも指向し、環境調和性かつ生体親和性の高いホスホニウム塩をデザインしてきた。本研究では、当該ホスホニウム塩の環境調和性を評価する一環として、ホスホニウム塩が細菌増殖に与える影響を精査することを目的とし、カルボン酸アニオン型ホスホニウム塩(図1)による細菌増殖を対応するアンモニウム塩と比較した結果を報告する。

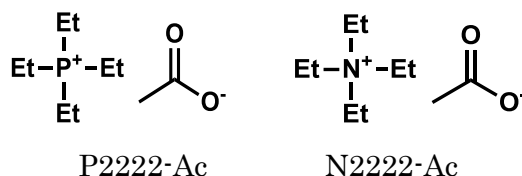


図1. ホスホニウム塩およびアンモニウム塩の構造

#### 2) 研究の方法

中和滴定により濃度を決定した試薬を用い、中和法<sup>2)</sup>により pH が 7 になるようにカルボン酸塩水溶液を調製した(図2)。合成したカルボン塩を添加した培地の調製は、通常の 10 倍濃度に調製した LB 培地(酵母エキス 5%、トリプトン 10%、NaCl 10%)を 0.5ml 加え、さらにカルボン酸塩と水の量比を変化させ添加することにより行った。調製した培地をオートクレーブにより滅菌し、大腸菌と枯草菌についての培養実験を行った。

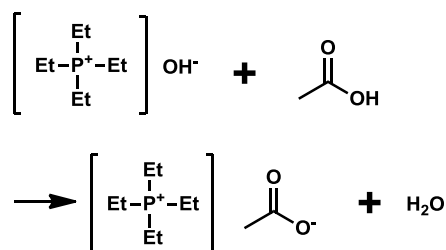


図2. P2222-AC の合成ルート

#### 3) 研究の結果

枯草菌の増殖に及ぼすホスホニウム塩の影響を調査したところ、図3のように、ホスホニウム塩および対応するアンモニウム塩の場合ともに増殖率の低下が確認された。一方、同条件での増殖試験を食塩 NaCl について実施した対照実験では、増殖率の低下は少ないという結果が得られた。塩濃度が増殖率に与え

る影響は低いと考えられるため、カチオンが増殖率低下の一因である可能性が示唆された。また、ホスホニウム塩は対応するアンモニウム塩よりも増殖率の減少幅が大きいという傾向も見られた。これは、ホスホニウム塩は対応するアンモニウム塩より極性が低く、それゆえに脂質二重層への透過が起きやすくなるためであると考えられる。以上の結果から、当該ホスホニウム塩は従来型のアンモニウム塩と同等か、あるいはやや低い増殖率を示すということから静菌性があると見ることもでき、マイルドな抗菌活性を有する環境調和型抗菌剤として用いることができるとも考えられる。

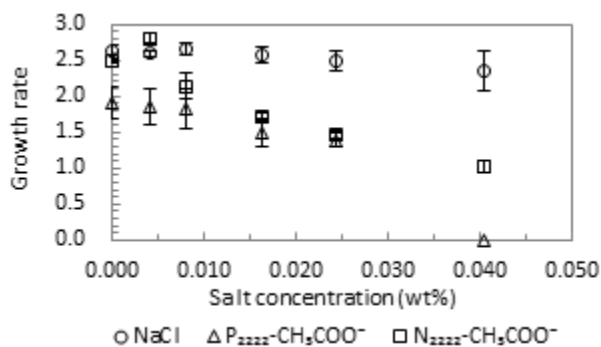


図3. 枯草菌の塩濃度による増殖率の変化

## ●環境都市工学科での卒業研究の紹介

【生活排水処理施設整備による温室効果ガスと水質負荷の変化について】

### 1) 研究概要

和歌山県における生活排水の適正処理率が全国で2番目に低い状況である。また、和歌山市及び紀の川流域下水道に関連する市以外の中心市街地においては下水道事業が着手されていない。

本研究は今後の生活排水処理施設の整備を想定して、それに伴い変化する温室効果ガス排出量と水質汚濁負荷量の関連を考察することを目的として行った。また、ともに有機性廃棄物である可燃ごみと汚泥のリサイクル過程における連携を考慮して、温室効果ガス（以下、「GHG」）削減の可能性を考察することも目的とする。

### 2) 研究方法

#### (1) 検討対象地域と検討ケース

本研究では、中心市街地の下水道整備に着手していない地域である田辺市を対象地域とした。生活排水処理の整備水準として以下の3つのケースで検討を行った。

##### ①Case-1 (現状)

平成22～26年度の実績データを基に不足したデータを補完し平成25年度として設定したケース

##### ②Case-2

集合処理については、集合処理区域については全施設が完成して処理区内の全建屋が接続した場合。



### ③Case-3

Case-3 に対してメタン発酵によりエネルギー回収した場合.

#### (2)GHG 排出量及び水質負荷量の計算方法

GHG 排出量は、稼働時の電力量、薬品等役務消費量を対象に対象市材等のライフサイクルでの量で計算を行った。水質汚濁負荷量は「流域下水道計画調査・指針と解説（日本下水道協会）」に記載された原単位を用いた。

#### 3) 研究結果

GHG 排出量は、「単純整備1」では「現状」よりも 160t-CO<sub>2</sub>/年、「単純整備2」では現状より 85t-CO<sub>2</sub>/年減少することが分かった。生活排水処理を徹底しても GHG 排出量が増えない理由としては、個別浄化槽の機能向上が大きな要素である。

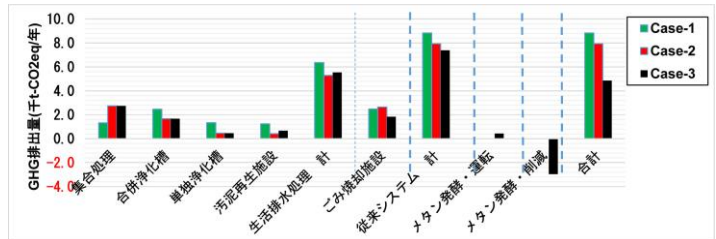


図-1 温室効果ガス排出量の検討結果

また、水質汚濁負荷については Case-1 に対して BOD 負荷量で 76%、T-N 負荷量で 15%、T-P 負荷量で 25% ほどの減少となった。

#### 4) まとめ

生活排水処理施設を整備する場合でも、技術革新が適用されれば GHG 排出量が増加しないことがわかった。さらに乾式メタン発酵技術の適用で大きな GHG 削減効果があることがわかった。

## 研究等を活かした先進的取り組み

### 【実験装置から生み出された電力の有効利用】

平成 25 年 10 月に供用を開始したハイブリッド発電システムは風力発電機（900 W×3 基）と太陽光発電パネル（100 W×6 基）及び蓄電池から構成されています。

全国平均以上の年間日射量と年平均 5 m/s を越える良好な風況により、学生実験室照明電力の一部（64 W 蛍光灯照明器具 6 台×一時限分 90 分）を持続的かつ安定的に再生可能エネルギーによって賄うことができます。



## 公開講座・出前実験等

和歌山高専では、学外の一般の方や、小学生・中学生向けに公開講座や出前授業・出前実験等を行っています。その中でいろいろな環境に関する内容も行っています。例えば、中学生向けに排水などの水質分析を行っています。一般向けには分析機器の活用方法等などの講座を行っています。

また、平成 27 年度に、本校は経済産業省資源エネルギー庁主催の「エネルギー教育モデル校」（平成 27～29 年度）に認定されました。これは、公益財団法人日本科学技術振興財団が経済産業省資源エネルギー庁から委託を受けて実施する事業で、教科や課外活動を通じてエネルギーについて幅広く学び、エネルギーの安定供給、地球温暖化問題、省エネなどエネルギーに関わる種々の課題を科学技術的視点から考察しながら学生が将来のエネルギーに対する適切な判断と行動の基礎を構築することを目的としています。この事業により平成 27 年度には、授業及び公開講座で新エネルギー源として期待されている海底資源・メタンハイドレートを題材とした地域基盤型のエネルギー教育活動を推進しました。

## 地域の環境保全に役立つ活動の推進

当校では、学生による地域の環境保全に役立つ活動を奨励・推進しています。平成 21 年 6 月には、本校のボランティアサークル「アミーバ」が和歌山県より「第 8 回わかやま環境大賞」として表彰されるなど、実績も積み上がっています。教育の一環及び自主的活動の支援等による活動の事例として以下の例が挙げられます。

- ・教室、校舎周辺の清掃、ごみ箱での分別収集（学校生活での指導・支援）
  - ・ボランティアサークル（紹介済み・自主的活動の指導・支援）
  - ・ペットボトル回収、資源ごみ回収、寮内の清掃、校内・学校周辺の環境美化活動（学寮での指導・支援）
- 特に顕著な活動と言える 2 つの事例について紹介します。

### (1) ボランティアサークル・アミーバ（出典：平成 26 年度年報）

環境・福祉ボランティアサークル「アミーバ」（代表世話人：環境都市工学科 3 年佐藤周太君）は、年に数回の本校周辺の海岸清掃をはじめ、森林ボランティア活動や里山の自然林を守る活動などを展開している。

平成 26 年度は、海岸の清掃活動を学校裏の名田海岸で計 3 回、みなべ町千里ヶ浜で 1 回行い、延べ 49 名の学生・教員が参加した。また、御坊市政 60 周年を記念して、継続的な海岸清掃ボランティア活動に対して、御坊市長より感謝状が「アミーバ」に授与された。

森林ボランティア活動としては、林野庁和歌山森林監督署と和歌山高専の間で締結した「川又遊々の森における体験活動に関する協定」に基づき、印南町川又の国有林の一部（0.31ha）における活動を行っている。当地における植樹・観察活動について、地元の団体と連携している。平成 26 年 4 月、和歌山森林監督署職員 2 名の指導で、御坊中央ライオンズクラブ（会長：塩路伸行氏）19 名と本校学生・教員 3 名が、人工林の枝打ち・下草刈り作業を行った。平成 27 年 3 月には、本校学生・教員・OB 計 10 名が（一社）ビオトープ（代表理事：中田稔氏）の 5 名の方々と共に、過年度植樹した苗木の生育状況の確認と手入れを行った。シカやウサギなどによる食害で枯死した苗木も見られたが、全般的にはほぼ順調な生育ぶりが確認できた。食害に遭った部分については新たに広葉樹の苗木を植栽した。今後も、森の手入れを継続的に行い、これらの木々の成長を見守っていく予定である。

アミーバは地域の各種団体と共に活動を行っている。「里山を愛する会」（会長：内田毅氏）主催の放置竹林伐採活動には計 4 回延べ 31 名の学生が参加した。5 月には、「第 8 回みやこ姫よさこい祭り」（主催：みやこ姫よさこい祭り実行委員会）において、学生 8 名がテント設営および撤収作業、清掃作業などのボランティア作業を行った。11 月の高専祭期間中には、美浜町更生保護女性会（会長：古屋せい氏）と共に、来訪者に対し

て薬物乱用防止の啓発活動を行った。さらに当高専祭では“豚汁募金”を実施し、宮城県災害対策本部へ収益全額 45,332 円を寄付することが出来た。

## (2) 寮生の環境美化・環境貢献活動

学生寮（柑紀寮）では、寮生会ボランティア活動の有志が、「グリーンキーパー」という名称で、溝掃除・花壇班・草刈班・寮内外ごみ拾い班・ペットボトル回収班・家庭菜園班・アメニティスペース整備班等のグループに別れ、それぞれの班のリーダーを中心に、自分たちの生活の場である学寮内の環境美化・改善のための活動を行っています。

ペットボトルの回収では、地元プラスチック製品製造企業と連携して、回収品の再生加工を行うとともに、地元でその製品を消費する資源循環サイクルの構築を行っています。

---

---

## 編集後記

本環境報告書では平成 27 年度における活動と近年のデータがまとめられています。当校では平成 19 年度から環境マネジメントシステムを構築し、環境改善に関する活動を行ってきました。平成 27 年度は総エネルギー投入量や二酸化炭素排出量で見た場合、やや改善が見られました。しかし、その量はわずかであり今後もこの傾向が続くかは予断を許さない状況です。

平成 27 年 12 月に新たな温室効果ガス削減の枠組みであるパリ協定が合意され、温室効果ガス削減は新たな段階に向かい始めたところです。環境マネジメントの活動においては、これまでの延長ではないアプローチによる対策が求められることも十分に考えられる時代となってきました。

このような状況のもと職員・学生がともに協力して環境改善活動を根気強く継続する必要があります。皆様のご協力をお願いします。

編集担当：環境マネジメント委員会・環境マネジメント部会一同

---

---

**独立行政法人 国立高等専門学校機構  
和歌山工業高等専門学校**

編集：環境マネジメント委員会・環境マネジメント部会

〒644-0023 和歌山県御坊市名田町野島 7 7

TEL. 0738-29-2301

FAX. 0738-29-8216

Email: [info@wakayama-nct.ac.jp](mailto:info@wakayama-nct.ac.jp)

URL : <http://www.wakayama-nct.ac.jp>