



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 29 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	16

校長メッセージ

1997年に気候変動枠組に関する京都議定書の合意後、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2015年に改めて採択されました。世界規模での温室効果ガス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。同時に、2015年、持続可能な世界を実現するための2016年から2030年までの国際目標として SDGs : Sustainable



Development Goals という新たなアジェンダが国連本部で日本を含む193の加盟国の合意の下採択されました。持続可能な世界を実現するための17のゴール・169のターゲットから構成され、地球上の誰一人として取り残さないことを誓っています。この持続可能な世界を目指す目標を達成するには、経済発展と環境保護は避けて通れない課題です。そのため、この課題を解決する方法として相対する要素間の調和を図りながら全体の中での課題をシンクロさせる複眼的な視点での取組みが必要です。

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、環境意識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、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・工夫を重ねてきました。そして、キャンパスの活動全体を通じて持続可能な社会を目指す努力を継続しています。

本報告書は、和歌山高専の平成29年度1年間におけるデータを、平成30年度にとりまとめたものです。和歌山高専は、環境報告書の作成に止まらず、社会に向けて環境への意識を強く発信し続けていきたいと考えています。

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 29 年度（平成 29 年 4 月 1 日～30 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

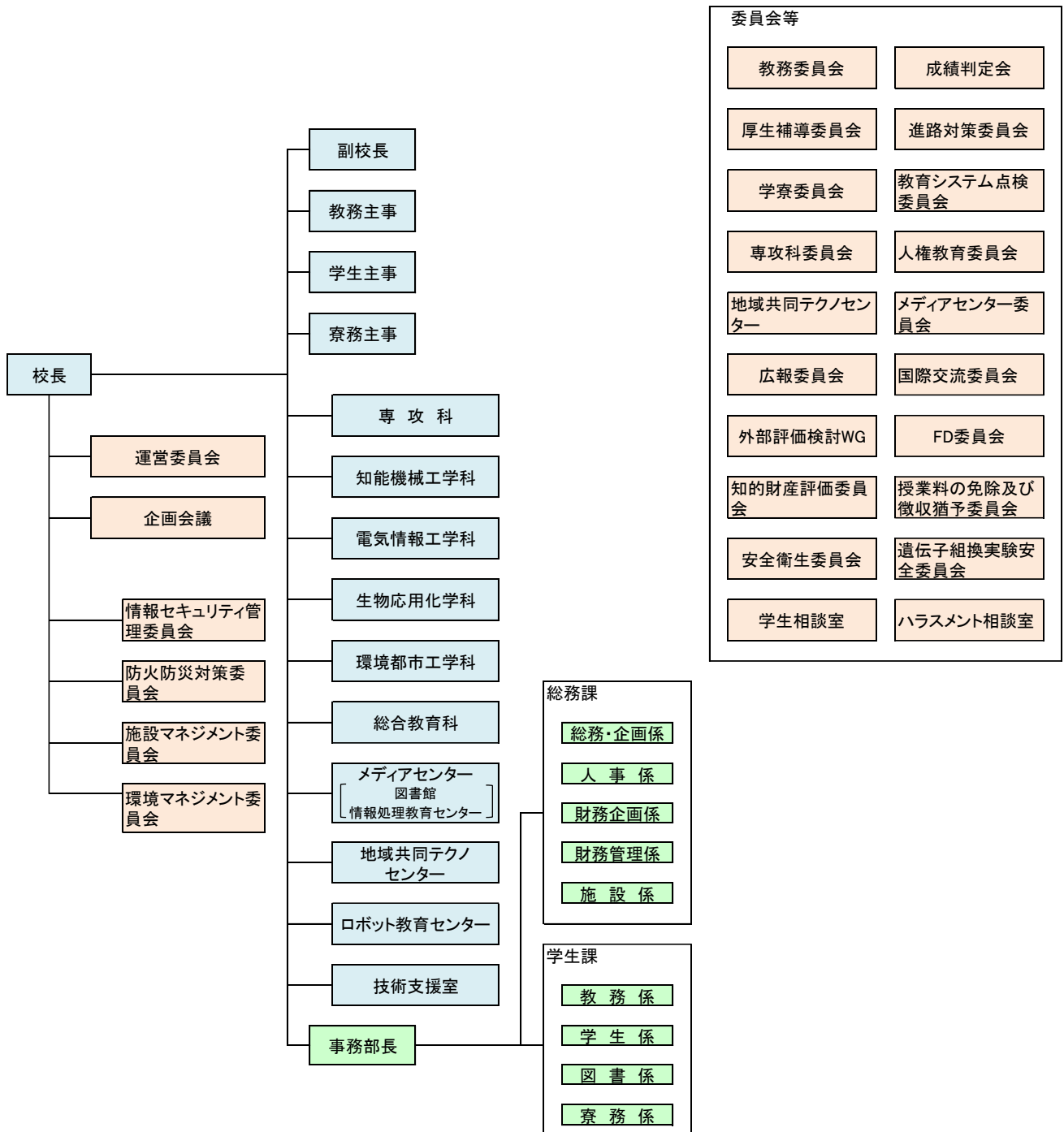
創立 昭和 39 年 4 月 1 日

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 ²)
敷地	101,400

平成 29 年 5 月 現在

②建物

		延べ床面積 (m ²)
建物	校舎	14,815
	図書館	1,680
	屋内運動場	2,561
	福利厚生施設	1,388
	寄宿舍	11,173
計		31,617

平成 29 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	27	28	0	6	41	103

平成 29 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	42	43	34	44	38	201
電気情報工学科	40	45	35	42	38	200
物質工学科	-	41	45	41	39	166
生物応用化学科	41	-	-	-	-	41
環境都市工学科	41	42	45	40	32	200
計	164	171	159	167	147	849

平成 29 年 5 月現在

専攻科	1 年	2 年	計
メカトロニクス専攻	10	7	17
エコシステム専攻	12	10	22
計	22	17	39

平成 29 年 5 月現在

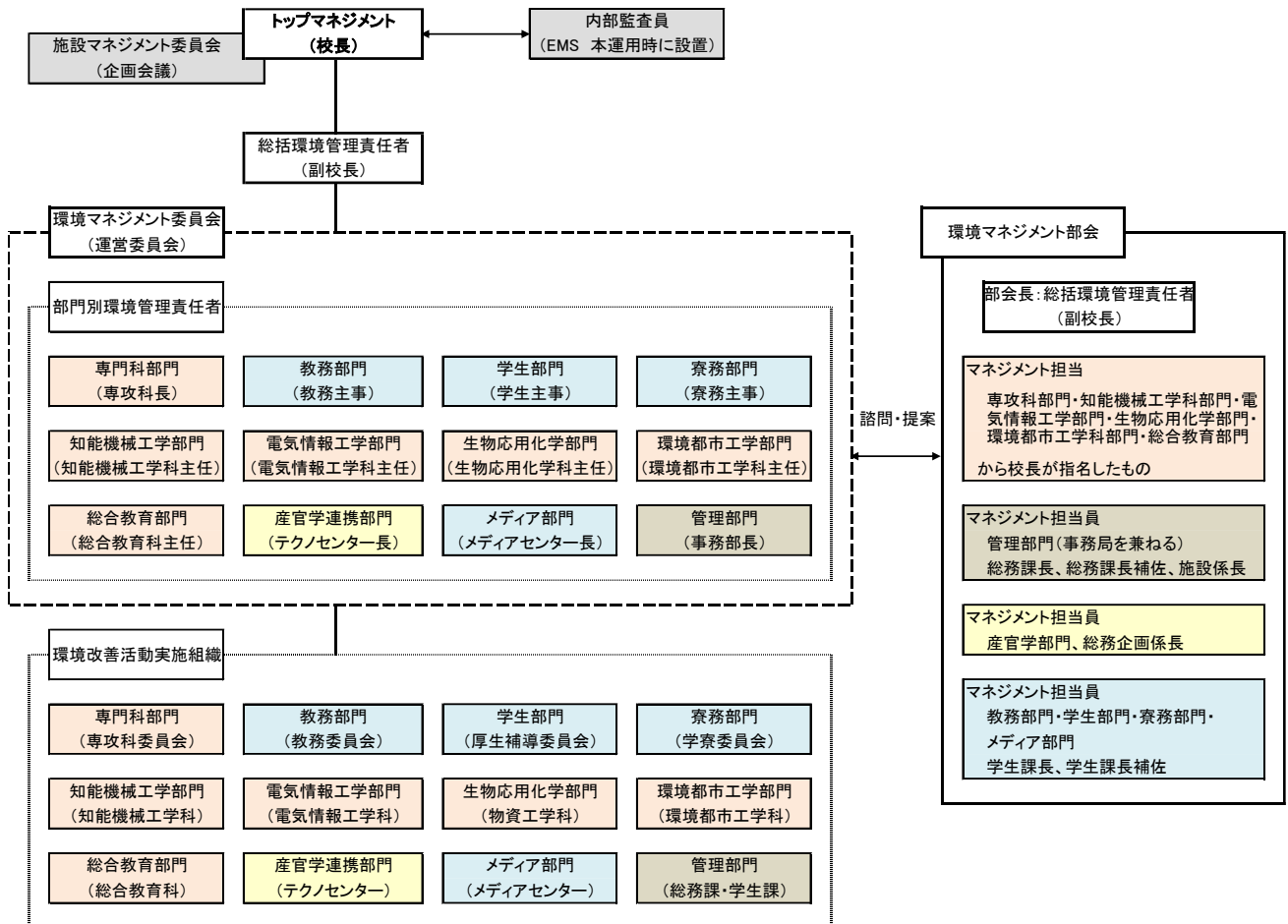
③寮

生

所属	本科					専攻科	計
	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年		
入寮者数	147	136	130	72	80	13	578

平成 29 年 5 月 現在

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、東日本大震の翌年平成 24 年度以降では、最大の値となりました。平成 24～28 年度の間は狭い範囲での増減がありましたが、今年度は増加がはっきりしています。その原因としては、 Semester 制に移行して 7～8 月の新規の前期分の増加が、9 月の新規の夏休み期間の減少を上回ったためであることが右下の経月グラフからうかがえます。また、学寮 8 号館の夏季での初めての利用があったことも原因の一つと推測されます。

学生分の電力消費量は平成 21 年度以降一貫して増加傾向にあります。居住環境の改善や近年の夏季の異常高温などもあり、居住環境を考慮した場合、必然的な部分もありますが、対策の必要があります。

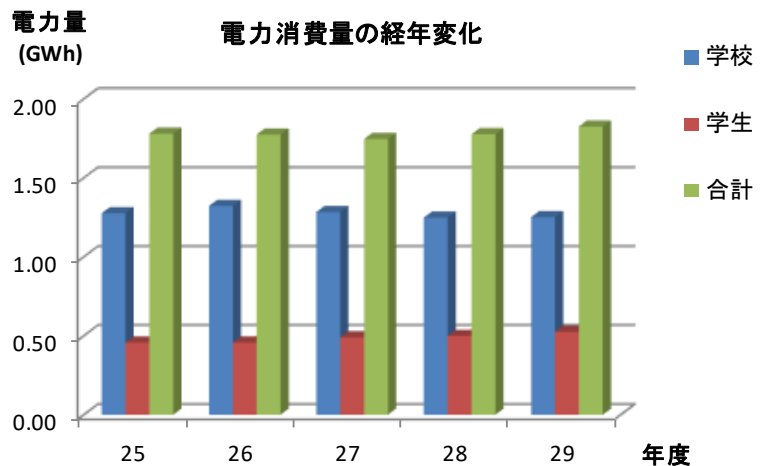
対策の一つとして 8 月での授業期間を可能な限り短くすることも考えられます。

右の経月変化では、夏季以外での明確な変化は見られず、今年度の増加が夏季の 7～9 月の利用状況の変化によるものとわかります。

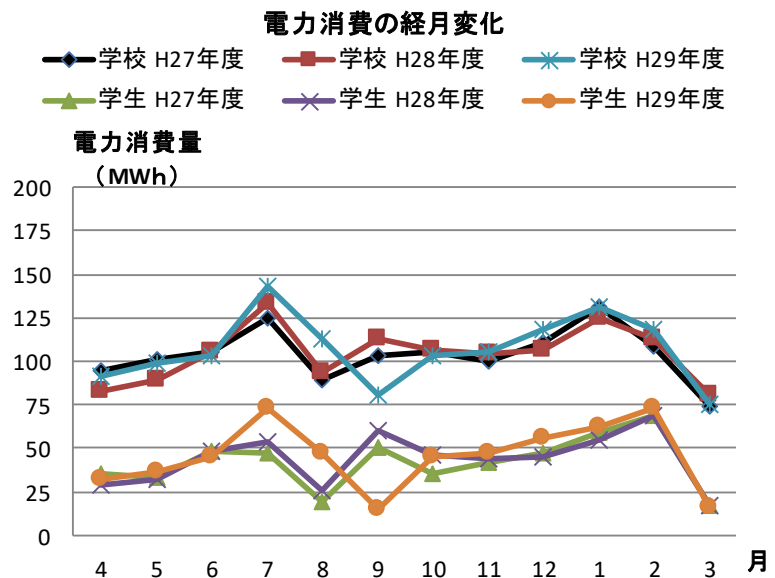
以下の対策は継続的に行われていますが、効果の継続的な向上を目指してさらなる徹底を行います。

① 不使用時の消灯の徹底

- ・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。



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



・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 照明の取付けを行いました。

・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。

・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。

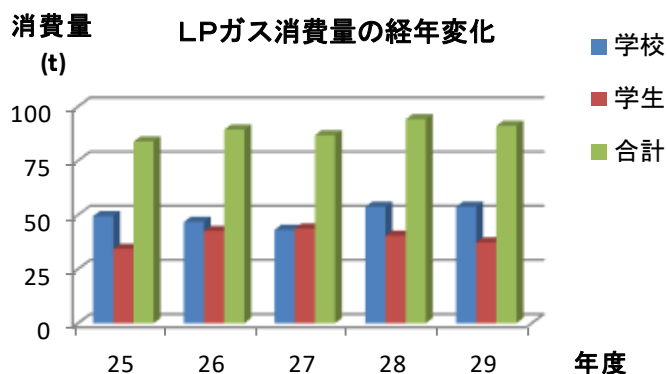
また、現状での電力消費量を一人当たり及び建物延べ床面積当たりを指標として表示すると下記のようになります。

教職員・学生一人当たり電力消費量：1,917 kWh/年・人

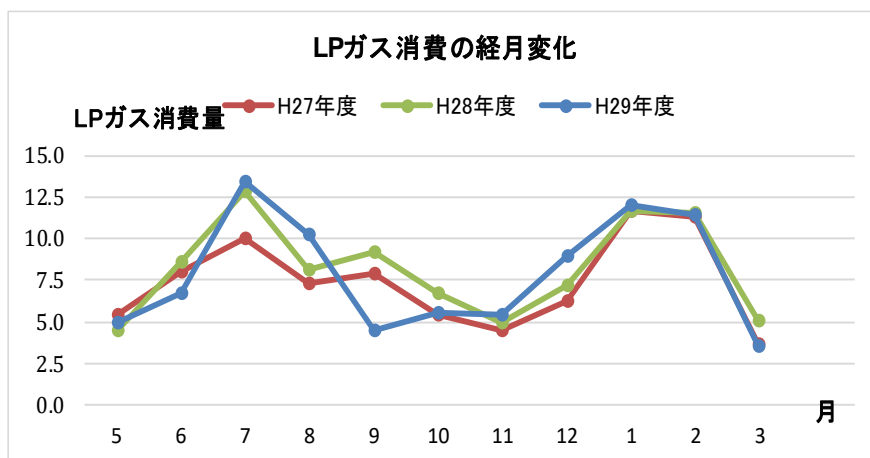
建物延べ床面積当たり電力消費量：61.0 kWh/年・m²

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ています。平成 26 年度からは小さな幅での増減の繰り返しとなっており、今年度は昨年度とほぼ同量の値になっています。教室等の空調設備の使用分である学生分については平成 27 年度以降の 2 カ年は減少しており、適正な使用の定着がうかがわれます。



また、主要な利用がガスヒートポンプ方式の空調設備であり、夏休み時期の変更の影響を電力消費と同様に受けています。下の経月グラフの動向から7～8月の増加、9月の減少の傾向が見られます。



対策としては下記の内容を継続的に行います。

①空調運転の一元管理

空調動力用の適正化対策として、教室の空調は時間と温度の一元的に管理しています。また、消し忘れ対策の停止も行っています。

②夏季の一斉休業の実施

夏季の一斉休業を実施し、空調時間の短縮を図ります。

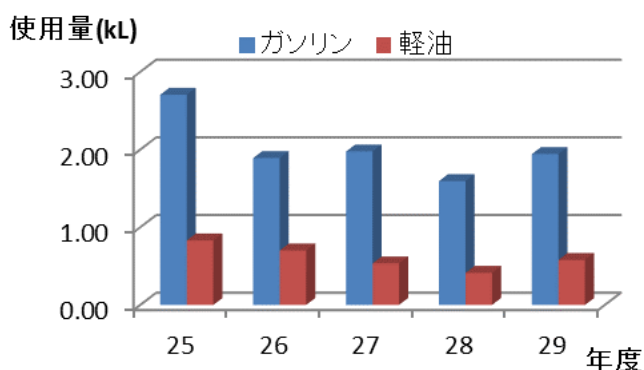
軽油、ガソリン等

自動車燃料のガソリンは平成22年度をピークに減少し、平成26年度以降は小さな範囲での増減の繰り返しと言えます。

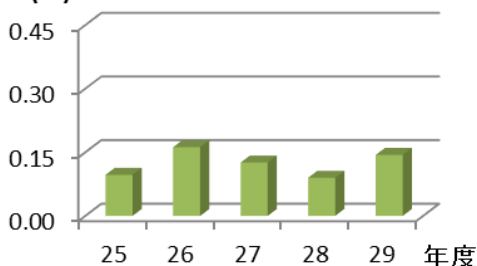
軽油についてはピークが平成24年度で本年度は、ほぼその半分の水準となっています。公用車のバスの利用頻度の低下によるものです。

灯油（学校内の一部の暖房）は平成21年度をピークに減少し、平成25年度以降は小さな増減の繰り返しとなっています。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。

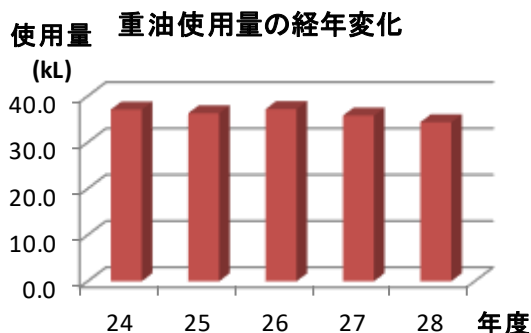
ガソリン、軽油使用量の経年変化



灯油使用量の経年変化 (推定値)

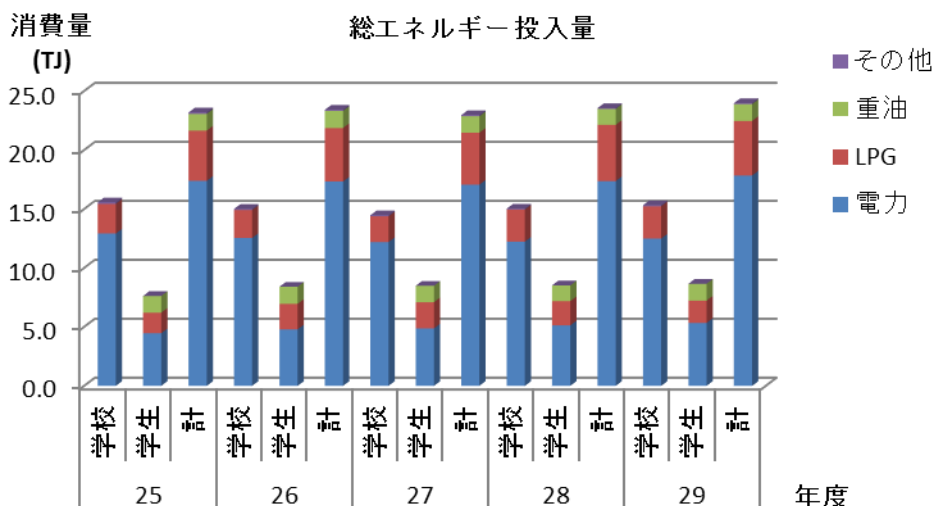


重油の利用は平成 22 年度までは男子寮の暖房と風呂の給湯でしたが、平成 23 年度冬季からの暖房は空調機に変わったため、消費量としては大きく減少しました。その後は横ばいで推移しています。これについては熱源が重油から電力に変わるものであり、総エネルギー投入量や二酸化炭素排出量によって負荷量全体という視点で監視しています。



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、総エネルギー投入量は平成 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ことが原因です。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が、わずかながら平成 28、29 年度の 2 カ年は連続で増加しています。電力消費量の平成 29 年度での増加もあり、警戒が必要です。

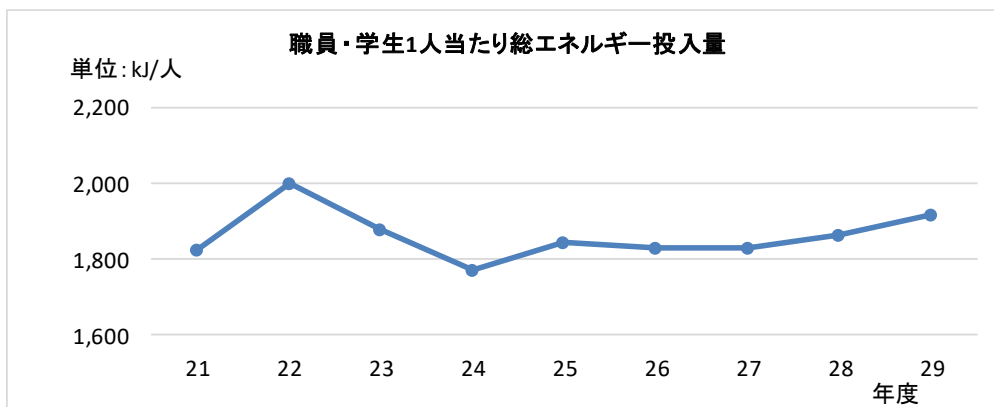
総エネルギー投入量は、全体での傾向を把握するために重要な指標であり、適切な比較値を設定して継続的に監視する必要があります。現状での電力消費量を一人当たり及び建物延べ床面積当たりを指標として表示すると下記ようになります。

教職員・学生一人当たり総エネルギー投入量：25,194 MJ /年・人

建物延べ床面積当たり総エネルギー投入量：759 MJ/年・m²

数値を高専全体の中で比較（「環境報告書 2018（高専機構・2017 年度実績）」による）すると延べ床面積当たりで大きい方から 20～25 番の範囲となっています（グラフの読みで比較しているため近似数値の順位判定

ができません)。これは、前年度よりやや上位に来ており、他高専に比した相対値としてはエネルギー消費原単位が上がっていると言えます。この数値の傾向は下のグラフの通りです。平成 26 年度を下限として、多少ですが増加傾向にあります。

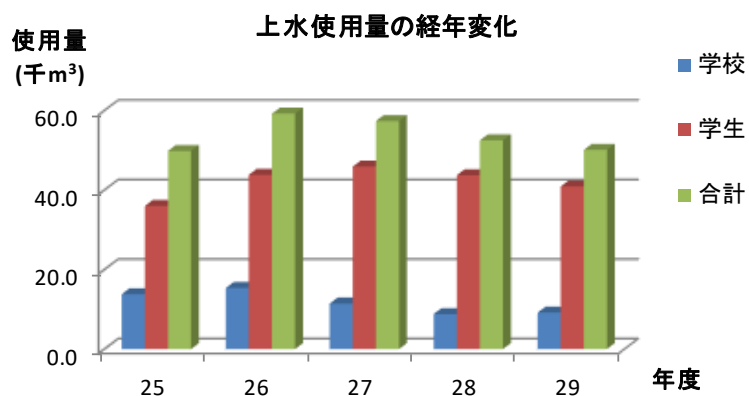


その他の環境負荷となる項目の消費や排出

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 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。平成 26 年度をピークに減少傾向にあり、この状況を維持することが重要と言えます。

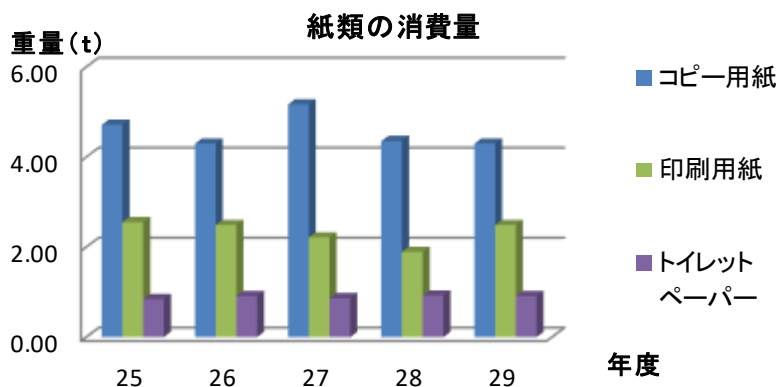
節水に関する呼びかけは随時行ってきていますが、今後の対策として蛇口等に節水コマを設置する対策を実施します。



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 27 年度は 26 年度比で約 9%増になりましたが、平成 28, 29 年度は平成 26 年度とほぼ同量の値となりました。ただし、印刷用紙は 28 年度に近年の最小値となりましたが、29 年度には 26 年度以前の数値となっています。コピー用紙と印刷紙の合計で見ると、最小値となった 28 年度を除くと概ね 6.8～7.4 t/年の範囲で変動しています。

会議資料の電子化等によるペーパーレス化を引き続き進めます。また、紙の節約や節電等で機器によらず行動による対策が主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。今後も使用量増加にならないよう注意が必要です。



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。

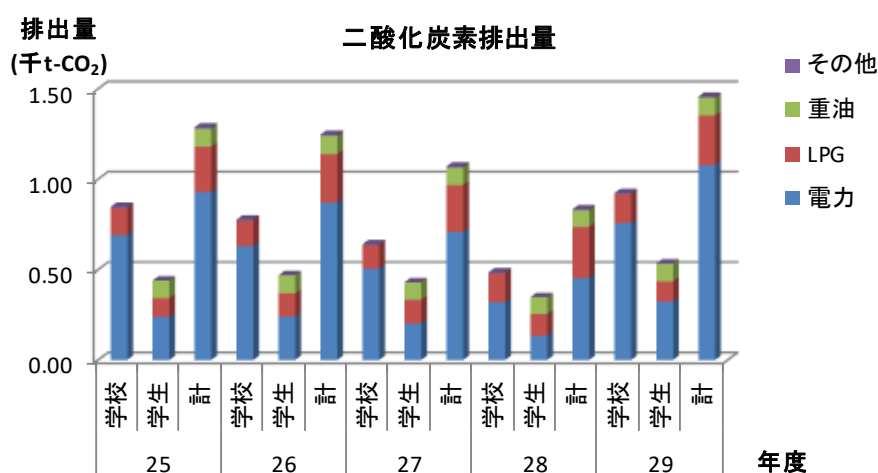
有害化学物質・危険物の管理

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て、現在に至っています。

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（CO₂）を計算してみました。平成 25 年度をピークに減少が続いていましたが、基本数値となる総エネルギー投入量に大きな変化がないも関わらず本年度大きく増加しました。これは、電力による CO₂ 排出量の増加によっています。

近年の電力による CO₂ 排出量が増減は、主に供給を受ける電力会社の発電用エネルギー構成によって生じる会社毎の CO₂ 排出係数の相違による影響を受けています。平成 28 年度には、全供給会社の中でも最も低い CO₂ 排出係数の会社から供給を受けたため減少していますが、平成 29 年度は排出係数の最も大きな部類に入る電力会社からの供給を受けたために、急増する結果となりました。



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。

学校において排出される CO₂ 排出要因の約 74% 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。構成比も電力による排出量の急増により平成 28 年度は約 54% から変化しています。

CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 排出量：873 kg-CO₂/年・人

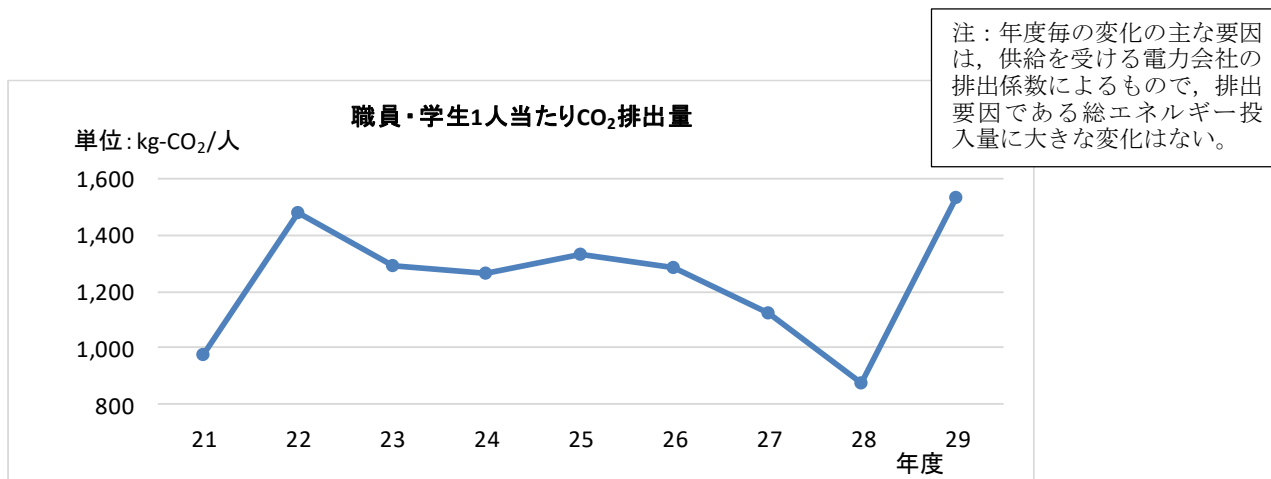
建物延べ床面積当たり CO₂ 排出量：26.4 kg-CO₂/年・m²

電力の CO₂ 排出係数

年度	電力の CO ₂ 排出係数 (t-CO ₂ /kWh)	供給会社
25	0.000522	エネサーブ
26	0.000491	Fパワー
27	0.000405	日本ロジテック協同組合
28	0.000255	アーバンエナジー(株)
29	0.000569	(株)エネット

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

数値を高専全体の中で比較（「環境報告書 2017（高専機構・2016 年度実績）」による）すると延べ床面積当たりで 20 位程度になっています。この数値の近年での傾向は下のグラフの通りになっています。平成 29 年度は凶化した 9 年間で最大の数値となっています。この解消としては、当校だけの問題ではないのですが、CO₂ 排出量についても経済価値化した総合的な入札制度を考慮することも考えられます。



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

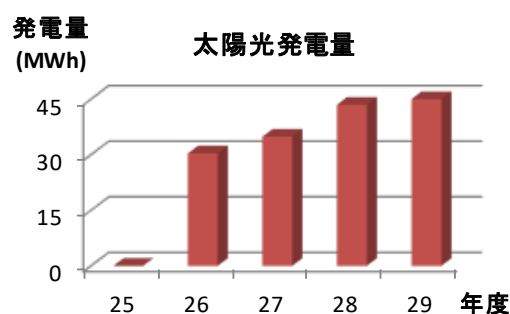
環境にやさしい特定物品の購入（グリーン購入）は、コピー用紙、印刷用紙の紙類や文房具類を中心に品目別に目標を定めて購入をすすめています。

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、平均的に毎年 40 千 kWh 前後の発電を行っていました。平成 26 年度は設備の故障もあり約 30 千 kWh まで落ち込みましたが、その後の修理で回復しています。ただし、この数値はピークである平成 13 年度の 53.7 千 kWh の約 75%ということになります。設備設置から 18 年が経過しており、設備の劣化が生じているようです。

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：発変電工学

物質工学科：環境工学

環境都市工学科：くらしと環境問題、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 28 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。

○本科

- ・ 鋳鉄のエンドミル加工における切削油静電噴射供給の効果
- ・ 無線操作キャタピラ草刈り機の製作
- ・ CZTSSe 薄膜太陽電池の作製と評価に関する研究
- ・ CTS 薄膜太陽電池の作製と評価に関する研究
- ・ CATS 薄膜太陽電池の作製と評価に関する研究
- ・ 高雑音環境下における音声区間検出の検討
- ・ 埋設地線の接地特性に関する再検討のための詳細な測定
- ・ 電界計算を用いた建築物の雷保護設計手法の開発
- ・ ホルムアルデヒド分解菌の分離と特性
- ・ *Methylobacterium* sp. FD1 株ホルムアルデヒドジスムターゼ遺伝子 (*fdm2*) の大腸菌での発現
- ・ 二種類の核遺伝子 H3 及び 28s を用いた名田海岸に棲息する有殻腹足類の DNA バーコーディング
- ・ ミトゲノム由来遺伝子 12s 及び核ゲノム由来遺伝子 28s による日本潮間帯域海岸に棲息するイソニナ *Japeuthria ferrea* の系統地理学的解析
- ・ ミトゲノム由来遺伝子 COI 及び 12s を用いた太平洋に分布する *Ceramaster* 属ゴカクヒトデの分子分類学的研究
- ・ ミトゲノム由来遺伝子 COI 及び核ゲノム由来遺伝子 28s による日本棲息スガイ (*Lunella coreensis*) の分子系統地理学的解析
- ・ 微生物コミュニティを用いたバイオセメントの開発
- ・ 梅干の廃種子炭を利用したトリメチルアミン除去剤の探索と開発
- ・ こんにゃくグルコマンナンを母材とした活性炭包埋吸着剤の開発

・産業廃棄鉄粉および廃梅種子由来活性炭を活用した脱酸素・脱臭剤の開発・椿山ダム下流水辺林の回復について

- ・低温環境下におけるバイオセメンテーションに関する研究
- ・椿山ダム下流の水辺林の形成に関する研究 ～遷移度による植生回復の評価～
- ・椿山ダム下流の水辺林の形成に関する研究 ～空中写真による植生回復の評価～
- ・田辺市中心市街地の下水道整備手法に関する研究
- ・梅調味廃液のバイオガス発電事業の事業評価
- ・好気性脱窒菌の培養と利用に関する研究

○専攻科

- ・人口減少下における環境インフラの再構築に関する研究
- ・脱窒反応に基づいたバイオミネラルゼーションを行う微生物の分離培養
- ・南海トラフ地震を想定した災害廃棄物の処理手法に関する研究

(2) 環境問題に対応した研究の紹介

4 学科における本科卒業研究で環境問題に取り組んでいる事例を紹介します。ここでは以下のテーマについての次ページ以降で紹介を行います。

【知能機械工学科】 鋳鉄のエンドミル加工における切削油静電噴射供給の効果

【電気情報工学科】 CTS 薄膜太陽電池の作製と評価に関する研究

【物質工学科】 *Methylobacterium* sp. FD1 株ホルムアルデヒドジスムターゼ遺伝子 (*fdm1*) の大腸菌での発現

【環境都市工学科】 南海トラフ地震を想定した災害廃棄物の処理手法に関する研究

●知能機械工学科での卒業研究の紹介

【鋳鉄のエンドミル加工における切削油静電噴射供給の効果】

1. 緒言

切削加工で使用される設備は高能率化のため、切削油の使用量増大化や供給圧の高圧化が進められてきた。これにより切削油は、切削加工の生産性向上に重要な役割を果たしてきたが、一方で周辺環境に悪影響を与えるなど、多くの問題を抱える結果となった。

そこで切削油の使用量を抑えたセミドライ加工が注目されるようになってきたが、この加工法は切削油を霧状に供給するものが多く、潤滑効率や切削中に発生する粉塵などが問題となっている。

よって本実験では、極微量の切削油を静電噴射させ加工部に供給する MQL 法を用いて、粉塵とチップの摩耗抑制を試みた。

2. 実験方法

実験では、極微量の切削油を連続供給できる静電噴射供給装置を使用する。油はシリンジからチューブを通してノズルに供給され、その油量はシリンジポンプにより調整される仕組みになっている。

図1は油供給ノズルであり、油の出口には端面を斜めカットした注射針を使用している。注射針には高電圧を印加するためのケーブルがはんだ付けされ、その周囲を円筒樹脂が覆っている。この針先に電荷が集中し、油の線状噴射が可能となる。



図1 油供給ノズル

表1 切削条件

切削速度	100,200,300 m/min
切込み(軸)	0.5mm
切込み(半径方向)	10mm
送り	0.2mm/tooth
切削油	ユニカットジネンMQL 食品機械用円滑剤
油供給量	0.2,4,8 ml/h
被削材	FC250
工具	TPKN22TR A30N (超硬チップ)

φ20 mmのエンドミルホルダーにチップを1枚取付け、チップが被削材を削る直前のすくい面に油が供給される。加工は被削材上面を長手方向にダウンカットし、これを設定回数行った後、デジタルマイクロスコープでチップの摩耗を測定した。

3. 切削条件

実験はものづくりセンターのマシニングセンタ(Dura Vertical 5060 : DMG 森精機社製)を用いて行った。その切削条件を表1に示す。

4. 実験結果

図2に切削長 1021mにおけるチップすくい面の摩耗深さを示す。

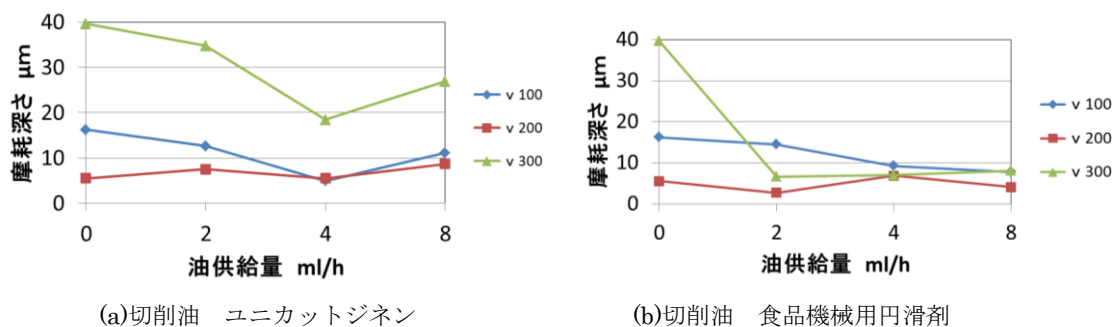


図2 チップすくい面の摩耗深さ

両油とも油供給量を増加させるとすくい面摩耗が減少していく傾向にあるが、ユニカットジネンでは切削速度によらず、8ml/hで増加した。

また 300m/minでは食品機械用円滑剤がドライ加工に対し、非常に有効であることが分かった。さらに、このチップは

200m/min で経済的に使用できることが示された。

底逃げ面の摩耗では両油とも規則性が見られず、供給による効果が見られなかった。

5. 考察

すくい面を撮影した写真を比較すると、他の油量よりも供給量 8ml/h は、構成凝着層が少ないことが分かった。構成凝着層は工具表面に継続的に薄くかつ安定的に凝着し、工具を保護する効果があるといわれている。この構成凝着層が少ないことにより、すくい面の摩耗が促進されたのではないかと考えられる。

底逃げ面の摩耗について規則性があまり見られなかった理由は、粉末状の切屑がノズルに付着し、漏電によって油供給が断続的になったことが要因と考えられる。これにより底逃げ面への供給も断続的になったが、すくい面には油を含んだ粉塵が付着し、それが供給元となり断続供給の影響は少なかったと考えられる。

6. 結言

エンドミル加工において、切削油を静電噴射供給すると、

- すくい面の摩耗は、油を供給することにより摩耗抑制効果が得られた。
- 底逃げ面については摩耗の規則性が見られず、供給による摩耗抑制効果が見られなかった。

●電気情報工学科での卒業研究の紹介

【CTS 薄膜太陽電池の作製と評価に関する研究】

世界中のエネルギー問題や地球温暖化などの環境問題から、再生可能エネルギーへの期待が高まっている。再生可能エネルギーの中でも、太陽光発電は半導体技術をベースとしており、日本が最も得意な技術分野である。太陽光発電は太陽の光エネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池を用いて行われ、現在は Si 太陽電池が多く使われている。太陽光発電の導入量は年々拡大しているため、Si 以外の材料を用いた太陽電池の開発が世界中で進められている。世界的な太陽電池の需要に対応するためには、低コストかつ高効率な太陽電池の開発が課題となっており、資源的に豊富で安価な Cu や Sn などの元素を主原料とする化合物系太陽電池の研究開発が盛んに行われている。本研究室においても、Cu や Sn を出発材料とした Cu_2SnS_3 (CTS) 薄膜太陽電池の開発に取り組んでおり、連続蒸着法によって成膜した NaF/Cu/Sn プリカーサを硫化する新規な作製法を考案し、開放電圧 $V_{oc}=283$ mV、短絡電流 $I_{sc}=37.3$ mA/cm²、曲線因子 $FF=0.439$ 、変換効率 $\eta=4.63$ % の世界最高効率を達成した。しかし、実用化のためには更なる改善が必要である。本研究では、CTS 薄膜太陽電池作製プロセス中のバッファ層成膜前に、CTS 薄膜を大気中で熱処理してからアンモニア水で洗浄する工程を追加することの有効性を検討した。

ソーダライムガラス基板上に高周波マグネトロンスパッタリング装置を用いて Mo 裏面電極を形成した。次に、基板加熱を行わず、連続蒸着法によって Cu:Sn:NaF=1:0.6:0.075 の材料モル比で積層プリカーサを作製し、電気炉で 570°C、30 分硫化することで CTS 薄膜を作製した。硫化後の CTS 薄膜を大気中でホットプレートを用いて 10 分間熱処理を行った。この時の熱処理温度を 100~400°C まで変化させたサンプルと比較のために大気中熱処理を行っていないサンプルを用意した。その次に純水 220 ml で 20 分間洗浄し、アンモニア水 100 ml を追加してさらに 10 分間洗浄した。その後、バッファ層、透明導電膜、表面電極を積層させて、CTS 薄膜太陽電池を作製した。

CTS 薄膜の組成は、大気中熱処理後と洗浄後では若干の変化が見られた。これは、大気中熱処理により生成された酸化物が洗浄により除去されたことが原因と考えられる。X 線回折やラマン分光による構造解析では、CTS 薄膜に変化は見られなかった。図 1 に、CTS 薄膜太陽電池の各パラメータと大気中熱処理温度の関係を示す。大気中熱処理温度を増加させると、開放電圧 V_{oc} 、短絡電流 I_{sc} 、曲線因子 FF 共に増加傾向が見られ、その結果変換効率も向上した。本実験では、300 °C で大気中熱処理した時に最も変換効率が高く、 $V_{oc}=238$ mV、 $I_{sc}=21.9$ mA/cm²、 $FF=0.412$ 、 $\eta=2.14$ % であった。

本実験より、CTS 薄膜を大気中熱処理しアンモニア水で洗浄する工程を追加することによる効果が確認された。しかし、従来の最高効率を更新できていないことから、太陽電池性能を左右する重要な因子が他に存在すると考えられる。当該因子の解明とその制御技術について今後も検討する必要がある。

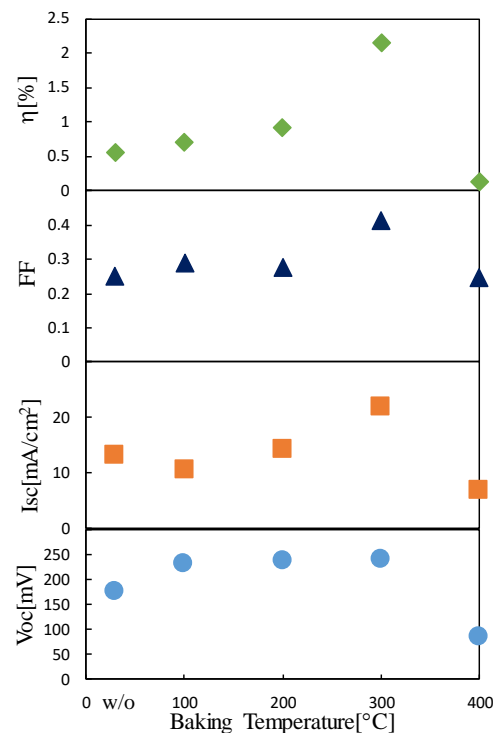


図 1. CTS 薄膜太陽電池特性の大気中熱処理温度依存性

●物質工学科での卒業研究の紹介

【*Methylobacterium* sp. FD1 株ホルムアルデヒドジスムターゼ遺伝子 (*fdm1*) の大腸菌での発現】

1) 研究の概要

ホルムアルデヒド(HCHO) (以下 FA) は、日本では年間約 100 万トン生産され、各種樹脂原料、界面活性剤、防腐剤等として様々な分野で使用されている。しかし、未反応の FA や使用後の界面活性剤や防腐剤が廃液として出る。FA は毒性が極めて高いことから、廃液中の FA は分解処理してから排出する必要がある。FA 廃液の処理法としては、酸化法 (金属触媒、次亜塩素酸ナトリウム、オゾンなど)、焼却法、吸着法 (活性炭など)、微生物法 (活性汚泥法) などが知られている。中でも微生物法は環境負荷が少ない方法とされるが、FA の毒性のために水で十分に希釈してからでないとは適用できない。この問題の解決策として、FA 耐性能の高い FA 分解菌の使用が考えられる。我々は、微生物・酵素を用いた FA 分解処理技術の開発を目指しており、既に土壌より 0.1% FA に耐性の FA 分解菌 *Methylobacterium* sp. FD1 株を分離し、その FA 分解が主に FA ジスムターゼ (Fdm) によることを明らかにした。そこで、FD1 株 Fdm 遺伝子を増殖の速い大腸菌で発現できれば、その菌体自体またはそこから抽出した酵素 (Fdm) を FA 分解製剤として利用できると考えた。本研究では、FD1 株 Fdm 遺伝子による組換え大腸菌を作成し、それが高濃度 FA (1%) を短時間で分解することを見出した。

2) 研究の方法

FDM 遺伝子は、FD1 株ゲノム DNA を鋳型に PCR 増幅した。次に、この遺伝子を Expresso™ Rhamnose Cloning and Expression System (Lucigen) を用いて大腸菌に導入し、FDM 遺伝子組換え大腸菌を作成した。なお、ベクターは pRham C-His Kan Vector で、大腸菌は *E. coli*® 10G である。

FDM 遺伝子組換え大腸菌はグルコースを含む LB 培地にて前培養し、その培養液の一部をグルコースとラムノースを含む新しい LB 培地に移し、30°C にて振とう培養した。得られた培養液を生理食塩水で洗浄し、休止菌体とした。この休止菌体による FA 分解は、休止菌体を 1% FA を含む 1M リン酸カリウム緩衝液 (pH 7) に懸濁後、30°C にて行った。反応液中の FA は Nash 法、ギ酸は高速液体クロマトグラフィー、メタノールはガスクロマトグラフィー、菌体濃度 (CFU/mL) は平板培養法によりそれぞれ定量した。

3) 研究の結果

FDM 遺伝子組換え大腸菌を作成した。次に、この遺伝子組換え大腸菌の休止菌体を用いて FA 分解を行った結果、1% FA を 30 分で約 90% 分解した (図 1)。この時、生成物として、分解された FA の約 1/2 モル量のギ酸とメタノールがそれぞれ生成した。これより FDM 遺伝子組換え大腸菌は高濃度 FA の分解に適していることがわかった。また、FDM 遺伝子組換え大腸菌の生菌体濃度は反応中に急激に減少したことより、この組換え大腸菌は回分操作における FA 分解製剤としての利用が考えられる。今後は精製酵素 (Fdm) による FA 分解を試みる。

4) 参考文献

1) Yonemitsu, *et al.*, *Biosci. Biotech. Biochem.* (2016) **80**, 2264-2270.

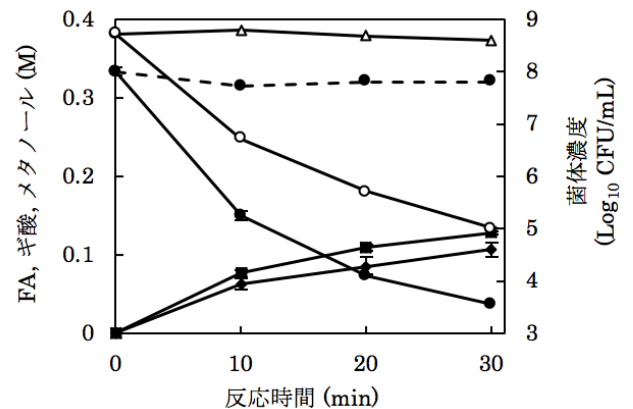


図 1. FDM 遺伝子組換え大腸菌の休止菌体による FA 分解

実線は FDM 遺伝子、破線はベクターのみ; ●FA; ▲ギ酸;
◆メタノール; ○生菌体 (FA 有); △生菌体 (FA 無)

●環境都市工学科での卒業研究の紹介

【南海トラフ地震を想定した災害廃棄物の処理手法に関する研究】

1. はじめに

(1) 背景

2011年3月の東日本大震災により、発生した災害廃棄物の処理・処分が大規模災害においては社会全体にとって非常に重要であることが明確になった。このため、災害廃棄物の迅速で確かな処理・リサイクルを推進する社会的なシステム構築が必要とされているが、災害廃棄物の発生量の予測、およびそれに対する処理手法についての検討は不十分である。

(2) 研究の目的

近い将来の発生が予測されている南海トラフ地震に備え、和歌山県全域での資材ストック量に基づき、発生する廃棄物量を種類ごと、地域ごとに細分化して予測し、そのデータにもとづいて適切な処理・リサイクル手法について提案することを研究の大きな目的とする。本研究では、災害廃棄物の発生量を予測し、廃棄物処理施設の災害時における処理能力を明らかにすることで、現状の処理可能状況を把握することを目的とする。

2. 研究方法

(1) 研究の流れ

研究は、GISから得られた建物情報を利用して災害廃棄物量を予測し、処理に必要な仮置き場の選定や処理施設の災害時における処理能力の推定を経て、最終的な災害廃棄物の処理の流れを明らかにする、という流れで行う。

(2) 使用する GIS データ

本研究では ESRI 社が販売する詳細地図を主軸として、国土地理院が配布する建物データおよび国土交通省が配布する各種データで補完する形でデータを使用する。

(3) 災害廃棄物の発生量の予測

廃棄物量は、各建物を構成する資材の量を表す資材ストック量および災害による建物の倒壊確率を用いて算出する。

(4) 仮置き場の選定

仮置き場として用いることのできる土地を選定し、これらのうち避難場所として指定されていない場所を仮置き場とする。

(5) 廃棄物処理可能量の推定

既存の廃棄物処理施設の災害時における処理能力は、処理施設の処理実績量に災害廃棄物受け入れ率を乗じることで推定する。なお、処理期間は大規模災害時の処理目標である3年とする。

(6) 仮設焼却炉の設置

既存の廃棄物処理施設で処理が追い付かない場合に設置される仮設焼却炉は仮置き場に併設する。また、仮設焼却炉は実稼働600日、炉の面積は $5000\text{m}^2/(100\text{t}/\text{日})$ とする。なお、仮設焼却炉を備えた仮置き場を二次仮置き場と呼ぶ。

(7) 処理フローの作成

得られたパラメータを元に、南海トラフ地震発生後の災害廃棄物の処理の流れを図にする。

3. 結果

和歌山県全域における災害廃棄物発生量を **Table. 1** に、既存の処理施設の能力を **Table. 2** に示す。

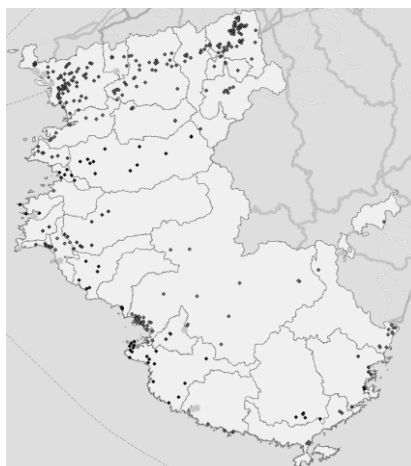
Table.1 Amount of waste

Kind of waste	Amount of waste(t)
gravel	3,186,424
concrete	16,809,819
mortar	898,934
wood	1,159,524
glass	75,572
ceramics	648,693
iron	1,482,484
aluminium	40,306
others	583,656

Table.2 Amount of treatment(t)

Kind of treatment	Amount of treatment
Incineration	77,005
Crush	19,467,843
Press	243,154
Melt	30,402

焼却量が木質系廃棄物量に対して大幅に不足しているため、**Fig.1**のように仮設焼却炉を配置した。



**Fig.1 Place for storing waste
And temporary incinerator**

4. まとめ

南海トラフ大地震発生時における災害廃棄物の処理に必要な設備の設定、そのパラメータを明らかにすることで、災害廃棄物処理の大まかな流れを掴むことができた。今後は、この処理によって発生する環境負荷やコストを推定し、これらを低減するために講じる施策の比較を行い、災害廃棄物の効率的な処理に向けて検討を続けていく必要があるといえる。

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。この活動が認められて、平成 30 年 3 月 3 日に、第 12 回エネルギー教育賞の高校・高専の部にて、優秀賞を受賞しました。



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「アメーバ」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・アメーバ（出典：平成 29 年度年報）

本校環境ボランティアサークル「アメーバ」は、今年度も地域貢献を積極的に行った。7 月 16 日(日)には御坊市子ども会育成会連絡協議会が主催して開催された「わんぱく王国自然体験学習」で、参加した子どもたちに竹を用いたものづくり体験の指導補助を行った。また、8 月 20 日(日)に川又遊々の森で、植樹された広葉樹の順調な成長を促進するため下草刈りを行った。1 月 13 日(土)と 27 日(土)には御坊市役所と協力して、御坊市明神川地区の農道舗装工事におけるボランティア活動を実施した。また、8 月 21 日(月)と 3 月 6 日(火)には本校西側の海岸清掃活動を行い、両日であわせて約 60 kg のゴミを回収した。今後も地域に貢献できるようボランティア活動を継続していく。地域の各種団体との活動を紹介する。「里山を愛する会」主催の



アメーバのイベント活動

放置竹林伐採活動には計4回延べ29名の学生が参加した。5月には、「第9回みやこ姫よさこい祭り」において、学生12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。7月には、美浜町更生保護女性会とともに、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、募金活動も行っている。11月の高専祭では名物の“豚汁募金”を実施し、平成27年台風18号等大雨災害義援金として、日本赤十字社に44,841円を寄付することができた。

(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。



農道舗装ボランティアの様子

編集後記

本環境報告書では平成 29 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。本年度は Semester 制の導入により授業開講時期がこれまでと変わっています。年間の最も暑い時期である 7 月下旬から 8 月上旬にかけて授業が行われ、変わって 9 月が夏季休暇期間となっています。この影響は顕著に表れて総エネルギー投入量の増加要因になっていると考えられます。また、電力供給会社の変更によって CO2 排出量の大きい会社を選択したため CO2 の大幅な増加の要因となっています。この点に関しては経済効率性と環境保全性のバランスをどのように考えるかという大きな問題が提起されたと言えます。

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

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

