

環境報告書 2017



独立行政法人国立高等専門学校機構

CONTENTS 一目次

はじめに	.....	1
国立高等専門学校機構について	.....	2
・ 国立高等専門学校機構の概要		
・ 高専機構の目的と業務		
・ 高専の学校制度上の特徴		
・ 高専機構の現状		
高専機構における環境方針について	.....	5
・ 高専機構環境方針		
・ 国立高専機構施設整備5か年計画		
・ 環境目的・目標に対する平成28年度自己評価		
環境負荷及び低減への取組	.....	8
・ 主要な環境パフォーマンス指標等の推移		
・ 高専機構の物質・エネルギー収支		
環境保全技術に関する教育・研究	.....	15
・ 環境保全技術に関する教育・研究の状況		
マネジメントシステムの状況	.....	16
・ マネジメントシステム構築状況		
法規制遵守状況	.....	17
・ 法規制の遵守状況		
地域及び社会への貢献についての取組状況	.....	21
・ 社会的取組状況について		
高専における環境に配慮した取組	.....	22
・ 高専における環境に配慮した取組について		
第三者評価	.....	23
総括	.....	24
－資料－	.....	25
・ 本報告書の対象となる、組織・範囲・期間等		
・ 国立高専別エネルギー収支状況		
・ 環境報告ガイドラインとの対照表		
・ 各換算係数一覧		
・ 国立高専における環境保全技術に関する教育・研究の事例		
・ 国立高専における環境に配慮した取組事例		

はじめに

国立高等専門学校（以下「国立高専」という。）は、中学校卒業後の15歳の才能に溢れた若者を受け入れ、本科5年一貫の教育によって高度な専門性を持つ「社会の財産」である人「財」を育てるわが国のユニークな高等教育機関です。そして、高専は感受性の強い若い段階から講義に加えて実験・実習・実技による「ものづくり教育」の中で創造性と実践性を育み、日本が誇る「ものづくり」はもとより、新しい価値を生み出す「ことづくり」を担う高度な技術者を養成する機関でもあります。この2つの「つくり」を実現していくに当たって、環境との調和と環境負荷の低減など持続発展可能な社会構築のための積極的なエネルギー・環境対策の取組は切り離せないものであり、未来の地球環境を共有するため、「ものづくり」「ことづくり」を通じて持続型社会の創生に貢献し、研究教育機関としての使命役割を果たすことが重要であると考えています。



本報告書は、平成28年度（2016年度）の国立高等専門学校機構の事業活動に関わる環境情報をまとめたものです。平成28年度の実績として温室効果ガス排出量等は、継続して前年度実績を下回る結果となりましたが、昨年度まで5年連続で前年度実績を下回る結果となっていた総エネルギー投入量については、前年度実績から約1.9%増の増加となりました。国立高等専門学校機構では、環境に対する数値目標として、平成27年度を基準として今後5年間でエネルギー消費原単位を5%以上削減することを掲げておりますが、今般の結果を受け、改めて、今後取り組むべき対策等を明らかにし、削減目標達成への道筋を明確にし、取組の充実を図っていくことが重要と考えております。

なお、昨年度に引き続き、今般の報告書では、各国立高専における環境保全技術に関する教育・研究の取組事例をより多く紹介させていただきました。これらの事例は、国立高専の人「財」による成果であると自負しております。

今後も、地域、国内、強いては国際社会の要請に応える人「財」の育成を通じて、エネルギー・環境の対策の取組を含め輝く未来社会の創造を先導いきたいと考えております。

本報告書を通じて、国立高等専門学校機構における環境に関する取組を御理解いただくとともに、引き続き、関係各位の温かいご支援を賜れば幸いです。

平成29年9月

独立行政法人国立高等専門学校機構

理事長 谷 口 功

国立高等専門学校機構について

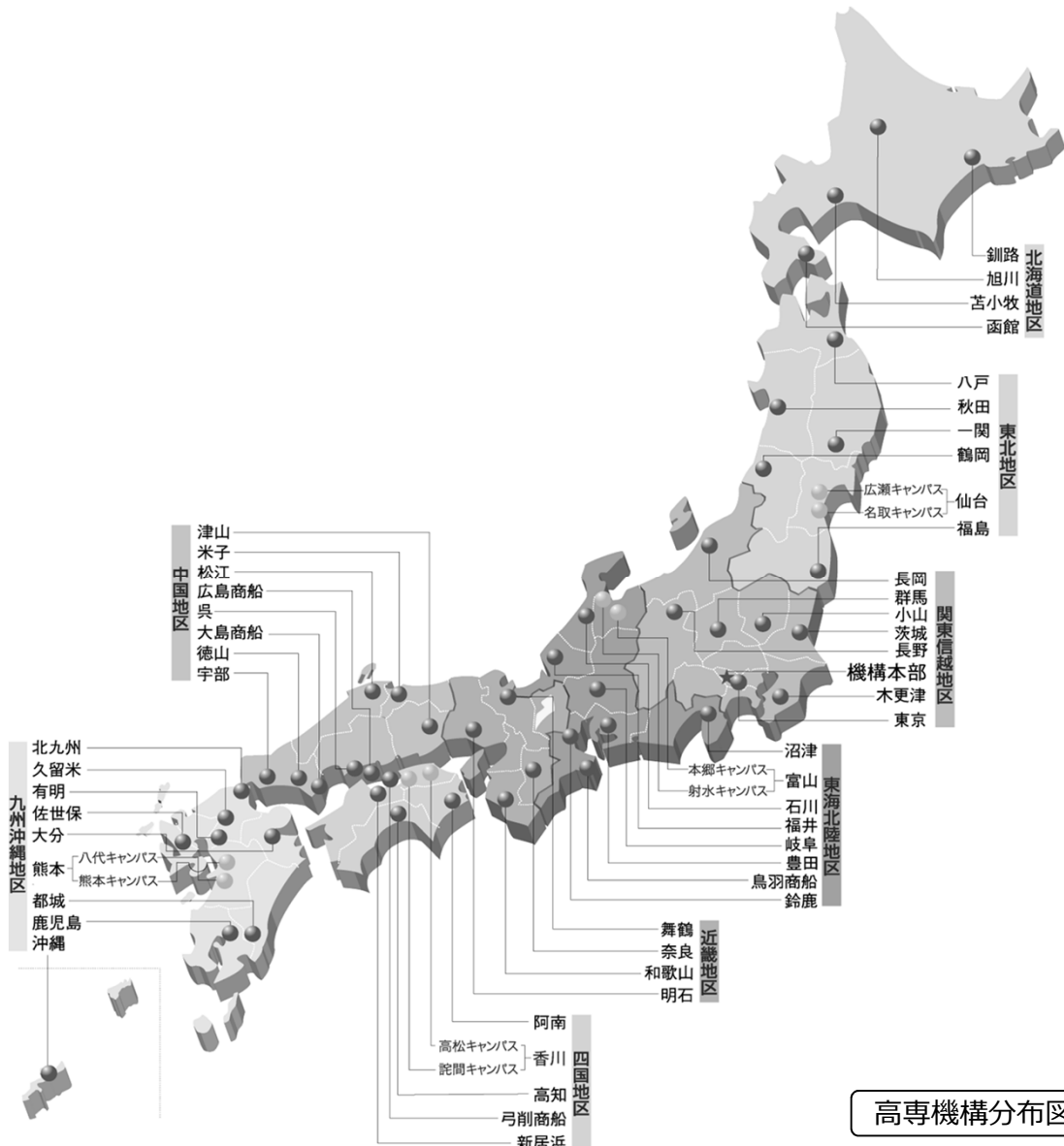
◆国立高等専門学校機構の概要

国立高等専門学校（以下「国立高専」という。）は昭和36年、我が国の経済高度成長を背景に、産業界からの強い要望に応えるため、実践的技術者の養成を旨とし、中学校卒業者を入学資格とする5年制の高等教育機関として学校教育法の改正により、工業に関する高等専門学校を制度化したことに始まりました。

翌昭和37年以降、順次各地に高等専門学校の設置を進め、現在、全国に51校の国立高専(55キャンパス)を設置しています。

また、平成15年には、独立行政法人国立高等専門学校機構法（平成15年7月16日法律第113号。以下「機構法」という。）が成立し、翌平成16年に全国の国立高専を設置・運営する組織として、独立行政法人国立高等専門学校機構（以下「高専機構」という。）が発足しました。

そして、平成21年10月には、国立高専のさらなる高度化に向けて4地区の8校の国立高専を4校の国立高専に再編し、それぞれ新たな2キャンパスを有する国立高専としてスタートしており、さらに、平成24年には、高等専門学校制度が設立されから50周年を迎えました。



高専機構分布図

◆高専機構の目的と業務

〈目的〉

独立行政法人国立高等専門学校機構は、国立高等専門学校を設置すること等で、職業に必要な実践的かつ専門的な知識及び技術を有する創造的な人材を育成するとともに、わが国の高等教育の水準の向上と均衡ある発展を図ることを目的とする。

(機構法第3条より抜粋)

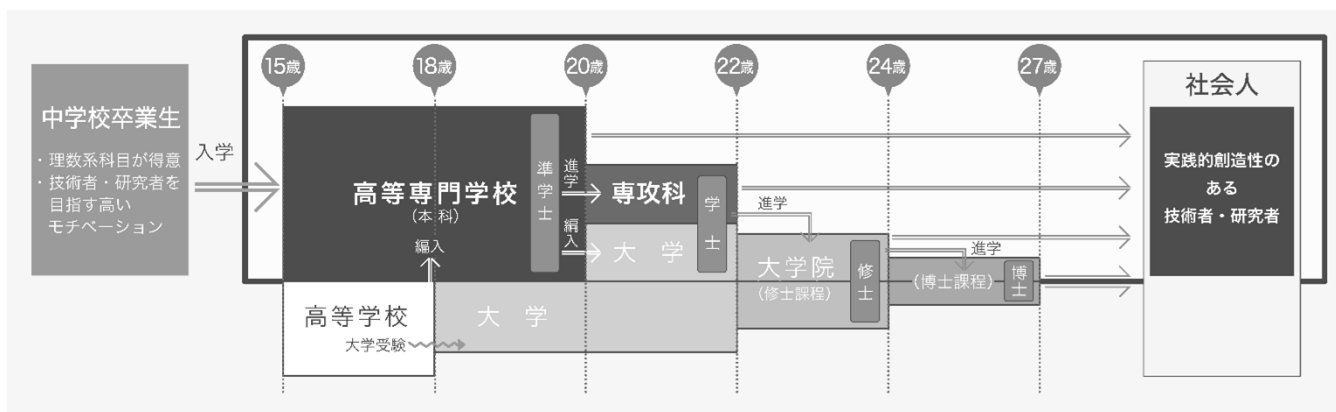
〈業務の範囲〉

高専機構は上記の目的を達成するために、以下の業務を行っています。

1. 国立高等専門学校を設置し、これを運営すること。
2. 学生に対し、修学、進路選択及び心身の健康等に関する相談、寄宿舎における生活指導その他の援助を行うこと。
3. 機構以外の者から委託を受け、又はこれと共同して行う研究の実施その他の機構以外の者との連携による教育研究活動を行うこと。
4. 公開講座の開設その他の学生以外の者に対する学習の機会を提供すること。
5. 前各号の業務に附帯する業務を行うこと。

(機構法第12条より抜粋)

◆国立高専の学校制度上の特徴



- 本科は15歳からの5年間の一貫教育
- 実験・実習を重視した専門教育
- 専攻科でのより高度な2年間の教育
- 多様な背景を有する優れた教員
- 「生徒」ではなく「学生」として主体性を重視
- 全てのキャンパスに学生寮を設置
- 少人数によるきめ細やかな教育
- 活発な課外活動

- ロボコン、プロコン等の着想と技術を競う全国大会
- 卒業後の多彩なキャリアパス
 - ・本科 (5年) 卒業生の進路
 - 約60%が就職
 - 約40%が進学 (専攻科進学、大学編入学)
 - ・専攻科 (2年) 修了生の進路
 - 約60%が就職
 - 約40%が進学 (大学院入学)

◆高専機構の現状

1. 学校数・在学生数・教職員数

平成29年5月1日現在

学校数	在学生数	教職員数
51校	51,586 (2,946) 人	6,225人

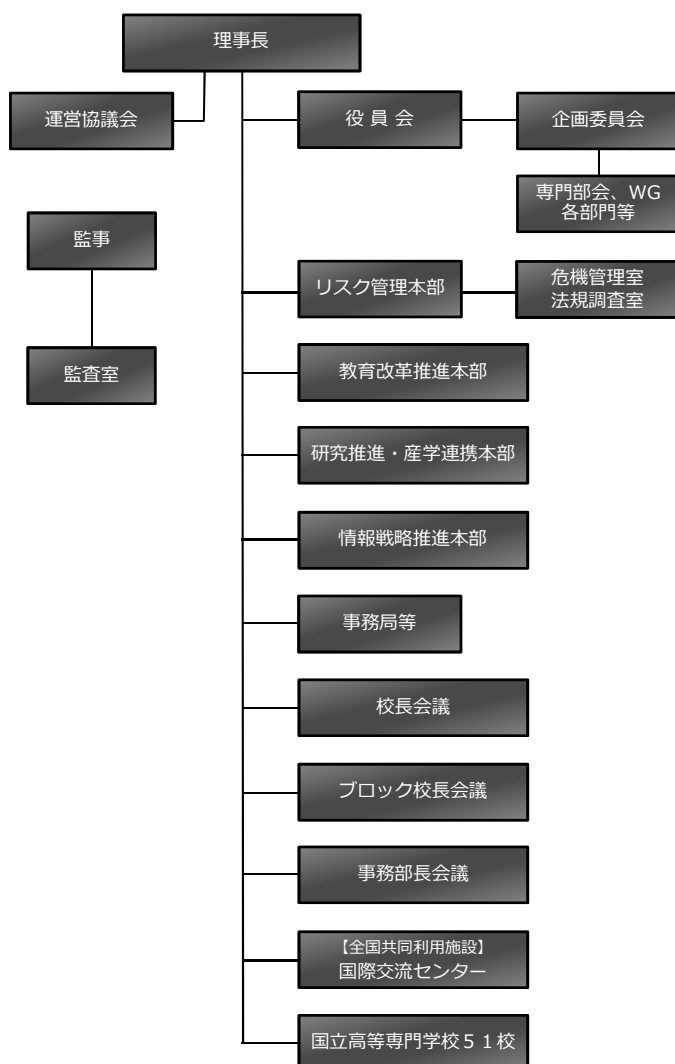
() は、専攻科の在学生数(内数)

2. 在学生数の分野別内訳

平成29年5月1日現在

本科学士 計48,640人 (第1学年191学科、第2学年201学科、第3学年227学科、第4学年232学科、第5学年237学科)								専攻科生 (第1学年 107専攻、 第2学年 111専攻)	計
機械系・ 材料系	電気・ 電子系	情報系	化学・ 生物系	建築系・ 建設系	商船系	複合系	工業・ 商船以外		
9,474人	12,413人	7,387人	5,721人	6,804人	1,229人	4,989人	623人	2,946人	51,586人

3. 高専機構の運営組織



平成29年4月1日現在

全国立高専（全キャンパス）一覧

函館工業高等専門学校	舞鶴工業高等専門学校
苫小牧工業高等専門学校	明石工業高等専門学校
釧路工業高等専門学校	奈良工業高等専門学校
旭川工業高等専門学校	和歌山工業高等専門学校
八戸工業高等専門学校	米子工業高等専門学校
一関工業高等専門学校	松江工業高等専門学校
仙台高等専門学校 (広瀬キャンパス)	津山工業高等専門学校
〃 (名取キャンパス)	広島商船高等専門学校
秋田工業高等専門学校	呉工業高等専門学校
鶴岡工業高等専門学校	徳山工業高等専門学校
福島工業高等専門学校	宇部工業高等専門学校
茨城工業高等専門学校	大島商船高等専門学校
小山工業高等専門学校	阿南工業高等専門学校
群馬工業高等専門学校	香川高等専門学校 (高松キャンパス)
木更津工業高等専門学校	〃 (詫間キャンパス)
東京工業高等専門学校	新居浜工業高等専門学校
長岡工業高等専門学校	弓削商船高等専門学校
富山高等専門学校 (本郷キャンパス)	高知工業高等専門学校
〃 (射水キャンパス)	久留米工業高等専門学校
石川工業高等専門学校	有明工業高等専門学校
福井工業高等専門学校	北九州工業高等専門学校
長野工業高等専門学校	佐世保工業高等専門学校
岐阜工業高等専門学校	熊本高等専門学校 (八代キャンパス)
沼津工業高等専門学校	〃 (熊本キャンパス)
豊田工業高等専門学校	大分工業高等専門学校
鳥羽商船高等専門学校	都城工業高等専門学校
鈴鹿工業高等専門学校	鹿児島工業高等専門学校
	沖縄工業高等専門学校

高専機構における環境方針等について

◆高専機構環境方針

1. 基本理念

(平成18年2月1日制定)

高専機構は、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。地球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. すべての活動から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. すべての活動に関わる環境関連法規、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、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を実施する。

◆国立高専機構施設整備5か年計画

1. 策定の経緯

(平成28年6月理事長決定)

国立高専の施設については、平成13年度から3次にわたり、政府の科学技術基本計画を受け、文部科学省が策定した「国立大学法人等施設整備5か年計画」に基づき、耐震化などの整備が図られてきました。そして、平成28年度以降においても、文部科学省は、国立大学法人等（国立高専を含む。）の施設整備について、「第4次国立大学法人等施設整備5か年計画（平成28～32年度）」（平成28年3月文部科学大臣決定）に基づき、計画的な整備を進めることとしています。

一方、国立高専は学校運営、キャンパス立地、施設の老朽状況等において国立大学法人と異なる実態と課題を有するとともに、国立高専独自の教育改革を進めています。このことから、同計画の基本的な方針を踏まえた上で、国立高専独自の施設整備計画である「国立高専機構施設整備5か年計画（平成28～32年度）」を策定しました。本計画では、環境に関する重点的な整備目標として、サステイナブル・キャンパスの形成を進めていくこととしています。

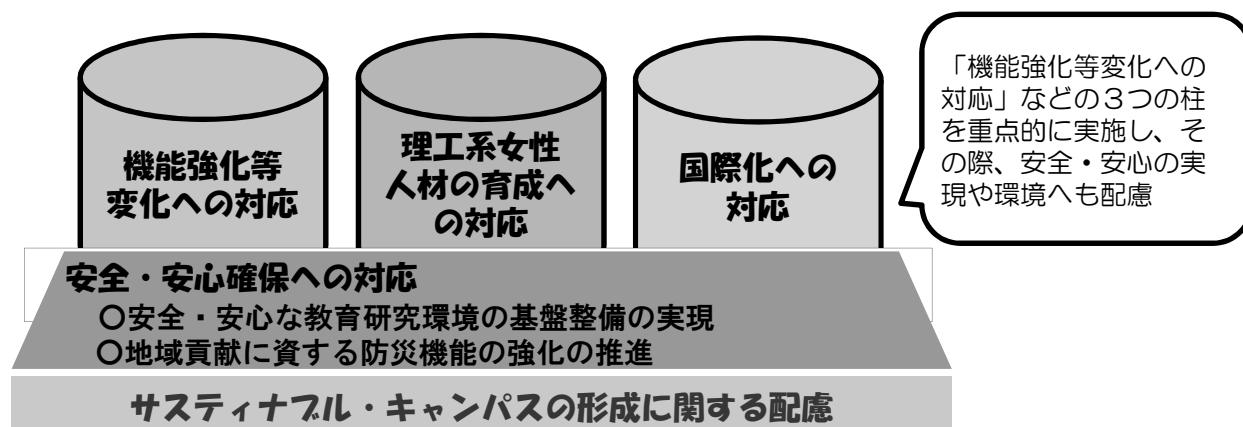
2. サステイナブル・キャンパスの形成（計画から抜粋）

国立高専の施設整備に当たっては、平成27年度を基準として今後5年間でエネルギー消費原単位を5%以上削減するとともに、省エネ法に基づく基準よりも高い省エネルギー性能を目指した取組を推進する。

(略)

これらの取組を通してサステイナブル・キャンパスの形成を図るとともに、将来を担う学生に対する環境教育の場並びに最先端の知識を実践する場として、国立高専のキャンパスを活用していく。

3. 重点的な施設整備の方向性（重点的な施設整備等）



◆環境目的・目標に対する平成28年度自己評価

	環境目的	環境目標	取組と効果	自己評価
1	総エネルギー投入量の把握	投入量を把握する。	平成16年度～28年度の総エネルギー量を調査・把握した。	○
2	エネルギー消費量の削減	平成27年度を基準として今後5年間でエネルギー消費原単位を5%以上削減する	平成28年度は、設備機器の更新時におけるエネルギー消費効率の改善、設備機器の稼働時間の変更など、電気需要の平準化を含めたエネルギー消費量の削減に努めたが、教育研究環境改善のための諸室への空調設備機器等の新規設置のほか、高温傾向の天候が続いたことや教育カリキュラム（授業日程）見直しに伴う設備稼働時間の増加等により、平成27年度比約1.9%の増加となった。	×
3	温室効果ガス排出量の把握・削減	排出量を把握し、削減に努める	平成16年度～27年度の温室効果ガス排出量を調査・把握した。平成28年度は削減に努めた結果、前年度比約2.3%の削減となった。	○
4	水の使用量の削減	使用量を前年度以下とする	節水を呼びかけ、節水機器などの導入により、前年度比約2.3%の削減となった。	○
5	廃棄物の分別状況の把握	分別状況を把握する	各校でも分別状況を調査し、現状の把握を行った。	○
6	廃棄物排出量の把握	排出量を把握し削減目標を定める	排出量を重量で把握していない国立高専があるため、統一した総排出量の把握ができなかった。	×
7	グリーン購入の取組促進	グリーン購入特定調達品目の調達割合を100%とする	グリーン購入法適合品の調達に努め、調達目標100%を達成した。	○
8	環境保全技術に関する教育の推進	環境に係る教育・学習機会を維持、増加させる	各校において環境関連の教育を継続的に進めているが、教育カリキュラムの見直し等により、科目数としては前年度比約2.8%の減少となった。	△
9	環境保全技術に関する研究の推進	環境に関連する研究に積極的に取り組む	機構における共同研究・受託研究総数は増加傾向にある。 一方、環境関連の研究を継続的に進めているが、環境に関連する共同研究は168件(前年度比-12.0%)となった。 また、環境に関連する受託研究の数は、国立高専が地域の企業等に対して環境に係る先導的な役割を果たしていることも一因となって、62件(前年度比8.8%)の増加となった。	△
10	事業活動に伴う法規制の確認	本部及び全国立高専で確認を行う	平成28年度も確認を行った。	○
11	法規制の遵守	違反件数を0とする	遵守状況の確認を行った結果、平成28年度は2件の行政からの命令等を受け、是正措置をとった。	×

環境負荷及び低減への取組

◆主要な環境パフォーマンス指標等の推移とその分析

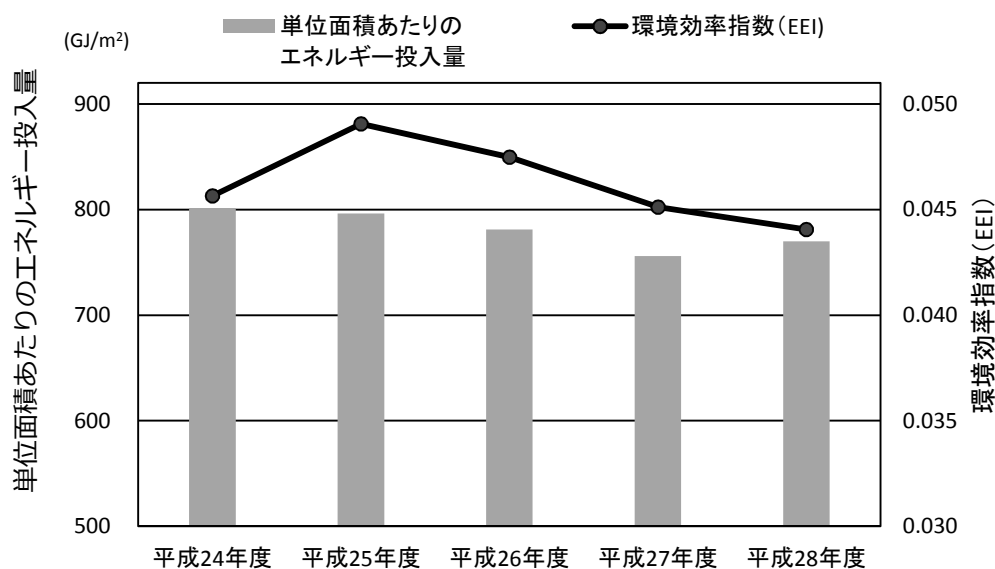
1. 主要な環境パフォーマンス指標

報告対象期間	H24.4 － H25.3	H25.4 － H26.3	H26.4 － H27.3	H27.4 － H28.3	H28.4 － H29.3
総エネルギー投入量 (GJ)	1,352,982	1,349,093	1,323,289	1,281,044	1,304,857
温室効果ガス排出量 (t-CO ₂)	77,069	83,115	80,461	76,463	74,673
水資源投入量 (m ³)	2,355,692	2,293,693	2,220,238	2,148,583	2,100,328
総排水量 (m ³)	2,012,185	2,038,188	1,976,615	1,964,796	1,917,363
建物延べ面積※ ¹ (m ²)	1,688,144	1,694,128	1,694,397	1,694,939	1,694,930
単位面積あたりの エネルギー投入量 (MJ/m ²)	801	796	781	756	770
環境効率指標(EEI)※ ² (t-CO ₂ /m ²)	0.046	0.049	0.047	0.045	0.044

※¹ 建物延べ面積は国立高専の面積（校舎＋寄宿舍）に本部棟を加えた面積とする。

※² 環境効率指標（EEI）は、温室効果ガス排出量／建物延べ面積とする。

延べ面積当たりの事業活動に伴うCO₂排出量が何tであることを示し、値が小さいほど良い結果であるといえる。



単位面積あたりのエネルギー投入量と環境効率指数の推移

※平成25年度に環境効率指数が上昇した主な要因は原子力発電所の停止の影響によりCO₂排出係数が増加したことによる。

2. 分析

過去5年間の推移として、平成27年度までの単位面積あたりのエネルギー投入量は経年とともに減少傾向にありましたが、平成28年度は前年度実績から約1.9%の増加となりました。一方、環境効率指数については、平成25年から引き続き、減少傾向となっています。

平成28年度の単位面積あたりのエネルギー投入量の増加は、平成28年度においても設備機器の更新時におけるエネルギー消費効率の改善、設備機器の稼働時間の変更など、電気需要の平準化を含めたエネルギー消費量の削減を継続的に努めてきたところですが、一方で、校舎等の教育研究環境及び寄宿舎の居住環境改善（質的向上）のための諸室への空調設備機器等の新規設置のほか、高温傾向の天候が続いたこと（平成28年は年平均気温がこれまでの最高値を更新。以下の参考を参照。）や、国立高専の教育の質の向上に資する教育カリキュラム（授業日程）見直し等に伴う空調設備機器等の稼働時間の増加が生じました。このことが、当該量の増加の主な要因であったと分析しています。

また、単位面積あたりのエネルギー投入量が増加となっているにも関わらず、温室効果ガス排出量及び環境効率指数が減少傾向にあるのは、高専機構において継続的・計画的に温室効果ガス排出量の比較的大きい化石燃料から当該量の比較的小さい電気へとエネルギーの転換を進めた結果、総エネルギー投入量の約7割を電気が占めることとなっており、この取組が数値に表れたものと分析しています。

《参考：平成28年の日本の天候》

○高温が持続し、年平均気温は東日本以西でかなり高く、北日本で高い

北日本の秋を除き、全国的に高温傾向が続き、年平均気温は、東・西日本、沖縄・奄美でかなり高く、北日本でも高かった。特に東日本では、平年差+1.0℃と1946年の統計開始以降で2004年と並び、最も高かった。年降水量は、北日本太平洋側、西日本、沖縄・奄美でかなり多く、北日本日本海側でも多かった。年間日照時間は北日本と東日本日本海側で多く、西日本日本海側、西日本太平洋側で少なかった。

（気象庁ホームページより抜粋 報道発表日：平成29年1月4日）

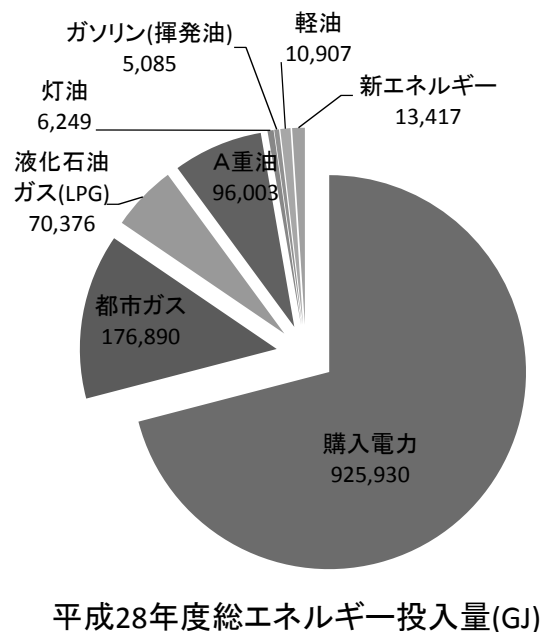
○世界と日本の年平均気温がこれまでの最高値を更新 ～2016年(平成28年)の世界と日本の年平均気温（速報）～

2016年の日本の年平均気温偏差（1981～2010年の30年平均値を基準値とし、平均気温から基準値を差し引いた値）は+0.88℃で、統計を開始した1898年以降では最も高い値となる見込みです（これまでは1990年の+0.78℃）。日本の年平均気温は、長期的には100年あたり1.19℃の割合で上昇しており、特に1990年代以降、高温となる年が多くなっています。

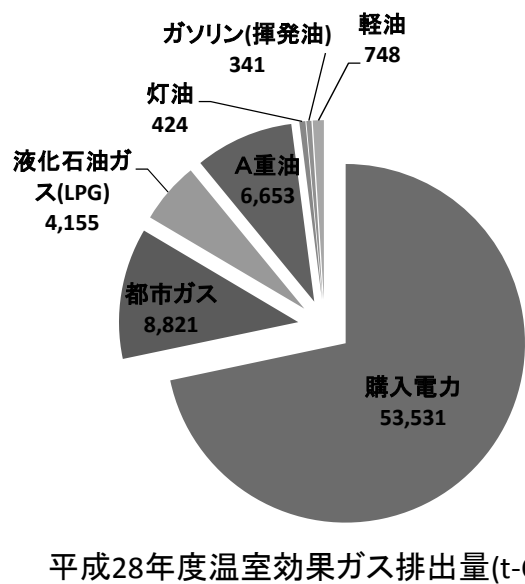
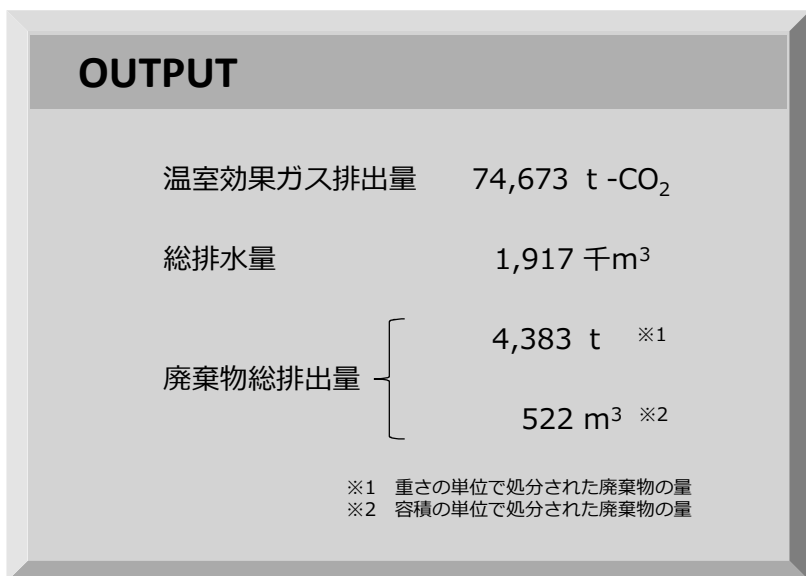
（気象庁ホームページより抜粋 報道発表日：平成28年12月21日）

◆高専機構の物質・エネルギー収支

高専機構の事業活動に伴う物質・エネルギー収支は以下のとおりです。



教育・研究活動



1. 総エネルギー投入量の算定式（平成28年度）

エネルギーの種類		年間エネルギー使用量	×	換算係数 ※1	=	エネルギー投入量
電気	電気事業者	昼間電力	74,379 千kWh	×	9.97 GJ/千kWh	} = 925,930 GJ
		夜間電力	19,867 千kWh	×	9.28 GJ/千kWh	
	その他の電気事業者	0 千kWh	×	9.76 GJ/千kWh		
化石燃料	都市ガス	3,938 千m ³	×	$\frac{43.0 \sim^{*1}}{46.05}$ GJ/千m ³	=	176,890 GJ
	液化石油ガス(LPG)	1,385 t	×	50.8 GJ/t	=	70,376 GJ
	A重油	2,455 kL	×	39.1 GJ/kL	=	96,003 GJ
	灯油	170 kL	×	36.7 GJ/kL	=	6,249 GJ
	ガソリン（揮発油）	147 kL	×	34.6 GJ/kL	=	5,085 GJ
	軽油	289 kL	×	37.7 GJ/kL	=	10,907 GJ
電気及び化石燃料の投入エネルギー量 [F]					=	1,291,440 GJ
新エネルギー	太陽光発電	1,316 千kWh	×	9.97 GJ/千kWh	=	13,124 GJ
	風力発電	0.08 千kWh	×	9.97 GJ/千kWh	=	1 GJ
	太陽熱利用	285 GJ	×	1.00 GJ/GJ	=	285 GJ
新エネルギーがなかった場合に投入される化石燃料等によるエネルギー量 [N]					=	13,417 GJ
総エネルギー投入量（各エネルギー投入量の合計値） [T] (F+N)					=	1,304,857 GJ
新エネルギー比率（(N/T) × 100 (%)）					=	1.028 %

2. 温室効果ガス排出量の算定式（平成28年度）

エネルギーの種類	エネルギー投入量	×	排出係数 ※1	=	エネルギー起源CO ₂ 排出量	
電気	購入電力	94,247 千kWh	×	$\frac{0.255 \sim^{*1}}{0.802}$ t-CO ₂ /千kWh	=	53,531 t-CO₂
化石燃料	都市ガス	176,890 GJ	×	0.0136 × 44 ÷ 12 ^{*2} t-CO ₂ /GJ	=	8,821 t-CO₂
	液化石油ガス(LPG)	70,376 GJ	×	0.0161 × 44 ÷ 12 t-CO ₂ /GJ	=	4,155 t-CO₂
	A重油	96,003 GJ	×	0.0189 × 44 ÷ 12 t-CO ₂ /GJ	=	6,653 t-CO₂
	灯油	6,249 GJ	×	0.0185 × 44 ÷ 12 t-CO ₂ /GJ	=	424 t-CO₂
	ガソリン（揮発油）	5,085 GJ	×	0.0183 × 44 ÷ 12 t-CO ₂ /GJ	=	341 t-CO₂
	軽油	10,907 GJ	×	0.0187 × 44 ÷ 12 t-CO ₂ /GJ	=	748 t-CO₂
温室効果ガス排出量（エネルギー起源CO ₂ 排出量の合計量）					=	74,673 t-CO₂

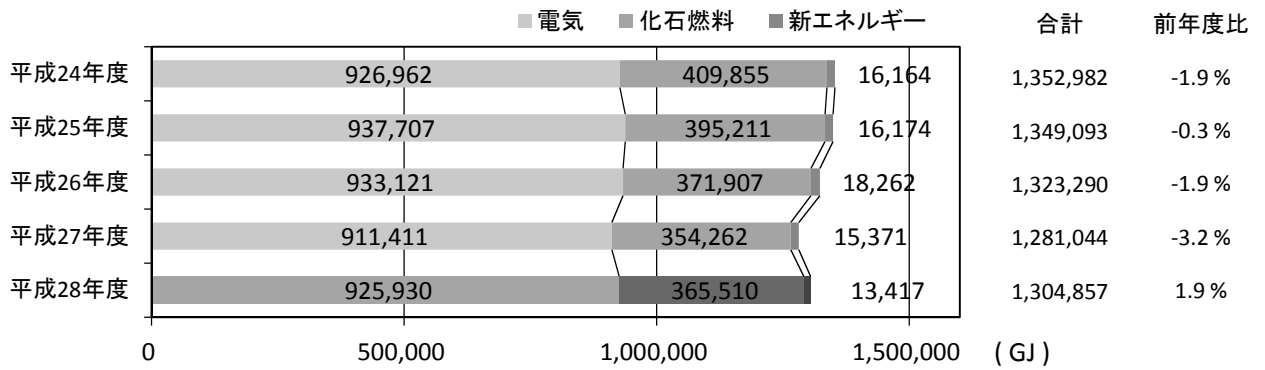
※1：各係数は、P26資料参照

※2：化石燃料の使用に伴うCO₂排出量は、各燃料の単位熱量あたりの炭素排出量（tC/GJ）に44/12を乗じたものを排出係数として算出

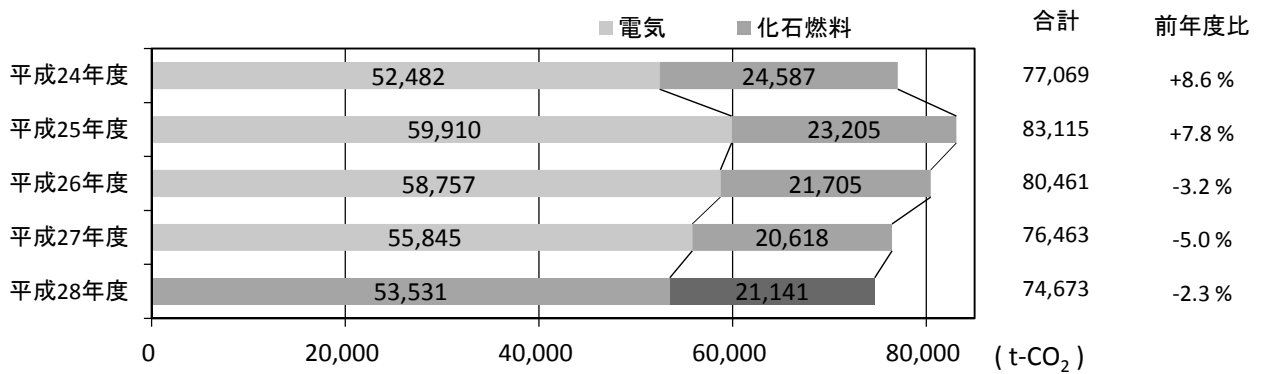
3. エネルギー・水資源収支の推移

平成28年度における事業活動にかかる総エネルギー投入量は、熱量換算で1,304,857GJとなり、前年度実績から約1.9%の増加となっています。また、平成28年度における温室効果ガス排出量は74,673t-CO₂となり、前年度実績から約2.3%の減少となっています。（要因の分析についてはP9参照。）

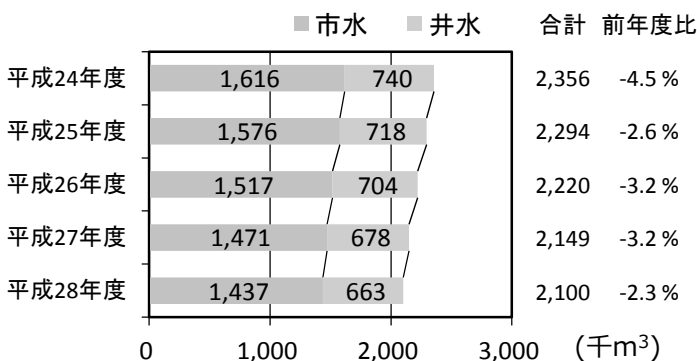
平成28年度における水資源の投入量は2,100千m³、総排水量は1,917千m³となり、前年度と比較すると、投入量で約2.2%、総排水量で約2.4%の減少となっています。各国立高専における節水への積極的な取組や老朽化した給排水管改修に伴う漏水等の減少が主な要因と分析しています。



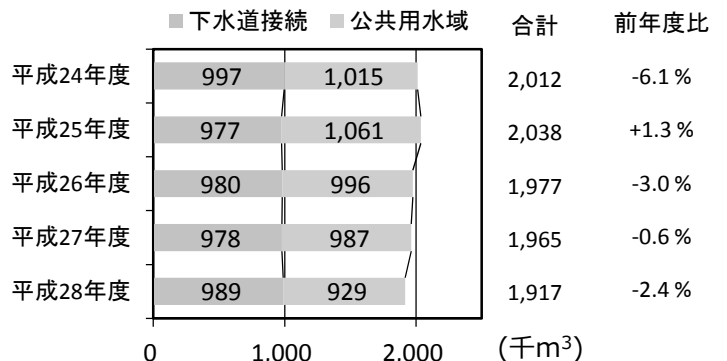
総エネルギー投入量



温室効果ガス排出量



水資源投入量



総排水量

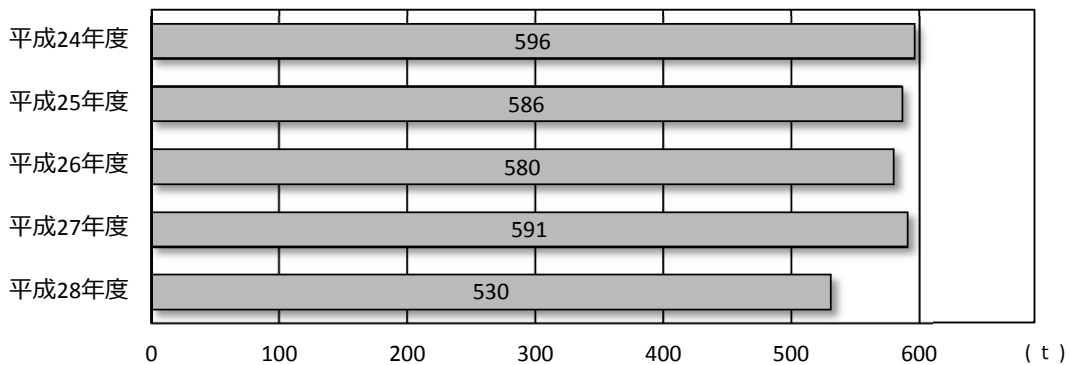
4. グリーン購入の状況及び方策

高専機構では「環境物品等の調達の推進を図るための方針」を策定・公表し、これに基づいて環境物品等の調達を推進しています。

平成28年度グリーン購入の特定調達品目の調達状況については、当該方針において、調達総量に対する基準を満足する物品等の調達量の割合により目標設定を行う品目については、調達目標100%に対し、調達実績が100%を達成しました。

環境物品等の調達の推進に当たっては、引き続き、できうる限り環境への負荷が少ない物品等の調達に努めることとしており、環境物品等の判断基準を超える高い基準のものを調達するとしています。また、グリーン購入法適合品が存在しない場合についても、エコマーク等が表示され、環境に配慮されている物品を調達するよう努めています。

さらに、物品等の納入事業者、役務の提供事業者、工事の請負事業者に対して事業者自身が、環境物品等の調達を推進するよう働きかけています。



特定調達品目（紙類）の調達実績
(H24～27年度特定調達品目調達実績の調査結果から抜粋)

5. バリューチェーンにおける環境配慮の取組状況

バリューチェーンとは、事業活動に関連する付加価値（Value）の創出から費消に至る全ての過程における一連の経済主体もしくは経済行動をいい、原料採掘、調達、生産、販売、輸送、使用、廃棄等、事業活動に関連する一連の行為と主体が含まれます。

国立高専では、該当する環境配慮の取組はありませんでした。

6. 環境保全に関するコスト

平成28年度における、全国立高専で環境に配慮した取組にかかったコストは、約1,545百万円となっています。

主なコストとしては、PCB廃棄物等の処理費用やLED照明・高効率空調設備など省エネ機器への更新コスト、排水処理設備やボイラーの維持管理費が計上されています。平成28年度は前年度に比べて約263百万円増加しており、これは、平成31年度までの処理計画としているPCB廃棄物等（P18参照）について、PCB処理事業所と調整を行った結果によるものです。

7. 廃棄物総排出量

平成28年度における廃棄物総排出量は、重量による把握が完全ではないため参考値となりますが、重量把握の廃棄物が4,382t、容量把握の廃棄物が521m³となります。廃棄物総排出量の一部が重量把握できていない国立高専は8校ありました。

重量での把握ができない要因としては、廃棄物の引受先が容量で把握していることや、引受の際に計量していないといった引受先の事情等もあります。

なお、重量での把握ができていない8校の国立高専については、引き続き、重量把握に向けて廃棄物の引受先との協議等を行う予定としています。

廃棄物は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（廃掃法）に基づく分類により、それぞれの総排出量を把握できることが望ましいため、引き続き廃棄物総排出量の削減に努めるとともに、重量による廃棄物総排出量の把握ができるよう改善していきます。

平成28年度廃棄物排出量

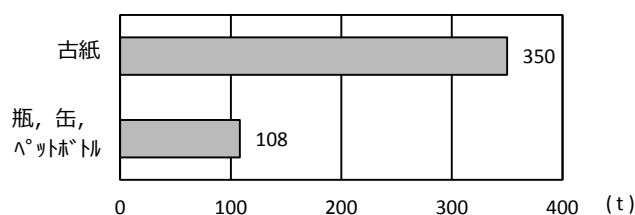
種類	重量把握 (t)	容量把握 (m ³)
一般廃棄物	3,084	437
産業廃棄物	1,186	84
特別管理一般廃棄物	2	0
特別管理産業廃棄物	110	0
合計	4,382	521

8. 資源の再資源化

適切な廃棄物の処理とともに、環境教育の一環としてリサイクルなどの3R活動にも取り組んでいます。

学校における主な消費資源の一つである紙類については、古紙として回収・再資源化に取り組んでいるとともに、その他の廃棄物についても積極的な再資源化を行っています。

なお、7校の国立高専では古紙やペットボトル等について再資源化を行っているものの、廃棄物と同様に、再資源化の引受先の都合等により一部の再資源化量の把握ができていません。



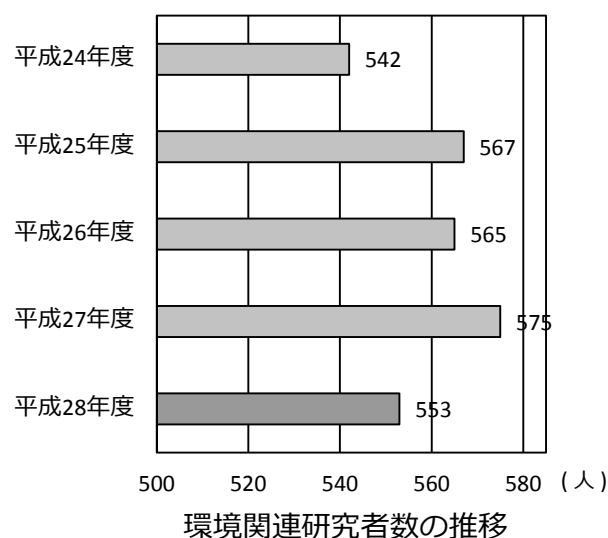
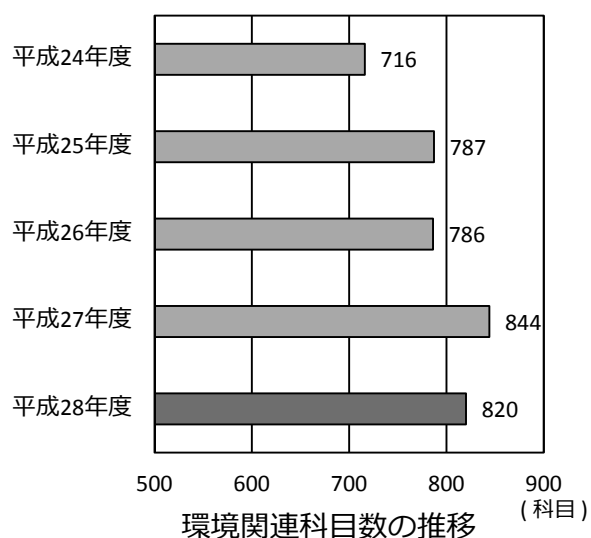
平成28年度再資源化量

環境保全技術に関する教育・研究

◆環境保全技術に関する教育・研究の状況

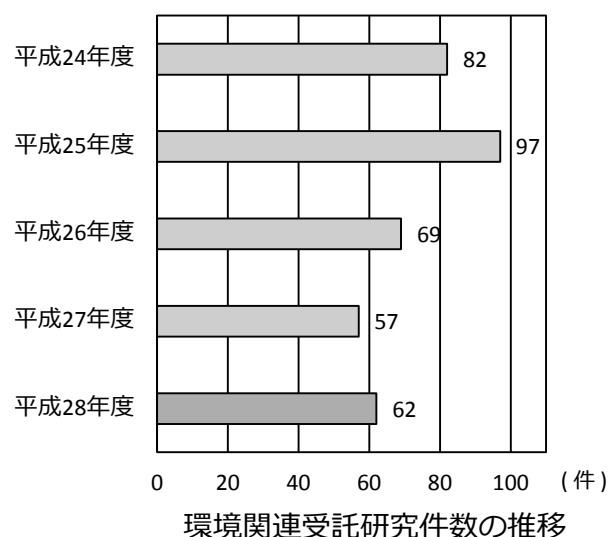
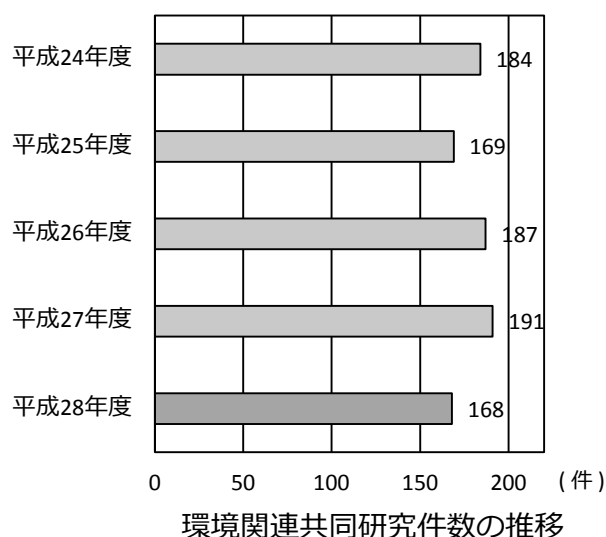
1. 環境関連科目数及び研究者数の状況

各国立高専において、環境関連の教育・研究を継続的に進めていますが、国立高専の教育の質の向上に資する教育カリキュラムの見直しに伴う科目の統合等により、平成28年度の環境関連科目数は、見かけ上、前年度の844科目から減少し、820科目(前年度比-2.8%)となっています。また、環境に関連する研究を行っている研究者の数も、前年度の575人から減少し、553人(前年度比 -3.8%)となっています。なお、国立高専における教員数も減少(常勤教員数: 3,793人(H27) → 3,778人(H28))となっています。



2. 共同研究及び受託研究の状況

平成28年度における共同研究・受託研究の総数は増加傾向にありますが、環境に関連する共同研究の数は、168件(前年度比-12.0%)となっています。一方、環境に関連する受託研究の数は、国立高専が地域の企業等に対して環境に係る先導的な役割を果たしていることも一因となって、62件(前年度比8.8%)の増加となっています。



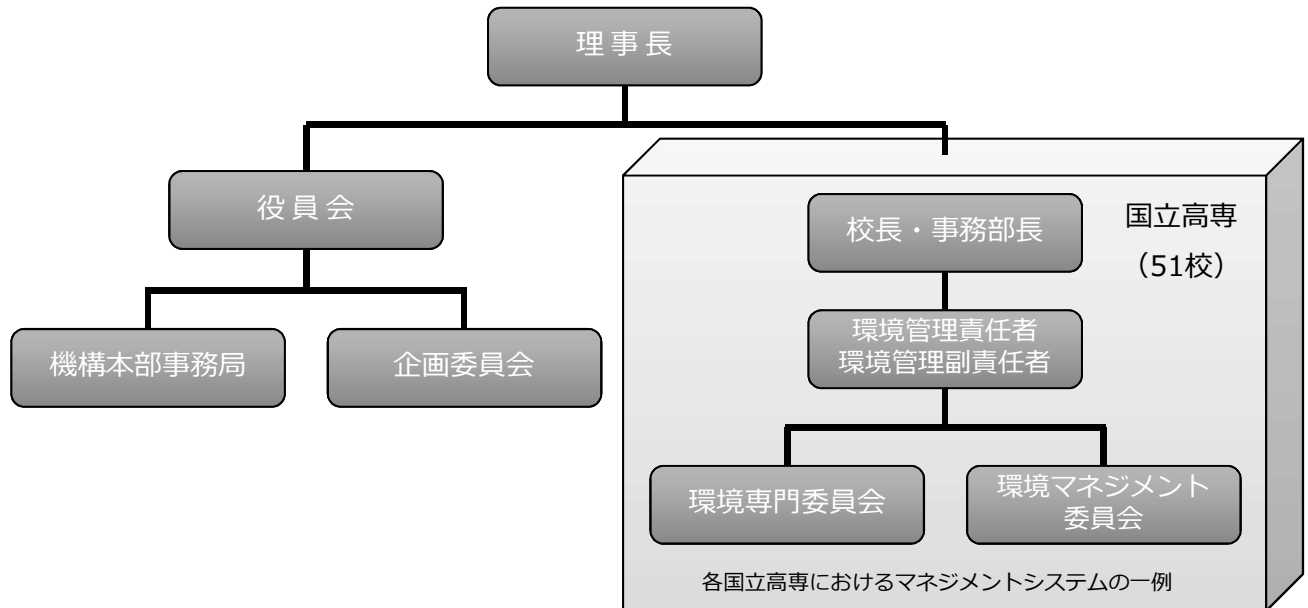
各国立高専では環境に関する様々な研究が行われています。平成28年度に各国立高専で行われた環境保全技術に関する研究の中から紹介します。(P 30~P55資料参照)

マネジメントシステムの状況

◆マネジメントシステム構築状況

マネジメントシステムの構築状況については、下図のとおり、国立高専において環境に配慮した取組を行う組織（委員会）を設置しており、国立高専ごとにこれらの組織（委員会）が中心となって様々な環境への取組を行っています。

その他にも、環境に関するリスク（自然災害・事故等の緊急事態を含む）に焦点を当てて構築したリスク管理体制（環境リスクマネジメント体制）を整備している国立高専もあります。



高専機構におけるマネジメントシステム組織図

また、各国立高専では、その特徴に応じて様々な環境に配慮した取り組みを行っています。積極的な取組の一例としては、環境マネジメントを取得した以下の国立高専が挙げられます。

平成14年3月に国立高専として初めてISO14001を取得した広島商船や、平成16年度にISO14001を取得していた松江工業高等専門学校では、学生や教職員における意識や取組も定着したことで、ISOの認証を取りやめ、自ら自覚と責任をもって更なる環境改善を目指しています。

さらに、平成24年度に国立高専として初めてエコアクション21に認証・登録された富山高等専門学校では、その活動が定着したことから、エコアクション21の認証・登録を平成26年11月27日に取りやめ、エコアクション21で培った経験を活用し自らの責任において環境マネジメントを推進しています。

平成21年4月にいわて環境マネジメントシステム・スタンダード（ステップ2）の認証を取得した一関工業高等専門学校では、環境マネジメントマニュアルや環境改善計画の整備、全校を上げて環境改善への取り組みを続けています。

法規制遵守状況

◆法規制の遵守状況

全国立高専において、環境関連法規制等の遵守に努めています。

1. 大気汚染、その他公害規制法

大気汚染防止法について、法規制の対象となる国立高専（ボイラーを有する）は28校となります。法規制に従い、ばい煙の濃度または排出量を基準値以下となるよう運用しています。

その他の各種公害防止法の対象となる国立高専数は、以下のとおりとなります。

・大気汚染防止法	対象	28校	・悪臭防止法	対象	32校
・騒音規制法	対象	34校	・水質汚濁防止法	対象	26校
・振動規制法	対象	32校	・工業用水法	対象	1校
・土壌汚染防止法	対象	2校			

平成28年度は、環境関係法規制等の違反が次のとおり2件ありました。

実験室からの排水系統の排水水について、水質汚濁防止法（水濁法）第12条（排水の排出の制限）に規定する排水基準に違反していたことから、当該基準等を遵守するよう、香川県西讃保健福祉事務所から指示がありました。

これは、本来、産業廃棄物としてポリタンク等にて保管し廃棄している有害物質を用いる実験に使用した鉛板の洗浄水について、1次洗浄水はポリタンク等に保管していたものの、2次洗浄以降の水を排水口に排出したことにより、鉛及びその化合物の濃度が基準値を超過したものと考えられます。このため、全教職員に対する事例紹介を含めた注意喚起による周知徹底を再度行うこととしました。これにより、現在は排水基準等に違反する排水は検出されておられません。（香川高等専門学校）

学生寄宿舎給湯用灯油燃料地下タンク貯蔵所の配管に微細な穴があいている事が判明し、消防法第10条第4項に規定する製造所、貯蔵所及び取扱所の位置、構造及び設備の技術上の基準に適合しない状態であることから、同法第12条第2項に基づき名護市から改善命令を受けました。

これは、地下貯蔵設備の漏洩の有無について、空気圧を加える微加圧検査を実施した際、圧力が基準値以下となった事から判明したものです。この検査結果を受け、高専にて直ちに周辺への漏洩確認を行いました。漏洩は無いことを確認しています。また、その後の名護市消防本部による立入検査でも周辺への漏洩は確認されませんでした。配管に穴があいた原因は、当該配管の老朽及び湿気による腐食が進行したことによるものであり、再発防止対策として湿気により腐食しない外面被覆配管への取替（修繕）を行い、現在は、基準圧力が確保されています。（沖縄工業高等専門学校）

今後、このような事態が発生しないよう、引き続き、取り組みを強化してまいります。

2. 化学物質の管理

化学物質の管理について、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」(PRTR法)の対象となる国立高専はありません。

また、平成28年度現在で化学物質の一元管理を行っている国立高専は計26校となりました。なお、一元管理を行っていない国立高専でも、学科や各研究室単位で化学物質の受払簿を設け、適切な管理を行っています。

3. PCB廃棄物の処理について

◆ PCB廃棄物について

PCBとは、ポリ塩化ビフェニルという化学物質の略称で、絶縁性・不燃性などの特性を持つことから、コンデンサ・変圧器・照明用安定器など電気機器の絶縁油として使用されてきました。昭和43年のカネミ油症事件の発生により、PCBの持つ毒性が社会問題化し、現在はPCBを含む機器等の製造・販売・譲渡が禁止されています。

平成13年7月には、「ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法（平成28年5月最終改正）」が施行され、平成38年度までに処理することが義務付けられています。

◆ PCB廃棄物の保管状況

全国立高専で、PCBを含むコンデンサ・変圧器・照明用安定器などを使用してきました。現在、これらの廃棄物は、関係法令に基づき適正に処分または保管しています。

また、保管中のPCB廃棄物は、数量・状態を把握し、毎年6月末までに各都道府県に報告を行っています。

〈保管中のPCB廃棄物〉※1

①高濃度PCB廃棄物	安定器類	約45 t (20校)
	PCB汚染物等	約 1 t (6校)
②低濃度PCB廃棄物	トランス類	155台 (34校)
	コンデンサ類	213台 (21校)
	PCB油類	約4 t (7校)
	その他(開閉器等)	65台 (17校)

◆ PCB廃棄物の処理

上記保管中のPCB廃棄物のうち、①高濃度PCB廃棄物については、中間貯蔵・環境安全事業株式会社(以下「JESCO」という。)で処理することとなっており、これに伴いJESCOと処理委託契約を締結し、処理計画を同社と調整した上で、年度ごとに計画的に処理を行っています。

また、②低濃度PCB廃棄物については、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」に基づく、国等の認定を受けた無害化処理認定施設で計画的に処理を行っています。

※1 計上している数値は参考値になります。

4. 吹き付けアスベスト等※1の対応状況について

石綿障害予防規則（平成17年7月1日施行）により、事業者は労働者を就業させる建築物に吹き付けられたアスベスト等が、損傷・劣化等により粉塵を発生させ、アスベストにばく露する恐れがあるときは、当該吹き付けアスベスト等の除去、封じ込め、囲い込み等の措置を講ずることが義務付けられています。

※1 吹き付けアスベスト等とは、アスベストを含有する吹き付け材（吹き付けアスベスト、吹き付けロックウール及び吹き付けバーミキュライト等）及び保温材、耐火被覆材、折板裏打ち石綿断熱材をいいます。

◆ 調査について

高専機構では「学校施設等における吹き付けアスベスト等使用実態調査」（平成17年8月2日付高機施第95号）を実施し、その後平成18年1月及び平成18年9月にフォローアップ調査等を実施しました。また、労働安全衛生法施行令等が改正（平成18年9月1日施行）され、法規制により対象範囲が、含有するアスベストの割合が1%を超えるものから、0.1%を超えるものに拡大されたため、補足調査を実施しました。

石綿の種類は6種類とされていますが、建材等に使用された石綿の種類は、主にアモサイト、クリソタイル、クロシドライトとされていたため、アクチノライト、アンソフィライト、トレモライトの3種類はアスベストの分析がされていない場合があることが判明しました。このため、分析の結果アスベストの含有が無いとされてきたものについて、再度分析が必要であるか確認調査を実施し、必要なものについて、再度分析を行いました。

また、平成26年6月1日から石綿障害予防規則が一部改正され、新たに「石綿含有保温材等※2」が規制対象となったことから、確認調査を実施しました。

※2 石綿含有保温材等とは、アスベスト（石綿）を含有する張り付けられた保温材、耐火被覆材、断熱材をいいます。

◆ 高専機構における現状

平成18年度までに行った調査の結果、発見された「吹き付けアスベスト等」については、平成21年度までに全て撤去、封じ込め又は囲い込みの措置を行ったところです。

また、今回の石綿障害予防規則の一部改正により新たに追加となった「石綿含有保温材等」について、平成28年度に調査を行った結果、表1及び表2のとおりであり、煙突用断熱材のうち、措置済状態になく、かつ、損傷、劣化等による石綿等の粉じんの飛散により、ばく露のおそれがあるものが、5校の国立高専（7本）において確認されました。

表1.室内等に露出した保温材等の使用状況

国立高専数	①露出して使用されている保温材、耐火被覆があるもの			②左記①のうち、措置済状態ではないもの（損傷、劣化等による石綿等の粉じんの飛散により、ばく露のおそれがあるもの）		
	国立高専数	室数	通路部分	国立高専数	室数	通路部分
51	34	2,106	205	0	0	0

表2.室内等に露出した保温材等の使用状況

国立高専数	調査中高専数	煙突の保有状況	①左記のうち、石綿含有断熱材を使用しているもの	②左記①のうち、措置済状態にあるもの	左記①のうち、措置済状態ではないもの	
					③損傷、劣化等による石綿等の粉じんの飛散により、ばく露のおそれがないもの	④損傷、劣化等による石綿等の粉じんの飛散により、ばく露のおそれがあるもの
		国立高専数 (本数)	国立高専数 (本数)	国立高専数 (本数)	国立高専数 (本数)	国立高専数 (本数)
51	0	34 (76)	12 (19)	6 (8)	3 (4)	5 (7)

◆ **今後の対応について**

吹き付けアスベスト等や石綿含有保温材等を有しているが、封じ込め又は囲い込みの措置を行った室等については、劣化・損傷等により、アスベストが飛散しないよう、定期的に点検を行うとともに、計画的な撤去を行っていきます。

また、封じ込め又は囲い込みの措置済状態になく、かつ、損傷、劣化等による石綿等の粉じんの飛散により、ばく露のおそれがある煙突用断熱材が使用されている煙突については、今後、早急に、適切な処置を講じる予定です。

地域及び社会への貢献についての取組状況

◆社会的取組状況について

地域及び社会への貢献の取組は、全国立高専で行われており、一部を紹介します。

国立高専で行われている取組

- | | |
|-------------------|---------|
| ・公開講座、体験学習授業、出前授業 | ・地域清掃活動 |
| ・技術相談、研究協力 等 | ・講演会主催 |

地域での活動

地域イベント等の主催

- ・市民講座
- ・海の世界学習

ボランティア活動

- ・地域環境美化
- ・仮設住宅に緑のカーテンを設置

講演会等の主催

- ・産官学交流懇談会
- ・水素エネルギー勉強会

イベント/地域事業への参加、協力、出展

- ・環境・エネルギーシンポジウム
- ・サイエンスフェスティバル



釧路工業高等専門学校
小中学生参加の体験学習授業
(LEDランプ作成)



福島工業高等専門学校
小学校への出前授業
(再生可能エネルギーについて)



和歌山工業高等専門学校
小学生向け公開講座
(ろ過装置の原理について)



広島商船高等専門学校
地域の方及び日本原子力学会シニアネットワーク
連絡会のメンバーを交えたエネルギー討論会



弓削商船高等専門学校
地域の方と一緒に
海岸清掃ボランティア



沼津工業高等専門学校
県内の自動車学校が主催する
静岡県高校生エコランへの参加

高専における環境に配慮した取組

◆高専における環境に配慮した取組について

1. 環境に配慮した取組状況について

高専機構では、省エネルギー及び温室効果ガス排出量削減への取り組みについて一層の推進を図るため、独立行政法人国立高等専門学校機構エネルギー管理標準等に基づき、エネルギー使用の合理化に努めてきました。

平成28年度においても、節電や高効率型機器への設備更新による消費電力の減少や、冷暖房の動力源を重油から環境負荷の小さいガスや電気へとエネルギーの転換を進めるなど、総エネルギー投入量と温室効果ガス排出量の削減に向けた取組を行っています。

平成22年4月から改正された「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」（省エネ法）が施行され、法規制適用対象が事業所単位から事業者全体に拡大されたことにより、高専機構も特定事業者の指定を受け、適切な対応を行っています。

平成29年7月には文部科学省及び経済産業省へ平成28年度実績についての定期報告書及び中長期計画書を提出しました。

今後も、管理標準の見直しを行いつつ、更なる省エネルギー化へと推進していきます。

2. 環境に配慮した取組状況

環境に配慮した取組について、各国立高専でも独自に取組を行っています。これらの取組事例について紹介します。（P30～P55資料参照）

【参考】各国立高専独自の環境報告書作成状況について

各国立高専における環境に配慮した取組の一環として、4校の国立高専が独自の環境報告書を作成し、ホームページ上で公表しています。

国立高専名	アドレス
和歌山工業高等専門学校	http://www.wakayama-nct.ac.jp/information/kankoubutsu/kankoubutsu.htm
広島商船高等専門学校	http://www.hiroshima-cmt.ac.jp/?page_id=101
宇部工業高等専門学校	http://www.ube-k.ac.jp/about/environmental/
香川高等専門学校 (高松キャンパス、詫間キャンパス)	http://www.kagawa-nct.ac.jp/information/kankyoku/kankyoku.html

第三者評価

環境報告書の更なる信頼性向上を目指して、第三者の方からのご意見をいただいています。



長澤 悟

東洋大学名誉教授（工学博士）

国立教育政策研究所文教施設研究センター客員研究員
教育環境研究所理事長

専門分野は建築計画（教育施設、地域施設、住宅等）、設計

◆環境報告書について

高専機構の事業活動に関わる環境情報を取りまとめた本報告書は、全国に立地する51校の国立高専における取組を広く開示し、その評価・分析がなされていることから、適正な情報公開が行われていると評価します。また、各国立高専が高専機構全体の取組を知るためのツールとして活用できる有意義なものであると考えます。

さらに、これまで同様、取組の実績を単年度のみで捉えるのではなく、ほとんどが過去4年間の実績と併せて取りまとめられており、継続的な取組の状況がわかりやすく示されている点も評価できます。

◆環境目的・目標に対する自己評価について

自己評価として掲げている環境目的・目標のうち、温室効果ガス排出量の削減について、一昨年から継続して削減が図られている（前年度比の推移 H26：▲3.2%、H27：▲5.0%、H28：▲2.3%）ことは、高く評価できます。これは、本報告書内にも触れられているとおり、高専機構が、温室効果ガス排出量の比較的大きい化石燃料から当該量の比較的小さい電気へとエネルギーの転換を図る取組を、継続的・計画的に行ってきた成果であると考えます。

一方、平成28年度の総エネルギー投入量については、平成27年度比約1.9%の増加となっています。その理由の分析は納得できましたが、高専機構施設整備5か年計画において掲げる「平成27年度を基準として今後5年間でエネルギー消費原単位を5%以上削減」を達成するために、設備機器の更新時におけるエネルギー消費効率の改善や設備機器の稼働時間の変更といった従来からの取組に加え、各高専における優れた事例を全校に周知するなど、省エネルギーについて学内の教職員や学生のさらなる意識向上を図っていくことも重要であると考えます。

目標未達となった廃棄物排出量の把握については、排出量削減目標を設定し、その達成状況を確認していくうえで、重量や容量のいずれかに統一して把握することが不可欠です。重量での把握ができていない国立高専においては、引き続き、廃棄物の引受先との協議等を行っていただくことを期待します。

◆今後に向けて

国立高専は全国にキャンパスを持つという特徴のある高等教育機関です。引き続き、積極的に環境活動に取り組み、将来を担う学生に対する環境教育の場及び最先端の環境研究を実践する場として、国立高専のキャンパスを活用していくことを期待します。

総 括

平成28年度は、前年度に比べ温室効果ガス排出量を削減（前年度比▲2.3%）するに至りましたが、一方でエネルギー消費量は増加（前年度比約1.9%）となりました。

エネルギー消費量増加の要因としては先でも述べていますが、諸室への空調設備機器等の新規設置のほか、高温傾向の天候が続いたことや、国立高専の教育の質の向上に資する教育カリキュラム（授業日程）見直し等に伴う空調設備機器等の稼働時間の増加が要因と考えています。しかしながら、学生・教職員の教育研究環境及び学生の居住環境改善のためには、設備機器等設置や設備稼働を停止するわけにはいかないため、今後は、施設設備面での環境改善を図る際には、エネルギー消費量や費用を踏まえつつ検討することとなりますが、今後は更なるエネルギー縮減に向け、施設担当者のみならず、学生や教職員といった施設利用者や校長・主事等の学校運営者層が参画しつつ、ソフト（運営）面でどのような取組を行いうるかについて検討した上で、環境改善計画を実行に移していくことが重要と考えております。

さらに、廃棄物総排出量については、これまでと同様に、地域における排出量の計量方法の違い等により比較が難しい状況が続いております。廃棄物の総排出量について、全国立高専で重量による把握を行いうるよう、引き続き、関係者との協議を進めていくとともに、廃棄物最終処分量の低減に資する3R（リデュース、リユース、リサイクル）を推進する等、廃棄物総排出量の削減に向けた取組を進めてまいりたいと考えております。

なお、温室効果ガスについては前年度比約2.3%、水資源についても投入量で前年度比約2.2%、総排水量で前年度比約2.4%の減少となっており、各国立高専におけるソフト・ハード面における積極的な取組等が実を結んだ結果となっています。今後もこれに満足することなく、取組を持続的かつ積極的に進めてまいりたいと考えております。

「国立高専機構施設整備5か年計画」の中で、環境への取組については、『平成27年度を基準として今後5年間でエネルギー消費原単位を5%以上削減するとともに、省エネ法に基づく基準よりも高い省エネルギー性能を目指した取組を推進』する等の取組を通して『サステナブル・キャンパスの形成を図るとともに、将来を担う学生に対する環境教育の場並びに最先端の知識を実践する場として、国立高専のキャンパスを活用』していくこととしており、今年度も本報告書において「国立高専における環境に配慮した取組」や「環境保全技術に関する教育・研究の状況」を掲載しております。今後も、これらの事例が、国立高専における環境への対策に寄与するのみならず、他の教育機関における環境への取組の一助として、さらには各国立高専と地方公共団体・民間企業等を結ぶ架け橋となれば幸いです。

最後に、長澤様には、ご多忙中にも関わらず、昨年度に引き続き、第三者としての貴重なご意見をいただき、ありがとうございました。頂戴したご意見を参考に、次年度の環境報告書の内容の充実に役立てたいと考えています。

資 料

◆本報告書の対象となる、組織・範囲・期間等

本報告書は、環境省から公表されている「環境報告ガイドライン(2012年版)」に準拠して作成をしています。

本報告書の対象となる組織・範囲・期間は下記のとおりとなります。

組 織：独立行政法人国立高等専門学校機構

範 囲：機構本部事務局及び全国51校の国立高専の事業活動・教育活動
(職員宿舎を除く。)

期 間：平成28年4月1日 ～ 平成29年3月31日

~~~~~各資料について~~~~~

### 【国立高専別エネルギー収支状況】

各国立高専の総エネルギー投入量及び温室効果ガス排出量について、平成28年度の実績値と平成27年度からの増減比率をグラフに示します。

次頁には、各国立高専の保有面積で按分した、単位面積あたりのエネルギー投入量及び温室効果ガス排出量についても、同様に実績値と増減比率をグラフに示します。

なお、各国立高専の値に差があるのは、各国立高専の立地する気候、保有する設備の種類、施設等の規模及び工業系や商船系など設置している学科等、特徴の違いによるものです。

### 【環境報告ガイドライン(2012年版)との対照表】

本環境報告書について、環境報告ガイドライン(2012年版)との適合を示します。

### 【各換算係数一覧】

本報告書の作成にあたり、総エネルギー投入量や温室効果ガス排出量等の算出に用いた換算係数を示します。

実際の算定式などの詳細については、P11の「総エネルギー投入量の算定式」及び「温室効果ガス排出量の算定式」をご覧ください。

なお、各値の算出方法は、環境省が公表する「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」等を参考にしています。

### 【環境保全技術に関する教育・研究の事例】

平成28年度に各国立高専で行われた環境保全技術に関する研究を紹介します。

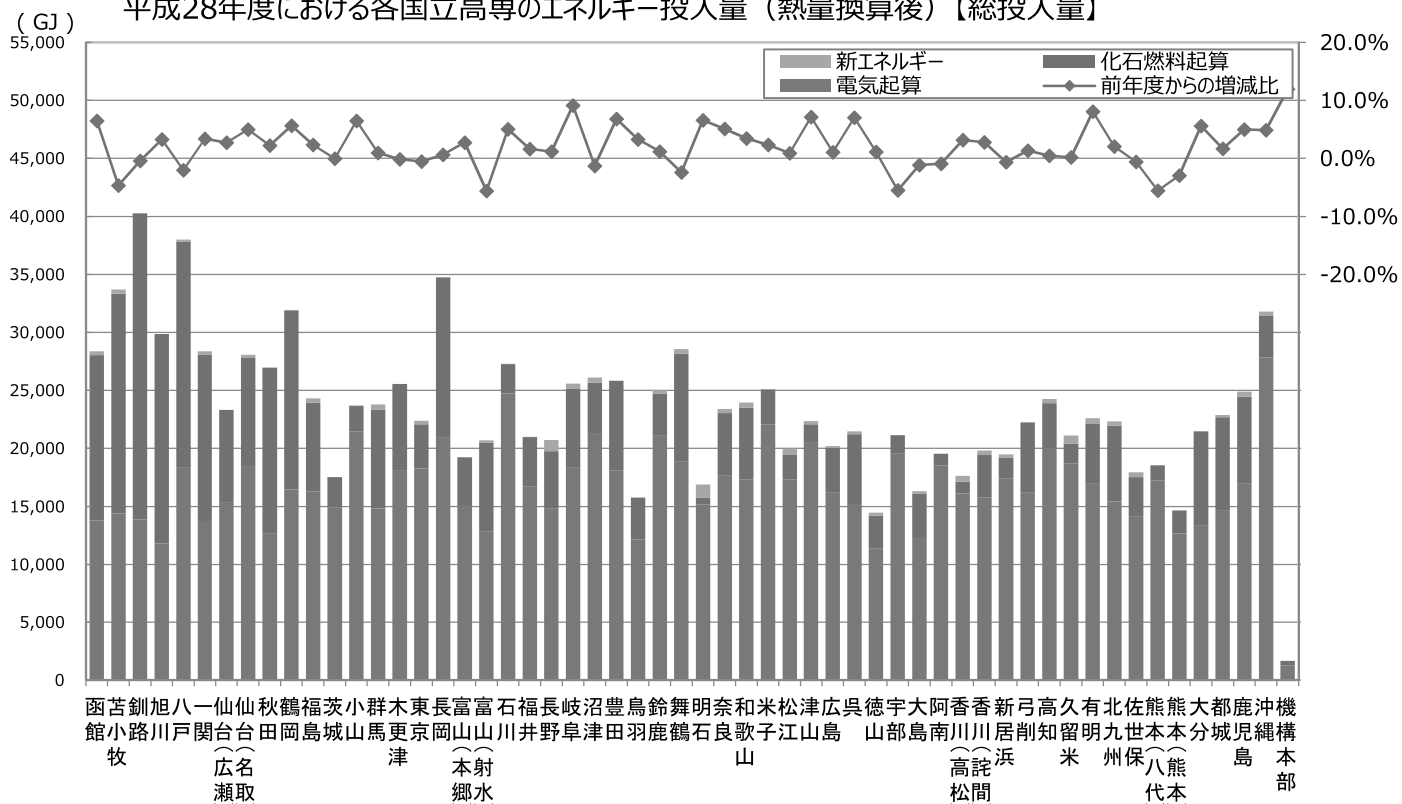
### 【高専における環境に配慮した取組事例】

各国立高専が独自に実施している環境に配慮した取組事例を紹介します。

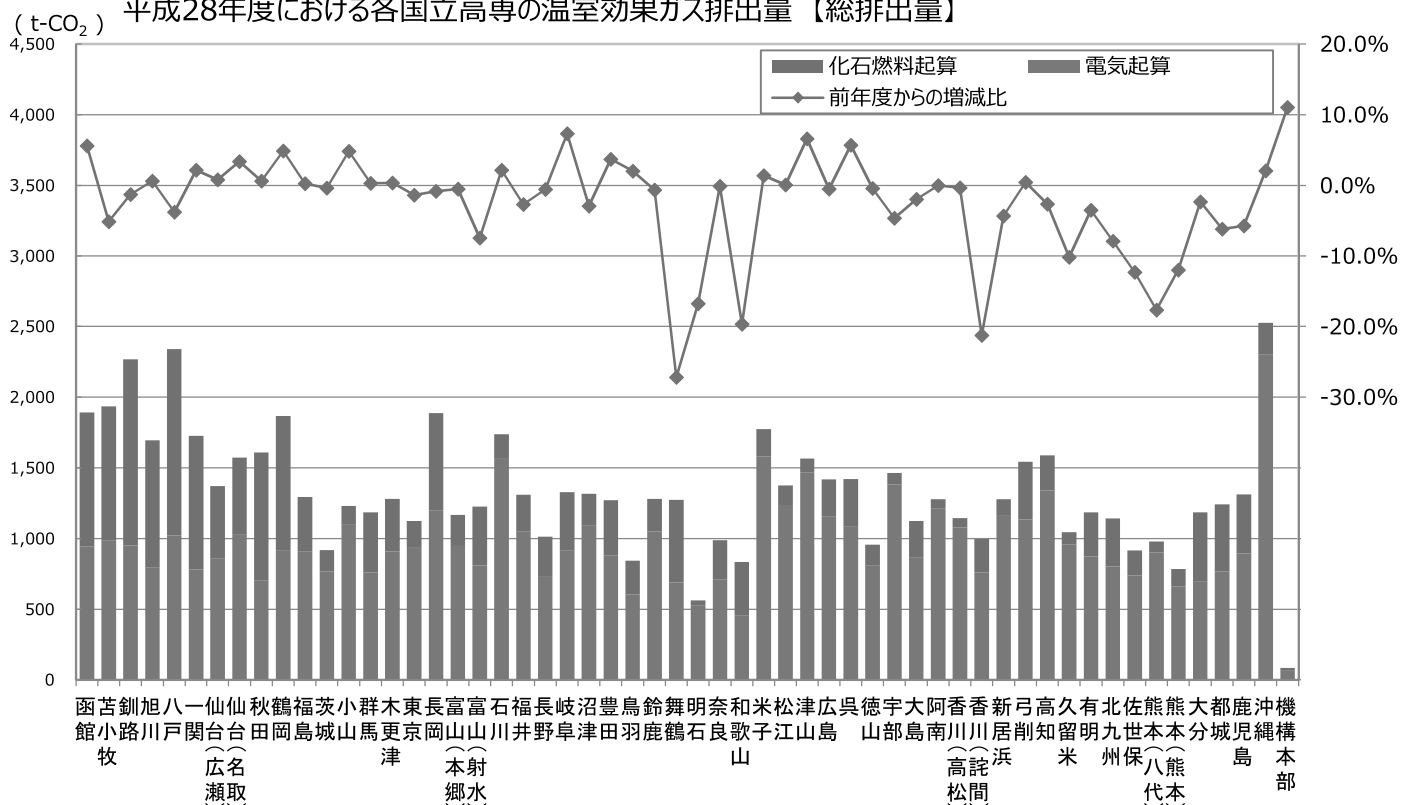
~~~~~

国立高専別エネルギー収支状況

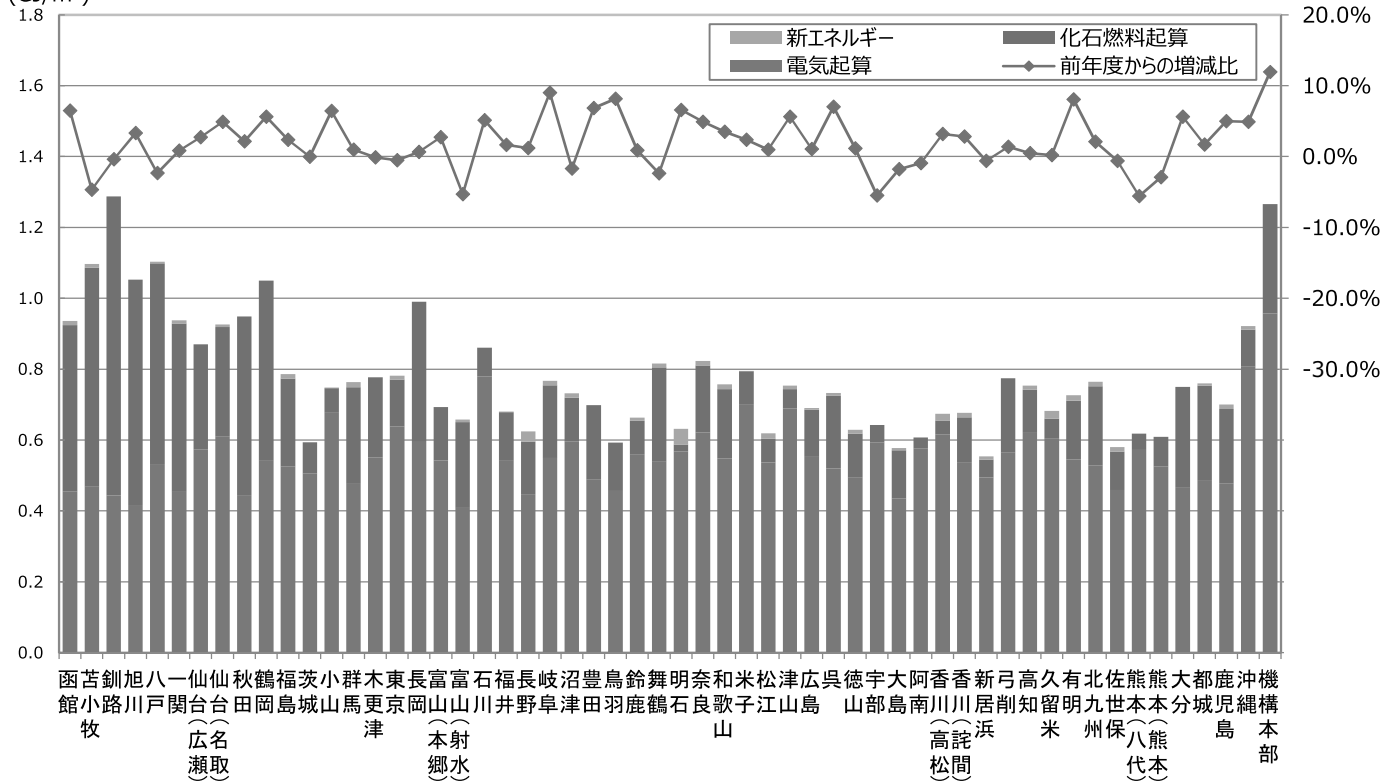
平成28年度における各国立高専のエネルギー投入量（熱量換算後）【総投入量】



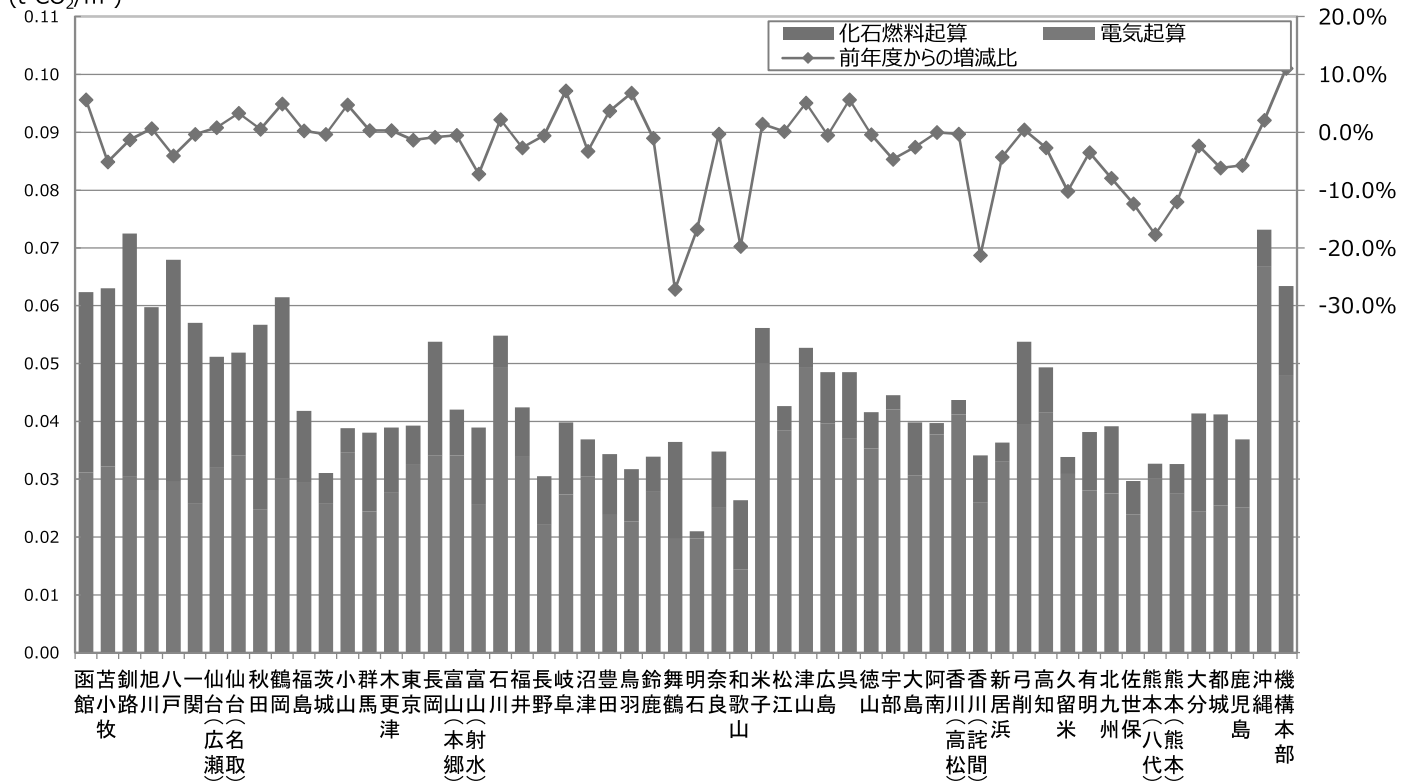
平成28年度における各国立高専の温室効果ガス排出量【総排出量】



平成28年度における各国立高専のエネルギー投入量（熱量換算後）【1m²当たり】



平成28年度における各国立高専の温室効果ガス排出量【1m²当たり】



◆環境報告ガイドライン(2012年版)との対照表

項目	高専機構環境報告書における記載内容	ページ
【第4章 環境報告の基本的事項】		
1.報告にあたっての基本的要件 (1)対象組織の範囲・対象期間 (2)対象範囲の捕捉率と対象期間の差異 (3)報告方針 (4)公表媒体の方針等	本報告書の対象となる、組織・範囲・期間等	2 5
2.経営責任者の緒言	はじめに	1
3.環境報告の概要 (1)環境配慮経営等の概要 (2)KPIの時系列一覧 (3)個別の環境課題に関する対応総括	国立高等専門学校機構について 主要な環境パフォーマンス指標等の推移 総括	2 8 2 4
4.マテリアルバランス	高専機構の物質・エネルギー収支	1 0
【第5章 「環境マネジメント等の環境配慮経営に関する状況」を表す情報・指標】		
1.環境配慮の取組方針、ビジョン及び事業戦略等 (1)環境配慮の取組方針 (2)重要な課題、ビジョン及び事業戦略等	高専機構における環境方針等について 総括	5 2 4
2.組織体制及びガバナンスの状況 (1)環境配慮経営の組織体制等 (2)環境リスクマネジメント体制 (3)環境に関する規制等の遵守状況	マネジメントシステムの状況 " 法規制遵守状況	1 6 " 1 7
3.ステークホルダーへの対応の状況 (1)ステークホルダーへの対応 (2)環境に関する社会貢献活動等	高専における環境に配慮した取組 社会的取組状況	2 2 2 1
4.バリューチェーンにおける環境配慮等の取組状況 (1)バリューチェーンにおける環境配慮の取組方針、戦略等 (2)グリーン購入・調達 (3)環境負荷低減に資する製品・サービス等 (4)環境関連の新技术・研究開発 (5)環境に配慮した輸送 (6)環境に配慮した資源・不動産開発/投資等 (7)環境に配慮した廃棄物処理/リサイクル	バリューチェーンにおける環境配慮の取組状況 グリーン購入の状況及び方策 環境保全技術に関する教育・研究 " - - 廃棄物総排出量 資源の再資源化	1 3 1 3 1 5 1 5 - - 1 4 1 4
【第6章 「事業活動に伴う環境負荷及び環境配慮等の取組に関する状況」を表す情報・指標】		
1.資源・エネルギーの投入状況 (1)総エネルギー投入量及びその低減対策 (2)総物質投入量及びその低減対策 (3)水資源投入量及びその低減対策	高専機構の物質・エネルギー収支 グリーン購入の状況及び方策 エネルギー・水資源収支の推移	1 0 1 3 1 2
2.資源等の循環的利用の状況(事業エリア内)	-	-
3.生産物・環境負荷の産出・排出等の状況 (1)総製品生産量又は総商品販売量等 (2)温室効果ガスの排出量及びその低減対策 (3)総排水量及びその低減対策 (4)大気汚染、生活環境に係る負荷量及びその低減対策 (5)化学物質の排出量、移動量及びその低減対策 (6)廃棄物等総排出量、廃棄物最終処分量及びその低減対策 (7)有害物質等の漏出量及びその防止対策	該当なし エネルギー・水資源収支の推移 " 環境保全に関するコスト 大気汚染、その他公害規制法 化学物質の管理 廃棄物総排出量 -	- 1 2 " 1 3 1 7 1 7 1 4 -
4.生物多様性の保全と生物資源の持続可能な利用の状況	研究紹介	3 0
【第7章 「環境配慮経営の経済・社会的側面に関する状況」を表す情報・指標】		
1.環境配慮経営の経済的側面に関する状況 (1)事業者における経済的側面の状況 (2)社会における経済的側面の状況	環境保全に関するコスト 廃棄物総排出量 -	1 3 1 4 -
2.環境配慮経営の社会的側面に関する状況	-	-
【第8章 その他の記載事項等】		
1.後発事象等	該当なし	-
2.環境情報の第三者審査等	第三者評価	2 3

◆各換算係数一覧

1. エネルギーの使用の合理化等に関する法律及びその他関係法令に基づく各係数は以下のとおりです。

単位使用量当たりの発熱量

種別		熱量換算係数	単位
電気	電気事業者 昼間買電	9.97	GJ/千kWh
	電気事業者 夜間買電	9.28	GJ/千kWh
	その他	9.76	GJ/千kWh
揮発油		34.6	GJ/kl
灯油		36.7	GJ/kl
軽油		37.7	GJ/kl
A重油		39.1	GJ/kl
LPG		50.8	GJ/t
都市ガス		44.8	GJ/千m ³

単位熱量当たりの炭素排出量

tC/GJ

種別	排出係数
揮発油	0.0183
灯油	0.0185
軽油	0.0187
A重油	0.0189
LPG	0.0161
都市ガス	0.0136

2. 各事業者が示す各係数は以下のとおりです。

電気事業者別のCO₂排出係数

t-CO₂/kWh

電力事業者	H28排出係数 (実排出)	前回の排出係数 (実排出)
北海道電力	0.000669	0.000683
東北電力	0.000556	0.000571
東京電力 エナジーパートナー	0.000500	0.000505
中部電力	0.000486	0.000497
北陸電力	0.000627	0.000647
関西電力	0.000509	0.000531
中国電力	0.000697	0.000706
四国電力	0.000651	0.000676
九州電力	0.000509	0.000584
沖縄電力	0.000802	0.000816
エネサーブ	0.000364	0.000634
エネット	0.000418	0.000454
F-Power	0.000480	0.000454
V-Power	0.000262	0.000254
アーバンエナジー	0.000255	0.000410
サミットエナジー	0.000397	0.000413

都市ガス業者別の標準熱量 (13A)

GJ/千m³

供給事業者 (供給地域)	標準熱量 (換算係数)
釧路ガス	45.0
旭川ガス (江別以外)	45.0
苫小牧ガス	45.0
北海道瓦斯	45.0
東部瓦斯 (秋田) (福島)	46.04655 45.0
鶴岡瓦斯	46.0
仙台市ガス局	45.0
北陸ガス (長岡)	43.0
東京ガス	45.0
長野都市ガス	45.0
静岡瓦斯	45.0
東邦ガス	45.0
日本海ガス	46.0
大阪ガス	45.0
広島ガス	45.0
山口合同ガス	46.0
西部瓦斯 (北九州) (佐世保)	45.0 46.0
久留米ガス	45.0
国分隼人ガス	46.04655

※ 供給地域により標準熱量が異なる都市ガス供給業者については、都市ガス供給を受けている高専の所在する地域のみを掲載している

◆ 国立高専における環境保全技術に関する教育・研究の事例

平成28年度に、各高専において行われた環境保全技術に関する研究の中から19事例を紹介します。

MHA駆動型ビニールハウス用換気窓の開発

函館工業高等専門学校 生産システム工学科 教授 本村真治
准教授 剣地利昭

はじめに

ビニールハウスで作物を栽培する際、ハウス内の温度を調節するために換気作業が必要となり、換気窓開閉の自動化が進められている。本研究では、窓開閉の駆動装置として水素吸蔵合金アクチュエータ(MHA: Metal Hydride Actuator)を用いることにより、電力を使用しない自動換気システムを開発する。

この研究は、日射量の増減にともなうハウス内の温度変化を利用して自然に(勝手に)換気窓を開閉できないかという近隣農家さんからの声(技術相談)をきっかけにスタートした。筆者らは、過去に取り組んだ研究¹⁾においてMHA開発の経験を有していたことから本研究を推進することとなった。



図1 実験用ビニールハウスと換気窓

研究内容

本研究では、試作したMHA駆動型換気窓を実験用のビニールハウス(A)に設置して動作状況の確認とハウス内の温度測定を実施した。また、換気窓を設置しないハウス(B)の温度と比較することで換気効果を調べた。

図1に函館高専の敷地内に設置した実験用ビニールハウス(間口2.2m×奥行3.6m×高さ2m)と、試作したMHA駆動型換気窓を示す。換気窓(幅0.35m×高さ0.5m)は、窓中心高さを地面から1.35mとしてハウス妻面に取りつけて実験を行った。

図2に窓開閉機構の概略図を示す。合金温度が上昇すると合金に吸蔵されていた水素が合金容器内に放出され容器内圧力(MH圧力)が上昇し、内蔵されたピストンを押し上げる。これによりピストンに接続されたレバーが反時計まわりに回転し、ワイヤー2を引くことで窓が開く構造となっている。温度が下がると容器内の水素が合金に吸蔵されるためMH圧力は低下するが、ピストンを引き下げるほど低圧とはならないため、おもりによって窓を閉じる構造とした。

図3に実験結果の一例を示す。午前6時頃からの外気温の上昇にともなうハウス温度、合金温度が徐々に上昇し、午前7時頃にMHAが変位を開始して窓が開き始め、午前8時30分頃には全開状態となった。日射量の多い午前9時～13時の時間帯のハウス内の平均温度を比較すると、換気窓を設置していないハウスBが約47℃であるのに対し、換気窓を設置したハウスAは約38℃となっており、換気効果が確認できた。

おわりに

高齢の農業従事者にとって、ビニールハウスの換気を手作業で行うことは思いのほか負担が大きく、MHAによる自然エネルギーを利用した「勝手に」換気窓を開閉するシステムに対する期待は大きいと考えており、実用化を目指して開発を進めていく予定である。

参考文献

1)宮武誠, 湊賢一, 本村真治, 松村一弘, 増田亨, 吉江祐人: 自律駆動型水素吸蔵合金アクチュエータを利用した函館港の海水交換装置の検討, 海洋開発論文集, 第26巻(2010), 81-86

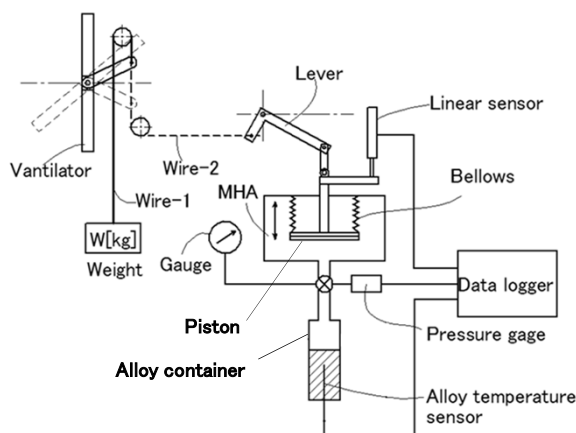


図2 MHA駆動型換気窓の開閉機構

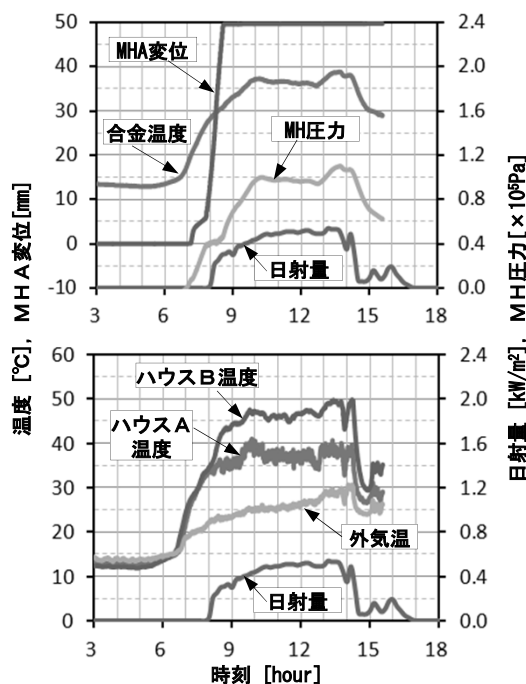


図3 実験結果

メダカとカダヤシの流水中からの退避行動の比較

木更津工業高等専門学校 環境都市学科 准教授 湯谷賢太郎

はじめに

メダカは日本全土に広く分布する在来種で雌雄ともに全長3.5cm程度である(図1上)。一方で、カダヤシは北アメリカを原産とする外来種で全長は雄が3cm、雌が5cm程度である(図1下)。両種とも流れの緩やかな小川や水路を好み、生息地が重なる場合が多い。

童謡にも歌われるように、かつてメダカは我々日本人にとって非常に身近な生物であった。しかし現在では、水田や用水路の整備による棲み処の消失、水質の悪化、さらに外来種であるカダヤシの侵入によりその数を減らしており、現在では環境省レッドリストにより絶滅危惧Ⅱ類に指定されている。

メダカの保全のためにカダヤシを駆除することは現実的ではなく、失われた生息地を保全・再生していくことが必要になるが、その際には競合する外来種であるカダヤシの生息にとって有利となつてはいけない。そのため、両種の生態特性をよく研究し、メダカにとっては好ましく棲みやすい環境であるが、カダヤシにとっては好ましくなく棲みにくい環境を明らかとする必要がある。

そこで本研究では、所謂「めだかの学校」の再生を目指し、その基礎的知見を得るため、流水中におけるメダカとカダヤシの退避行動特性の比較を実験により行った。

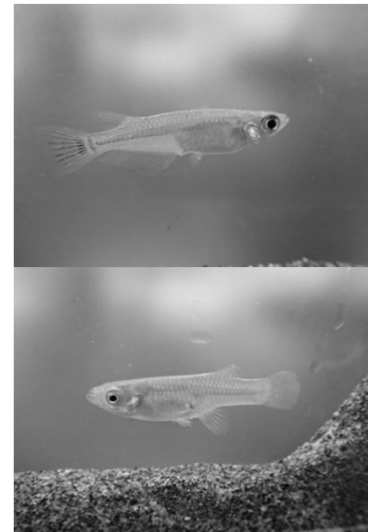


図1 メダカ(上)とカダヤシの雌(下)

研究内容

実験は、流水からの退避場所を設けた水路の270×590mmの区間を用いて行った(図2)。流速は両種の遊泳速度を参考に約5、8、10、13、15cm/sになるように調整した。

水路内にランダムに選定した実験対象魚7匹を投入し、ビデオカメラを水路の真上に設置して人の出入りを制限した部屋で撮影を行った。水路内を60分間撮影した内、開始30分は水路内に慣らす時間とし残りの30分を実験データとした。1ケースにつき両種3回ずつ実験を行った。水温は22℃程度、水深は2～3cmに調整した。撮影した動画は1秒ごとに画像に変換し、ImageJを用いて遊泳行動を座標値として記録した。座標の記録は1実験1匹を対象とした。以下では、退避場所に滞在した時間についての結果について紹介する。

退避場所に滞在した割合は流速5cm/sでは両種とも実験時間の5%前後であった。カダヤシでは、流速の増加とともに退避場所に滞在する時間が延び、流速10cm/sを超えると実験時間の50%程度を退避場所で過ごした。メダカは、流速13cm/sまでは退避場所に滞在する時間に変化は見られず、流速15cm/sになると退避場所での滞在時間は急に増加し、実験時間の50%程度となった。(図3)

このように、メダカとカダヤシでは流水に対する動に違いがみられる。両種ともに止水域から流水まで広く見られる種であるが、メダカの方がより強流向性を示し、流れに対する適応力も高いことがうかがえる。今後メダカの保全のための水路を再生する際には、適度な流れの創出が重要であろう。

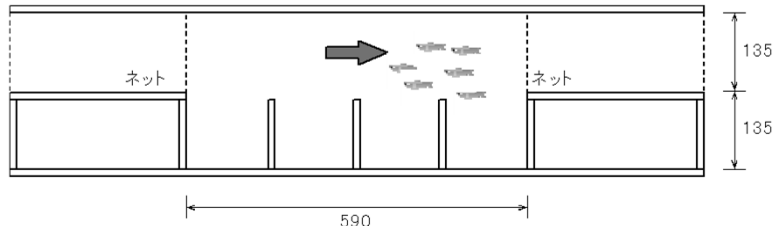


図2 実験水路概略図

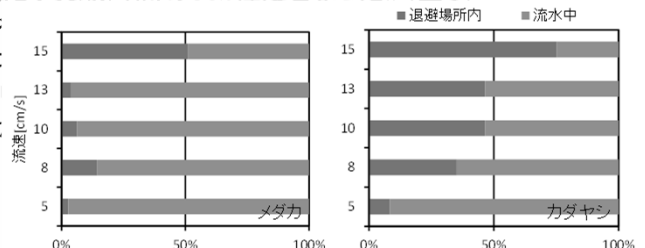


図3 メダカとカダヤシの退避場所滞在時間割合

おわりに

本研究は、著者の研究室に配属された卒研究生が代々引き継ぎながら発展させてきたものである。メダカとカダヤシは飼育が容易で実験装置も小さく済み、実験の考案から装置の作成、実験の実施、データの解析までの研究の一連の流れが学生主体で実施できるため、学生用研究教材として過去4年にわたり4人の学生が研究対象としてきた。今後も、この研究は継続、発展させていくつもりである。また、カダヤシは特定外来生物であり、飼育は環境省の許可を得て行っている。

はじめに

低炭素社会実現に向け、自然エネルギーを活用したエネルギーマネージメントシステムEMSの研究開発が進められており、その設計にはSPICE(Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)を用いたシミュレーションが有効である。我々は、エネルギーマネージメントシステムの構築のため、富山高専射水キャンパス所有の太陽光発電・蓄電システムをSPICEシミュレーションで再現する研究を進めている。本稿では、SPICEを用いたエネルギーマネージメントシミュレーションモデルの設計と季節ごとの電力自給率について評価したので報告する。

研究内容

SPICEモデルの概要

図1にEMSモデルの概略図を示す。本モデルは太陽光発電モデル、蓄電池モデル、電力消費モデルから構成される。SPICEソフトウェアとしてSIMetrix-SIMPLIS 7.20を使用した。太陽光発電モデルは、富山高専屋上に設置された公称最大出力250Wの両面受光型単結晶シリコン太陽電池モジュールTB60M-250を対象としてモデル化した。モデルに日射量[J/m²]を入力することで発電量[Wh]を出力する構成である。日射量には富山地方気象台のデータを使用した。MPPT(Maximum Power Point Tracking)制御はVerilog-A言語による回路記述で再現した。蓄電池モデルは、キャパシタを蓄電素子と見立ててモデル化した。

EMSシミュレーション

図2に各太陽電池における季節毎の電力自給率を示す。最大出力3kWの太陽電池では春・夏の消費電力を太陽電池・蓄電池で95%以上賅うことができ、5kWの太陽電池では冬の場合も80%程度賅うことができることが分かる。したがって、今回用いた電力消費モデルでは3~5kWの太陽電池の利用が適していることがわかった。

おわりに

本研究では、SPICEを用いて太陽光発電、蓄電池、電力消費モデルを設計し、EMSシミュレーションにより電力自給率について検討した。太陽電池の最大出力と太陽光発電の電力自給率との関連性から、今回用いた電力消費モデルでは3~5kWの太陽電池の利用が有効であることを示した。

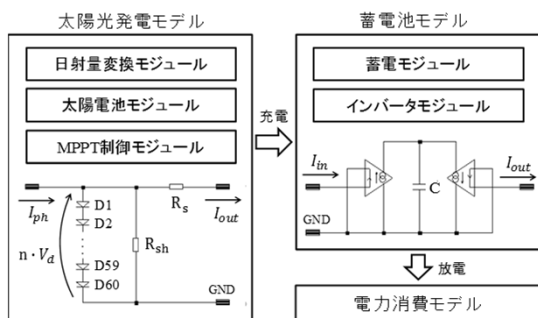


図1 EMSシミュレーションモデル

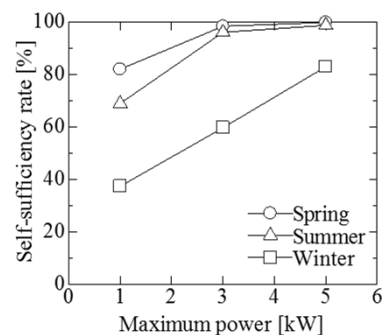


図2 シミュレーション結果

2017年度の主な発表リスト

- [1] Oshima, Ishihara, Masu, Oguma, "Simulation and evaluation of PV power generation for energy management system using SPICE," 2016年10月, doi: 10.1109/ICTC.2016.7763439.
- [2] 小熊, 大島, 門嶋, 水本, "EMSのためのリチウムイオン電池の充放電特性評価,"電子情報通信学会大会講演論文集 2016 ROMBUNNO.A - 19 - 5. 2016年9月.
- [3] 大島, 石原, 益, 小熊, "SPICEを用いたEMSモデルによる太陽光発電の電力自給率評価,"電子情報通信学会大会講演論文集(CD-ROM) 2017 ROMBUNNO.B - 9 - 7 2017年3月.

植生に及ぼす土壤中の窒素・リンの測定

福井工業高等専門学校 物質工学科 助教 後反克典

はじめに

福井県内には、潜在自然植生に基づく広葉樹植樹地が多数あり、その殆どが公共事業によるものである。平成26年度に行われた植栽後の調査では、植樹地毎の生長の程度に大きな差が見られた。土壌は特に植物の育成に必要な水分や養分を供給・保持する機能を持つため、植生の発達や遷移に大きな影響を与える。生長の程度に差が出る要因の一つとして土壌の化学的性質が挙げられる。

本研究では、土壌の化学性の中でも栄養分である全窒素・可給態リン酸に着目し、土壌中にどれだけの全窒素・可給態リン酸が含まれているのかを調査することを研究課題とした。

研究内容

土壌試料の測定には福井県内植樹地である御誕生寺及びトリムパークかなづのものを用いた。それぞれ、間伐の程度の違いと地表から異なる深度の試料を用いた。

① 全窒素含有量の測定

ケルダール法に従い実験を行った。0.3 mmのふるいをかけた風乾細土を5 gと硫酸10 mLを加え、ケルダール用分解促進剤1粒を入れた。さらに、過酸化水素水10 mLを1滴ずつ振り混ぜながら加えた。ケルダール分解装置を用いて420°Cで2時間加熱し、放冷した。次に、ケルダール蒸留装置を用いて3分間蒸留し、ブロムクレゾールグリーン・メチルレッド混合指示薬を約20滴加え、0.05 M硫酸溶液で滴定した。滴定値より、土壌中の窒素含有量(%)を算出した。

② 可給態リン酸含有量の測定

トルオグ法に従い、風乾細土0.3 gを100 mLのポリ瓶にとり、抽出液を60 mL加えて30分振とう後、ろ過した。ろ液を容器に20 mL計りとり、これに混合発色液8 mLを加えた。その後、30 mLになるまで蒸留水を加えた。15分間放置した後、紫外可視吸光光度計を用いて波長710 nmで測定し、土壌中の可給態リン酸(mg / 100 g)を算出した。

おわりに

全窒素の測定結果を図1に示す。トリム中地点の土壌試料の測定値は、いずれも地表からの深度が深くなるにつれて含有量が減少している。これは、深部では窒素分が植物に栄養分として吸収されたためと考えられる。また、地表の落ち葉が分解された際の養分量の残存率は、 $N > P > Ca > Mg > K$ となることが知られており、本結果は窒素が地表に多く存在していることと整合性がある。

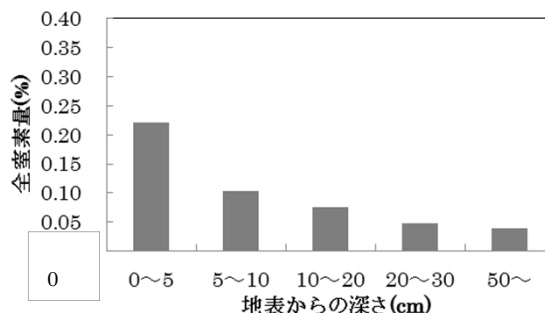


図1 トリム中における地表からの深度毎の全窒素量

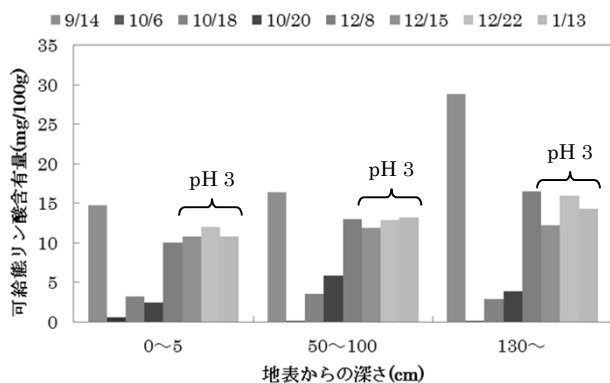


図2 御誕生寺における地表からの深度毎の可給態リン酸含有量の測定結果

可給態リン酸の測定では、測定値にばらつきが見られた(図2)。検討の結果、抽出液のpHが0.5変化すると測定値が約2倍変化し、pHの影響を大きく受けることが分かった。pH 3の条件に厳密にそろえることで安定した測定値が得られるようになった。

pH3における可給態リン酸の地表からの深度毎の比較では、深部になるに従いわずかにリン酸含有量が増加する傾向が見られたが、概ね地表付近と近い含有量を示し、大きな変化はなかった。

今後は試料数を増やしつつ、土壌栄養分と植樹地毎の生長の程度との関係性を探る予定である。

はじめに

現在、有機性排水の処理は、酸素と微生物を利用する活性汚泥法が主流である。活性汚泥法の問題点は、酸素の曝気(送気)に要するエネルギー(下水処理で国内総電力の約0.4%)、微生物増殖による汚泥廃棄物の発生(下水処理で産業廃棄物排出量の約20%)である。一方、酸素を必要としない微生物を利用するメタン発酵による排水処理の利点は、曝気不要、活性汚泥法の1/5~1/10と少ない汚泥廃棄物、処理に伴うメタン生成、加えて10倍程度の有機物容積負荷(処理速度と同意)である。メタン発酵処理は、活性汚泥法の問題点を一蹴できるような利点を有する。しかし、その技術の適用は、食品産業から排出される易分解性有機性排水が中心である。



近年、発展の著しい産業として、液晶ディスプレイや半導体を製造する電子産業が挙げられる。電子産業からの排水には難分解性有機物(化学物質)を含んでおり、これをメタン発酵処理に適用した例がほとんどない。そこで本研究では、電子産業排水を対象としたメタン発酵処理の特性を評価する。

研究内容

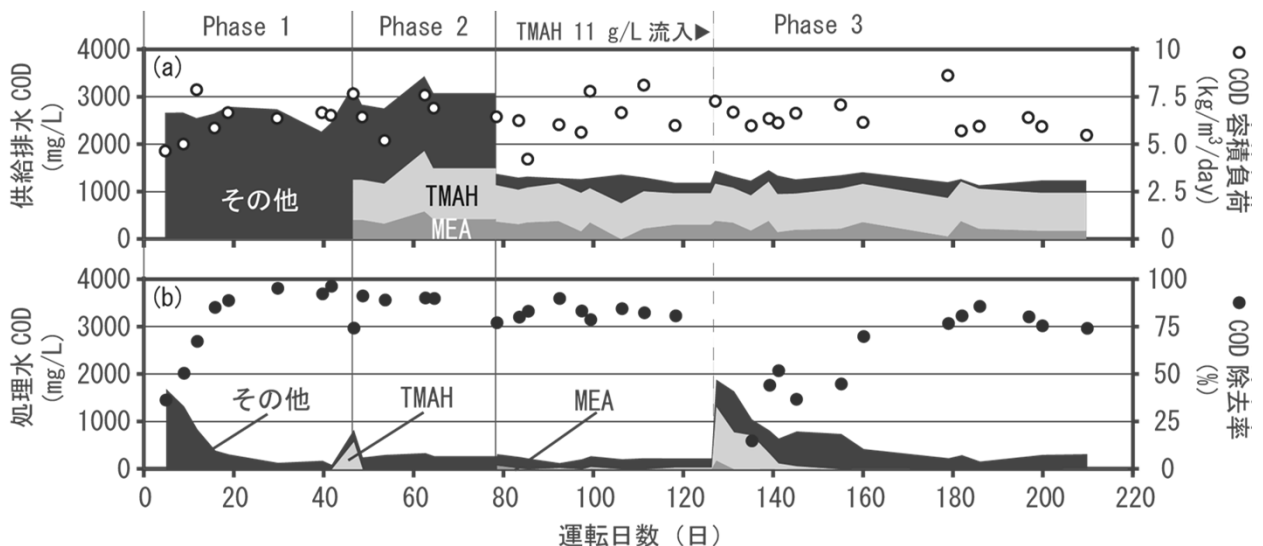
国立環境研究所は、電子産業排水の環境リスクやメタン発酵処理の適用性に注目されていた。その要求と本研究の知見・経験・設備が合致した結果、本研究は国立環境研究所からの受託研究で実施した。

電子産業排水には、水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)、モノエタノールアミン(MEA)等の難分解性で毒性のある有機物が含まれているとの報告があるが、実排水の情報ほとんどない。そこで本研究では、産官学コーディネーターと連携し模擬排水の作成に成功した。この模擬排水をラボスケールの上昇流嫌気性汚泥床(UASBリアクター)によって連続処理した。

UASBリアクターにより模擬電子産業排水を有機物(COD)容積負荷6.7 kg/m³/day、35°Cの運転条件において、段階的に模擬排水を加え、スタートアップした。このスタートアップ方法によって、TMAHとMEAの分解や負荷の増加に速やかに対応できた。また、11 g/LのTMAHの突発的な過剰供給は、回復に50日以上を要するほどの悪影響を及ぼした。本研究は、電子産業排水のメタン発酵処理の適用・実用性を示唆できる成果にまで至った。

おわりに

適宜を得た研究課題に加えて、国立環境研究所と産官学コーディネーターとの研究連携によって、本研究成果は学術的にも実用的にも有意義な成果が得られた。副次的に、本研究に従事した学生が刺激を受け、研究や自己啓発に一層熱が入った。その結果、学生は、国際会議での2件の受賞(優秀ポスター発表賞、優秀モデレーター賞、いずれもSTI-Gigaku 2017)、学会からの2件表彰(土木教育賞、土木学会中部支部支部長賞、いずれも土木学会)を受けた。



馬鈴薯でん粉工場排水の有効利用に関する研究

沼津工業高等専門学校 物質工学科 准教授 竹口昌之
教授 蓮實文彦

はじめに

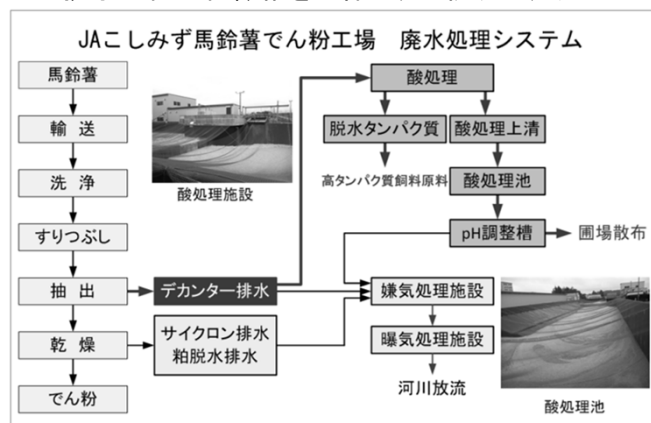
馬鈴薯でん粉製造工程は、馬鈴薯をすりつぶし、非常に大量の水を使用してでん粉質を沈殿させ、この沈殿物を乾燥させることででん粉を得ている。馬鈴薯でん粉製造工程では、でん粉抽出のために大量の水が必要であると同時に、馬鈴薯残渣物として高濃度のタンパク質を含む水溶液(デカンター廃水)が排出される。これまでに多大な設備投資を行ない操業中完結処理を行っている工場も一部あるが、ほとんどのでん粉工場では嫌気処理施設により処理できなかったデカンター廃水は一時的に調整池に貯留し、馬鈴薯でん粉工場が操業していない春先から夏にかけて嫌気処理施設を稼働させて対応している。この方法では、調整池に貯留されたデカンター廃水が腐敗し悪臭を放つなど、環境問題を引き起こしている。本校では小清水町農業協同組合(北海道斜里郡小清水町)と共同ででん粉工場廃水の処理技術を開発し、廃棄物からタンパク質資源を回収することに成功した。

研究内容

小清水町農協馬鈴薯でん粉工場のデカンター廃水について成分分析を行なったところ、水分含量が95.5%、固形物含量が4.5%であった。また、固形物中の半分以上がタンパク質であり、デカンター廃水中の主要成分であることがわかった。悪臭の原因はデカンター排水中に含まれる高濃度タンパク質が調整池内で嫌気発酵し、メチルメルカプタン、アンモニア、トリメチルアミン等が生成したためと考えられる。そのため、廃水中に大量に含まれるタンパク質を除去する技術が必要となる。我々は種々のタンパク質回収方法を検討し、悪臭が発生せず、経済的にも実施可能な酸処理法を採用した。具体的にはデカンター廃水を硫酸にてpH 3.0に調製してタンパク質を不溶化し、連続遠心機により不溶性たんぱく質を回収するプロセスとした。開発した廃水処理システムを図に示す。

デカンター排水より沈殿回収したタンパク質は有用な資源である。現在、回収したタンパク質を食品や飼料として回収利用することが期待されている。近年、馬鈴薯タンパク質を酵素分解したポテトペプチドの生理機能が注目されている。ポテトペプチドの最も特徴的な機能として脂質代謝改善効果と腸内環境改善効果が挙げられており、新たな機能性食品として幅広く利用されることが期待されている。

北海道は日本有数の酪農地帯であり、良質な牛乳を得るために栄養バランスがよい飼料が必要とされている。そのため、酪農経営者はタンパク質を含む輸入配合飼料を購入する必要があり、飼料コストが重要な経営因子となっている。馬鈴薯でん粉製造過程において、デカンター排水の他に粗繊維を主体とする絞りかす(ポテトパルプ)が排出される。これはでん粉製品に対して約4割の排出量であり、廃棄物として処理に苦慮しているのが現状である。ポテトパルプは乳牛の餌として良好な消化率を示すものの、牛乳生産の立場からタンパク質成分が不足している問題があった。そこで、小清水町農業協同組合ではデカンター排水より回収したタンパク質と水分調整の目的で小麦ふすまを混合し、高タンパク質サイレージ飼料を検討した。20トン規模で高タンパク質サイレージを製造し、発酵サンプリング調査を行った結果、良好なサイレージの目安である乳酸濃度が1%以上、および不良発酵の目安である酪酸は検出されなかった。これより高泌乳牛用配合飼料に近い飼料を作成できた。



おわりに

本校と小清水町農業協同組合が開発したプロセスで注目すべきことは、馬鈴薯由来回収タンパク質、ポテトパルプ、小麦ふすまおよびライムケーキはすべて小清水町農業協同組合および関係機関で排出される農業廃棄物であり、これら廃棄物から新たに地元酪農経営者が利用可能な有価物を生産するプロセスを構築できたことである。穀物からのバイオエタノール製造に端を発した国際的穀物価格の上昇などを鑑みた場合、農業廃棄物の有効活用による飼料生産は将来的に期待できるプロセスである。

今後も「捨てるものを失くす農業」の視点に立って、農学と工学が連携しながら折々の時代に適応した技術開発を行いたいと考えている。

はじめに

近年、電気自動車・ハイブリッド車や電力貯蔵システム分野で双方向DC/DCコンバータが広く用いられるようになった。このコンバータを用いると、図1のように2つの電池または電源の間で電力を双方向に制御することができ、システムの小型軽量化に大きな効果がある。

双方向DC/DCコンバータの回路方式として、図2のフライイングキャパシタ付き双方向チョッパ回路が注目されている。この回路を用いるとスイッチ素子の印加電圧を1/2に抑制することができ、電力損失の大幅な削減が期待される。

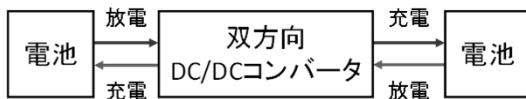


図1 双方向DC/DCコンバータ

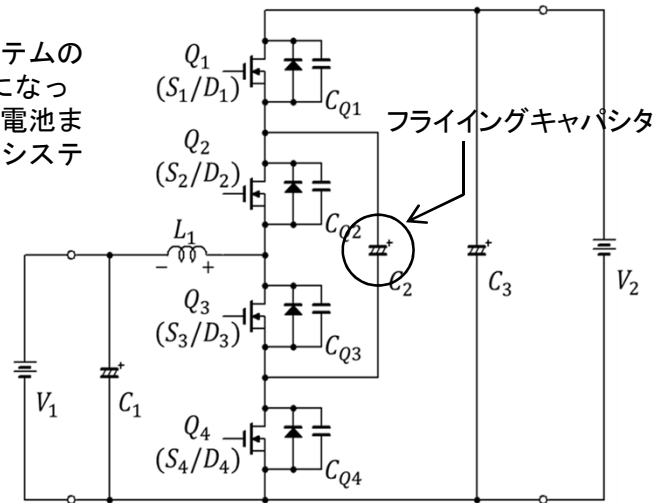
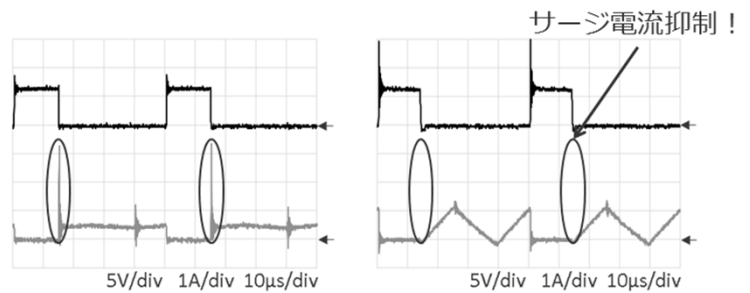


図2 フライイングキャパシタ付き双方向チョッパ

研究内容

フライイングキャパシタ付き双方向チョッパ回路は、図3(a)に示すように大きなサージ電流が発生するという問題があった。サージ電流の抑制には大きなスナバ回路が必要であり、電力損失の原因となっていた。

そこで、本研究室では図4に示すリアクトル電流の新しい制御方式を提案している。従来の制御方式と比べてリアクトル電流波形の振幅を増加させ、逆流動作を含む波形とした。リアクトル電流をこのように制御することにより、図3(b)に示すようにサージ電流の発生を完全に抑制することができた。



(a) 従来の制御方式にて (b) 新しい制御方式にて
図3 スイッチ素子のサージ電流

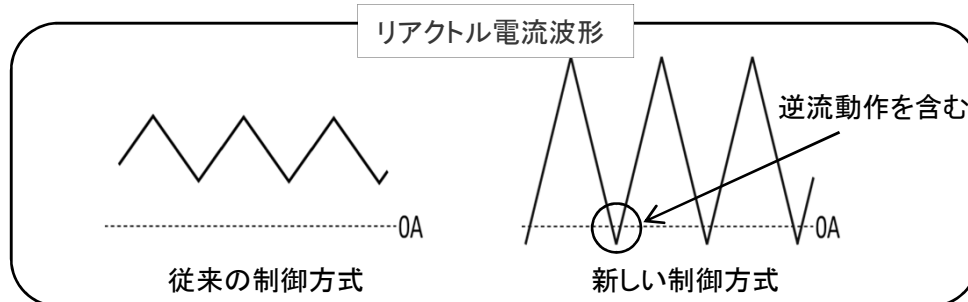


図4 リアクトル電流の新しい制御方式の提案

おわりに

サージ電流を完全に抑制することにより、電力変換効率は87.7%から94.3%に向上させることができた。この研究成果はパワーエレクトロニクス学会研究会(2016/12)で発表されたが、電気学会家電・民生技術委員会の発表推奨をいただき、8月8,9日開催の同委員会で詳細を発表の予定である。

パーム酸油の改質と燃焼改善に関する研究

舞鶴工業高等専門学校 機械工学科 准教授 野毛宏文

はじめに

パーム酸油 (Palm Acid Oil:PAO) はパーム油の精製時に残渣として排出される。パーム酸油の特徴は非食用油で30~80%と多くの遊離脂肪酸 (FFA) を含んでいる。主要排出国はインドネシアやマレーシアであり、年間約240万 t 排出される。用途は発展途上国向けの粗石鹼と肥料のみと利用価値が低く、途上国が発展すると、廃棄物となり環境汚染が発生する。本研究ではPAOを燃焼用燃料として有効利用することを検討する。

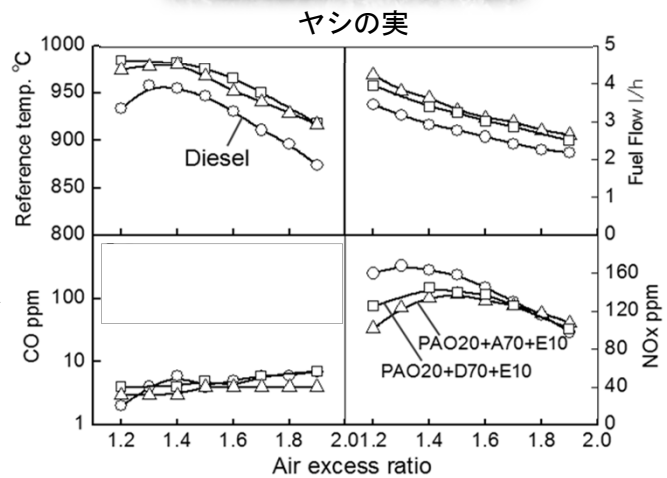


研究内容

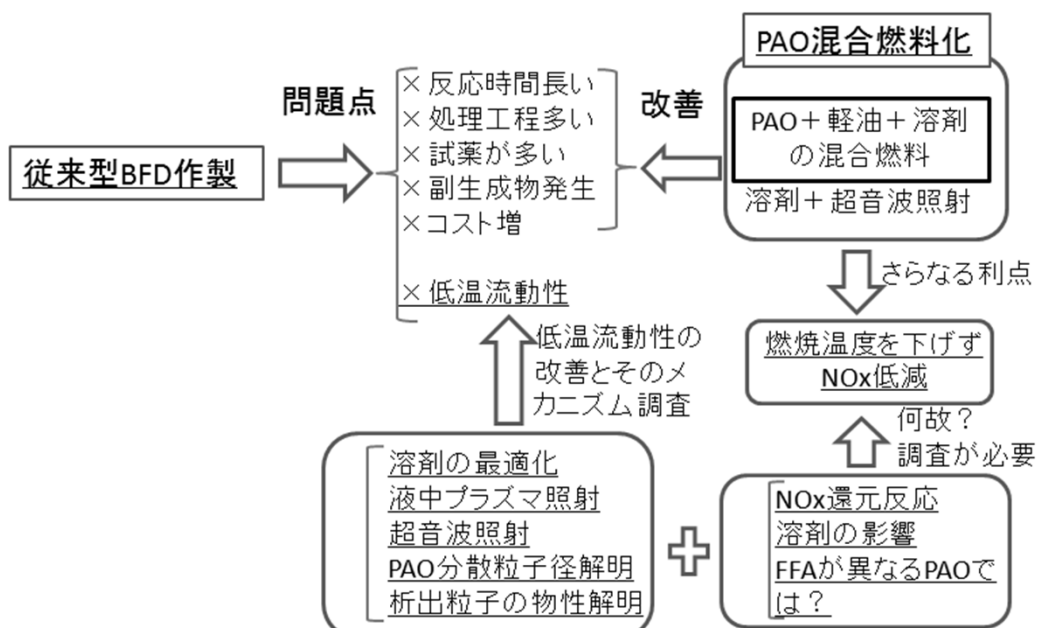
植物油を燃焼用燃料として利用する場合、一般的にはバイオディーゼル燃料 (BDF) に変換して使われる。しかし、FFAが多い原料でBDFを作製する場合、反応工程数が増え、時間とコストが増大する。そこで、PAOを既存の軽油またはA重油に混合し、超音波処理、プラズマ照射、溶剤調整によってPAO混合燃料を作製することで、BDF作製時の欠点を改善し、実用化を目指す。

おわりに

本研究ではPAOを既存の軽油やA重油に混合して利用する方法を試みた。その結果、PAO混合燃料作製時の超音波処理、また溶剤調整が燃料の低温流動性を改善すること、PAO混合燃料は軽油より燃焼室出口温度を約40°C高温に保ち、かつ窒素酸化物 (NOx) を約20%低減することがわかった。しかし、低温流動性が改善されるメカニズムやPAO混合燃料がNOxを減少させる仕組みが不明である。これらの点の解明により、PAO混合燃料の品質向上とバイオマス燃料の新たな利用方法を提案する。



PAO混合燃料排出ガス特性



研究の流れ

木炭と水系電解液を利用した数100Wh級蓄電装置

松江工業高等専門学校 電気情報工学科 教授 福間 眞澄
実践教育支援センター 技術職員 技術専門職員 福島 志斗

はじめに

太陽光や風力などの再生可能エネルギーを電気エネルギーに変換し、常時利用するためには、蓄電装置が必要になる。蓄電装置には、一般に、鉛蓄電池、リチウムイオン二次電池などの蓄電池が利用されている。最近、LED照明、携帯電話など小電力で動作する機器が開発されたために、電気二重層キャパシタ（EDLC : Electric Double Layer Capacitor）も蓄電装置として利用できる可能性がでてきた。筆者らは、安価で安全なEDLCを実現するために、木炭および水酸化カリウム（KOH）もしくは水酸化ナトリウム（NaOH）水溶液を材料としたEDLC（以下、木炭EDLC）の開発を行っている。ここでは、木炭EDLCを用いた400Whの蓄電容量のWi-Fi電源を構成して、屋外での実証実験を行ったので報告する。

研究内容

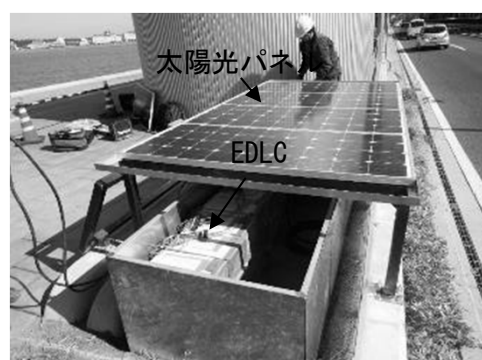
著者らは、約10年間を掛けて、島根県産業技術センター、株式会社サンエイトとEDLCの研究開発を行い、木炭（竹炭）、紙、KOHもしくはNaOH水溶液など安価な材料により、安全で劣化が殆どないEDLCが実現できることを確認した。本年2月には開発した木炭EDLCの基本構造についての特許を権利化した。

EDLCは、電解液中に対向する電極を入れ電圧を印加すると電解液中の正負のイオンが、対向する電極界面にそれぞれ移動し、電気二重層を形成する現象を利用して蓄電している。この現象は、化学反応ではなく物理現象であるため、可逆性があり、充放電はイオンの移動のみであるため原理上は劣化が起らず、電気を電気のままためるため、長寿命、高効率などの利点が備わる。ただし、木炭から作成した電極（分極性電極）表面にのみ形成される電気二重層を利用しているため、エネルギー密度は極めて低く、リチウムイオン二次電池の100～200分の1程度にしかない。

6個のセルを直列にしたEDLCを直列並列に接続した400Wh級Wi-Fi電源2台を収納した蓄電システムを写真に示す。420W（210W×2台）の太陽光パネルがそれぞれWi-Fi電源に接続されている。松江市内の観光地である夕日スポット（島根県松江市袖師町5）に2015年3月に開発した2台のWi-Fi電源を設置した。2台のWi-Fi用Hub[消費電力定格20W（実質10W以下）]それぞれに蓄電システムが24時間電力を供給している。試作した2台のWi-Fi電源は、設置後2年を経過したが、現在も正常に動作していることをWeb上で確認している。



(a)



(b)

松江夕日スポット（島根県松江市袖師町5）に設置した400Wh級Wi-Fi電源(a)、電源設置時の様子(b)（2015年3月）

おわりに

木炭EDLCを利用した400Wh級蓄電装置のWi-Fi電源の屋外実証実験の結果について報告した。研究開発の目標は、4kWhの家庭用蓄電装置を木炭EDLCを利用して実現することである。現在、課題となる木炭EDLCのエネルギー密度化と数kWh級蓄電装置の制御回路の開発を進めている。

また、島根県内の中山間地域では、少子高齢化が進んでいる。地域を維持するためには、農業や林業と兼業できる仕事が求められている。木炭EDLCは、水系の電解液（KOHもしくはNaOH水溶液）を使用していること、木炭（竹炭）を利用していることなどから、木炭や竹炭が生産可能な中山間地域でも生産が可能である。農産物とともに木炭EDLCとそれを利用した商品の中山間地域での生産が地域貢献としての目標である。

はじめに

無線接続された IoT (Internet of Things; 「もの」のインターネット) デバイスを活用することで、今まで測定が難しかった様々な場所での環境データを簡便かつ一元的に測定・収集することが可能となる。本研究では、小型マイコンを利用した IoT デバイスを大量に活用することで、教室環境データをリアルタイムに把握することを可能とし、高専の授業改善や省エネ活動に貢献することを目指す。さらに、本環境モニタリング自体を IoT の実践的教育研究活動と位置付け、IoT 技術を習得した学生の育成を目指す。

研究内容

本研究では、小型マイコンを利用した IoT デバイスの開発、大量の IoT デバイスから得られる環境データの収集・解析・表示を行う Web システムの開発、および環境データの利活用を行う。

図 1 に校内に設置した IoT デバイスの外観を示す。IoT デバイスは教室や廊下などの約 50 箇所を設置されている。ボックスの中に収められた raspberry pi に温度・湿度・気圧・放射温度・照度の各種センサーが接続されている。Web 上で公開している環境データの例を図 2, 3 に示す。表示される環境データはリアルタイムに更新されるようになっており、Web を通じて今まで「体感」のみで語られてきた校内環境を数字やグラフで表現することを可能とした。さらに、学科の垣根を超えたデータ利用の輪を広げることができた。得られたデータは、環境・建設学科の演習や研究のためのデータ、また高専内の空調管理のための基礎データとして活用され始めている。

本研究を情報工学科における IoT 教育の一環として位置付けるため、IoT デバイスの構築・運用に関する演習 (IoT 演習) を新たに設計・実施した。演習では各学生に IoT デバイスの構築、無線ネットワーク経由でのデバイス制御や環境データの収集、さらには基礎的なデータ解析のプログラミングを課した。マイコンとして Linux の動く raspberry pi を用いることで、これまでの授業・演習の延長線上に本演習を位置付けることが可能となった。演習で構築した IoT デバイスが実際に校内に設置されている (図 1)。なお、大量の IoT デバイスの一体的な運用やビックデータとしての環境データの解析は卒業研究のターゲットであり、図 2, 3 で示した Web はその成果の一部である。

おわりに

本モニタリングシステムは平成 28 年度末から本格的に稼働し、得られた環境データは校内環境の向上や実践的な演習・研究に活用され始めている。前述の IoT 演習を毎年行うことで、校内の IoT デバイスの更新も果たされる。今後は、環境データの利用者や利活用例の拡大、IoT デバイスの長期運用のノウハウの蓄積、を進める予定である。

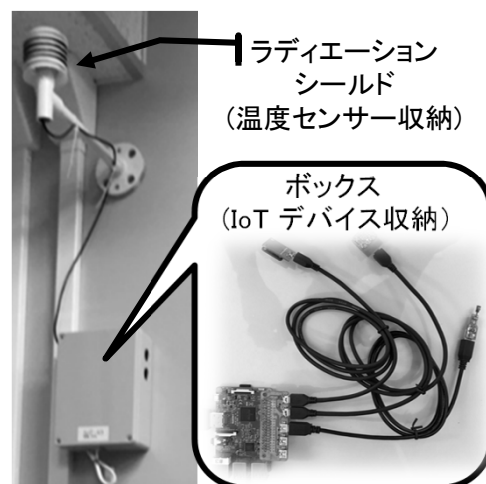


図 1. IoT デバイスの教室への設置例.

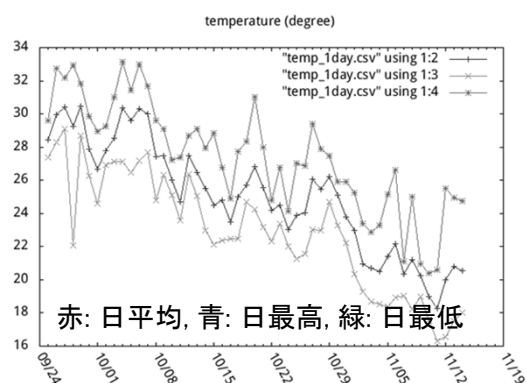


図 2. 教室内の気温の時間変化の表示例.

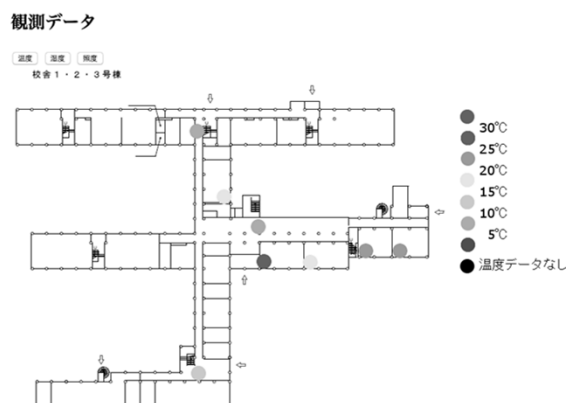


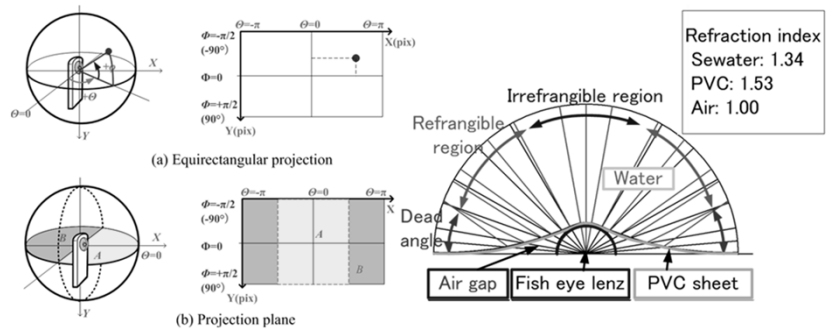
図 3. 校内の気温の表示例. 気温を色と数値で示す.

360° カメラを搭載したラジコンボートによる簡易水中モニタリング

津山工業高等専門学校 総合理工学科 准教授 細谷和範

はじめに

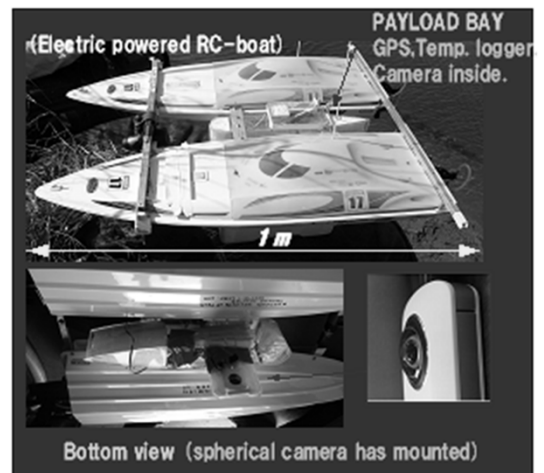
近年、情報技術の発展により、水域や陸域で取得された膨大なデータが環境保全活動に利用されている。当研究室では沿岸域に生息する底生生物や植物の繁茂状況を観察するために安価で操作が容易な水中モニタリング装置を試作した。



研究内容

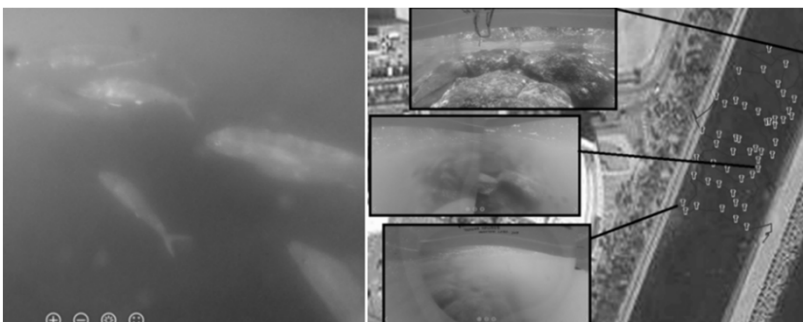
右図の装置は市販のRCボートを双胴船状に接続し、船体中央のペイロードベイに水温ロガーやGPS、360° カメラなどを搭載しており、水中の様子を遠隔モニタリングできる。360° カメラは魚眼レンズを左右に持つ市販品を利用し、防水と流体抵抗の軽減のために翼状の防水ケースに収められている。このことにより水と防水ケースとの間の屈折率の違いから像に歪みが生じたため、取得画像に樽型補正に基づく簡易補正を施すことで歪みを低減させた。

実証試験としてこれまでに大型水槽内での試験(渋川水族館、かごしま水族館, 2014)や鹿児島大学の研究グループの空撮ドローンやADCPによる沿岸調査に同行して実証試験(福島県松川浦(2013), 鹿児島湾沿岸域(2014))を行い、運用性の評価を行った。2015年以降は画像解析による空間情報の取得を試みている。



おわりに

大型水槽や現場海域での実証試験を経て、この簡易モニタリング装置の適用性を把握することができた。現在、濁りのある水中での立体地形データを取得するためにSfM (Structure from Motion)技術をベースにした画像解析について研究を進めており、環境保全分野や水産分野での活用を目指している。



はじめに

本校は広島県三原市との協働研究として実施している「せとうち海上環境&体験航海セミナーみはら」を通じ、地球規模の環境問題や身近な都市・生活型公害などの環境問題の解決に向けた循環型社会の実現を目指し、幅広く環境教育・環境学習の普及・充実を図っている。

本セミナーは海洋環境の観測と海の生態系の観察を目的としたパートと海洋エネルギーの重要性の理解を目的としたパートの二本立てで行っているが、今回は後者の海洋エネルギー教育を紹介する。

研究内容

本セミナーは、平成28年11月5日、三原市の小学校高学年を対象に、広島商船高等専門学校所属広島丸にて実施した。セミナーはカード型学習による<レクチャーパート>と洋上での実験による<実験パート>、また後述する分団実習中での環境学習としての<総まとめパート>の3つに分け、すべてのパートの学習により、海洋エネルギーの重要性について理解してもらう形式で行った。

レクチャーパートは、海洋からのエネルギーを電気に変える、「洋上風力発電」「潮力発電」「波力発電」「海洋温度差発電」について原理と基本的な仕組み及び各発電方式の長所短所について学生スタッフが受講者に説明した。このレクチャーでは実際の発電、配電施設の写真をカードにして配電・発電施設等を選び組み合わせ、三原市まで電気を届けるためにはどんな施設が必要かどうかについてゲームを通し考えてもらった。



実験パートでは市販の燃料電池模型を使用し、その基本的な原理と長所短所の説明を行った。また、海洋エネルギー発電の例として、スパー式洋上風力発電の仕組みについて、実際に模型を用意し、荒天中においても安定して発電できる仕組みについて理解してもらった。

最後のまとめパートでは、実験やカード学習で学習したことに対して、実際どのような背景や原理があるのか、スライドショーを使用してより詳しい説明を試みた。理論的な部分は小学生でも理解できるようにアニメーション等をつけて説明を行った。

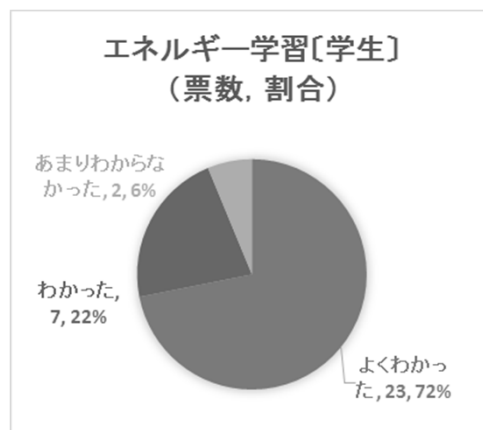


おわりに

海洋環境学習を実施しているなかで、今年度は海洋エネルギー学習を行った。セミナー後に受講生に対して行ったアンケート結果やセミナー中の受講者の反応から、多くのことを理解してもらえたようであった。しかしながら、難しい内容であっても小学校高学年でも理解しやすい言葉や図で表現するところまで煮詰められなかったのが心残りであった。

数を重ねての経験則的な評価や、小学校の理科教育経験者によるセカンドオピニオンによる他者評価が重要であることが痛感させられた。

今後は、セミナーを受けた生徒たちが「海洋エネルギー」について、様々な人々へ発信できるようになれる内容に昇華していきたいと考える。



竹の有効利用を目指した粉末化・繊維化装置の開発

阿南工業高等専門学校 創造技術工学科 教授 西岡 守
特命教授 鶴羽正幸

はじめに

過伐採による森林資源の枯渇は深刻な問題であり、現状で未利用な森林資源(木質材料)の有効的な使用が望まれる。製材所や木工製品所から出されるおがくず、研磨屑のような廃棄木質材料の有効利用とともに、未利用木質材料としての竹材の有効利用についても急務である。竹は、短い期間で成長するあるいは材料として特異な機能を有しているにもかかわらず、利用方法が確立されていないと言える。また、同時にタケノコ産業の衰退とも関連して竹林の荒廃が全国の問題になっている。この竹材の有効利用が可能になれば、森林資源の枯渇及び竹林荒廃を少しならずとも抑制することが期待できる。竹材の重要な有効利用方法の1つとして、粉末化・繊維化した竹を固化することが考えられる。しかしながら、現状では粉末化・繊維化など原料化のコストが高いために実現できていない。本研究では従来にない竹専用の微粉末化装置及び繊維化装置の開発を行った。

研究開発内容

市販装置の弱点を克服した、短時間の粉末化、繊維化が可能であり、かつ操作性、低騒音性に優れた竹の原材料化装置を開発した。

①粉末化装置について

竹を一工程自動で竹粉にする装置。独自の切削機構の採用で、自動で能率良く竹粉が作製でき、出来上がった微細な竹粉は均一で幅広い用途に利用できる。対象となる竹材料は外径φ70-150mm、長さ2-4m、装置の供給ストック数はφ100mmで6本、処理能力は約100kg/時間である。また、別途微粉末化装置を用いると1mm前後の竹粉から200μm以下の竹の微粉末を作製できる。この装置は、自動で竹の微粉末が能率良く作製でき、従来工法に比べて高い付加価値をもった独自の粉碎機構と、分級機構の組合せによる新しい微粉末化作製システムになっている。

②繊維化装置について

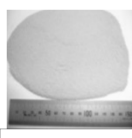
自動で竹繊維が能率良く作製でき、従来工法に比べて高品質の繊維、独自の竹送り機構と、特殊回転刃物による竹繊維自動加工システムである。対象となる竹材はφ70-150mm、長さ2-4m、装置の供給ストック数はφ120mmで7本、処理能力は約40kg/時間である。



微粉末化装置



微粉末化装置加工部



竹微粉末



繊維化装置



繊維化装置加工部



竹繊維

おわりに

阿南工業高等専門学校に位置する徳島県のタケノコ生産量は全国で5位(平成21年度林野庁)におよび、その中で阿南市の占める竹林面積は広く、全国でも有数の竹林所有地区になっている。阿南市における竹林は、かつてタケノコ生産を目的として大きな生産量とそれに伴う竹林の計画的な整備が行われていた。しかし、安価な輸入タケノコの出現によってタケノコ生産の取りやめ、竹林の繁殖といった悪循環が生じていることは周知のことである。いわゆる「竹林化」現象が起り、特に阿南市では朽ちた竹、笹のために、以前は土中に浸透していた雨水が表層を流れ、少しの降雨による水位上昇の危険にさらされている現状がある。

今回開発した原料化装置(微粉末・繊維製造)が市場に上がり全国的に安価で竹粉末、竹繊維が得られれば、例えば、ボード化による建築内装材の製造、ガラス繊維に代わるエコ繊維材料の製造等竹を原料とした各種製品の製造が可能になる。また、竹の持つ抗菌作用、防腐効果、吸着・吸湿効果等を活かした人に優しい材料の提供が期待できる。

はじめに

食品等における食中毒菌の防除、家屋等建造物内や博物館などにおける壁や家具そして展示品等に繁殖するカビの防除、農園や公園などにおける害虫・鳥獣類の駆除は社会的に大きな問題となっている。このような微生物、カビ、害虫、鳥獣類を防除するために、①化学的防除、②物理的防除、③生物的防除の対策が取られているが、これら方法は一時的な効果は期待できるが、長期におよぶ効果の維持や安全・環境に十分配慮したものではなく、環境にやさしく長期間薬効が維持できる徐放剤の開発が必要となる。これら問題を解決するために作製した徐放剤は、毒性のない超臨界二酸化炭素 (supercritical carbon dioxide: scCO₂) を用いることにより、樹脂に目的とする化合物を確実に含浸させることができる超臨界含浸法を利用するとともに、樹脂に生分解性ポリマーを使用した環境適応型の徐放性材料であ

【徐放剤の現状と問題点】

1. 超音波分散法
酵素や薬剤など水溶性化合物を包摂主にDDSとして利用 (医療分野)
水溶性化合物に限定
2. 混練法
高分子材料に疎水性化合物を混練
低沸点化合物には不適
3. 含浸法
多孔質樹脂などに疎水性化合物を含浸
徐放性は速く、不均一
4. 包括材料について
環境にやさしい材料を使用していない

【新規徐放剤の作製について】

- (a) 揮発性物質の取込方法の検討
取込化合物と高分子材料に損傷を与えないで、両物質に対して親和性が高い媒体
⇒ 超臨界流体 (scCO₂)
(揮発性物質の取込が可能)
気体の性質と液体の性質を併せ持つ
- (b) 高分子材料の選定
水分などの外的環境因子によって分解されやすく、環境にやさしい材料
⇒ 生分解性ポリマー (BP)
(徐放性の調整が可能)

研究内容

新規徐放剤を作製するにあたり、(a)有機溶媒を用いない低沸点化合物の高分子材料への取込方法と(b)多孔質樹脂に代わる高性能の徐放能を有する高分子材料を検討した。(a)取込方法については、混練法で問題となっていた加工処理中における低沸点化合物の揮散や高分子材料の熱による物性の低下を抑える方法でなければならず、この問題を解決できる方法として超臨界流体処理法を適用することにした。一方、(b)高分子材料の選定については、環境に対して低負荷であることや水分(湿気)などの外的環境因子によって自然に分解されることが重要となるため、これら条件にあう材料として生分解性ポリマーを選択した。図1に本徐放剤の含浸と徐放の仕組みを示す。超臨界流体として、基盤材となる生分解性ポリマーの熱的特性に適しているCO₂を用いた。また、CO₂は毒性がなく、反応性は低く、低価格で純度が高いといった特徴も有している。

生分解性ポリマーの中で、ポリ乳酸はバイオマスポリマーとしていろいろな分野で期待されている。しかしながら、ポリ乳酸は硬くて脆い性質であるため、物性の改質のためにε-カプロラクトン (CL) のようなラクトンなどの共重合体を合成し、含浸実験を行ったところ、含浸量の増加や分解速度の向上にともなう薬剤放出量の増加を達成することができた。このように基盤材を調整することによって含浸化合物の放出量を調整できることが明らかとなった。

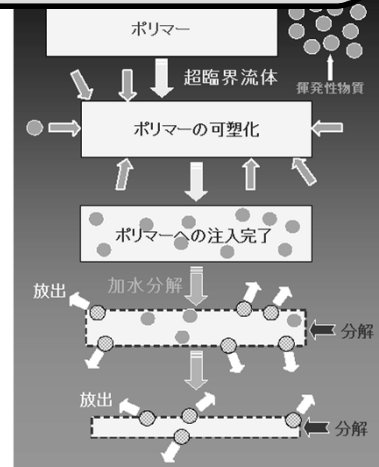


図1.揮発性物質の含浸と徐放

おわりに

本徐放剤は有効期間が長く、徐放速度の調整ができるため、幅広い分野で活用が可能である。そのため忌避剤、抗菌剤、芳香剤など広範な徐放剤の実用化と食品産業はじめ多様な分野への応用・活用が期待される。

<農林水産分野>

- ・農業用シート
- ・ハウスなどの農場における害虫防除
- ・樹木保護ネット

<食品分野>

- ・食品工場等における食中毒対策
- ・飲食店における活用

北九州工業高等専門学校 生産デザイン工学科
 教授 松嶋 茂憲
 准教授 小畑 賢次

はじめに

二酸化炭素(CO₂)は、温室効果ガスの1つに挙げられており、その濃度の監視制御システムの開発が望まれている。これまで、安価で小型な濃度計測器として、固体電解質や酸化物半導体を用いたCO₂センサが提案されている。なかでも、半導体ガスセンサは、CO₂濃度を直接電気信号として取り出すことができるため、デバイス構造が単純になるという特徴がある。しかしながら、このセンサでは酸化物表面へのCO₂吸着を利用しているため、ガス感度が低いという問題点がある。この課題を解決するためには、高比表面積の酸化物半導体を合成するだけでなく、CO₂と強く相互作用する(塩基性酸化物のような)材料選択が重要である。最近、CaFe₂O₄に異種元素としてZrを添加すると、表面に3次元ネットワーク構造を有するCaFe₂O₄粉体が得られることを報告している(Fig. 1)。本研究では、このメソ細孔を持つCaFe₂O₄のCO₂検知特性を調べ、表面機能デバイスとしての性能を評価した。

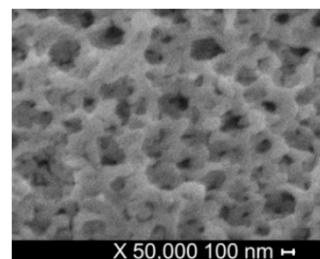


Fig. 1 Zrを添加したCaFe₂O₄

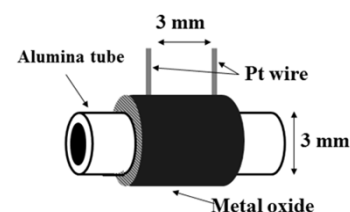


Fig. 2 センサ素子図

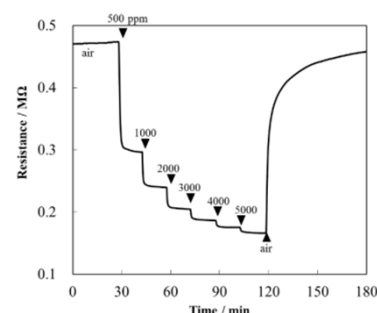


Fig. 3 CO₂ 応答曲線

研究内容

Fig. 2 に示すようなセンサ素子を作製し、CO₂検知特性を調べた。センサのガス感度は、空気中(R_{air})及び被検ガス中(R_{gas})でのセンサ素子抵抗の比として定義した(S = R_{air}/R_{gas})。その結果、Zrを添加したセンサのガス感度は、300~350 °Cで最大となり、未添加のセンサと比較して、2.9 倍であった。Zrを添加したCaFe₂O₄センサの90%応答時間は、300 °Cよりも350 °Cの方が迅速であった。また、Zrを添加したCaFe₂O₄センサは、CO₂濃度変化に対して可逆応答性を示した(Fig. 3)。赤外分光法(IR)により、CO₂の表面吸着状態を解析したところ、Zrを添加したCaFe₂O₄は、負電荷吸着した酸素種が関与している可能性が考えられた。

おわりに

本研究では、資源量が豊富でエコ・フレンドリーな元素群で構成され、グリーンマテリアルの有力候補であるアルカリ土類フェライトの高機能化を達成し、環境保全に貢献する環境関連デバイス(ガスセンサ)の開発に成功した。一般に、無機材料におけるサイズ制御や多孔質構造の構築では、高分子テンプレートのような消耗剤を用いるが、本技術は、そのような無駄を省きコストパフォーマンスに優れた技術であり、グリーンケミストリーの観点からも優れた研究成果であると云える。

今後は、本デバイスの実用化を視野に入れて、企業との共同研究を検討している。

研究業績

<学術論文>

- (1) K. Obata, K. Mizuta, Y. Obukuro, G. Sakai, H. Hagiwara, T. Ishihara, S. Matsushima, CO₂ sensing properties of Zr-added porous CaFe₂O₄ Powder, *Sensor. Mater.*, 28, 1157-1164 (2016).

<学会発表>

- (1)水田圭祐, 小畑賢次, 小袋由貴, 酒井剛, 萩原英久, 石原達己, 松嶋茂憲,メソ細孔を持つZr-added CaFe₂O₄によるCO₂ガス検知,第6回 CSJ化学フェスタ2016 (タワーホール船堀(東京都江戸川区))(2016).
- (2)小畑賢次, 水田圭祐, 松嶋茂憲,アルカリ土類フェライトのCO₂ガス検知特性における異種元素の添加効果,第61回化学センサ研究発表会(首都大学東京(神奈川県八王子市))(2016).

謝辞

本研究の一部は、マツダ研究助成14KK-144及びJSPS科研費JP16K06782の助成を受けて実施した。

北九州工業高等専門学校 生産デザイン工学科
 教授 松嶋 茂憲
 准教授 小畑 賢次

はじめに

最近、可視光照射下において有機物を分解する光触媒としてバナジウム酸ビスマス(BiVO₄)が注目されている。BiVO₄は、正方晶系または単斜晶系の結晶構造を持ち、単斜晶系(*m*-BiVO₄)の方が高い光触媒活性を示すことが知られている(Fig. 1)。また、BiVO₄の活性は、異種元素を添加することで一層改善されることが報告されている。しかしながら、光触媒の反応機構には固体電子構造が深く関与するので、その明確化がまず不可欠である。

本研究では、*m*-BiVO₄における異種元素の添加効果を明らかにするために、BiVO₄について第一原理エネルギーバンド計算を実施し、理論的な電子状態に関する知見を得た。

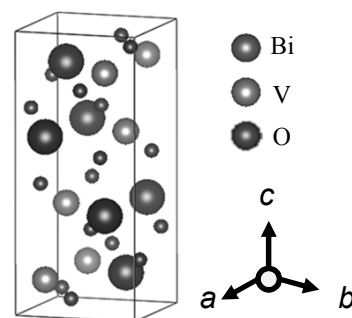


Fig. 1 *m*-BiVO₄の結晶構造

研究内容

構造最適化した*m*-BiVO₄単位胞を用いた。構造最適化計算及びバンド計算では、Vanderbilt-typeのultra-soft 擬ポテンシャルを使用した²⁾。交換相関相互作用は一般化勾配近似(GGA)レベルとし、第一原理計算ではQuantum Espressoコードを使用した。

Fig. 1 に示す結晶モデルに対して、第一原理計算を実施した。Fig. 2 に純粋な*m*-BiVO₄, Fig. 3 に*m*-BiVO₄に添加した異種元素(Y及びLa)に関する状態密度図を示す。Fig. 3 に示すように、電子構造計算から、YはY 4d状態が伝導帯上部において大きく寄与していることが明らかになった。一方、LaはLa 4f状態が伝導帯において局在化していた。

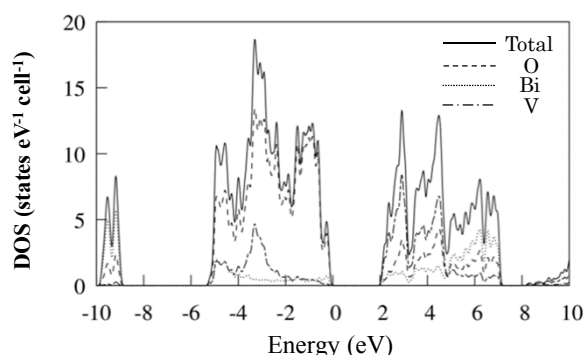


Fig. 2 *m*-BiVO₄の状態密度図

おわりに

第一原理計算の結果、BiVO₄の価電子帯や伝導帯に異種元素に由来する電子状態が確認された。現在、可視光応答性光触媒としてBi系複合酸化物に注目し、(1) 低温合成・焼成時間の削減による比表面積の向上、(2) 不純物ドーピング効果の明確化、(3) 理論計算の実施による光学的性質の解析、(4) 材料複合化による光酸化分解能の向上について研究を進めている。

今後は、異種元素の探索と添加効果の明確化、理論計算による電子構造や光学的性質の評価を行う予定である。

研究業績

<学術論文>

- (1) 高比表面積を持つビスマス系及びフェライト系複合酸化物の調製, 松嶋茂憲, 小畑賢次, *Bulletin of the Ceramic Society of Japan*, **51**, 305-309 (2016).

謝辞

本研究の一部は、JSPS科研費JP15K05658の助成を受けて実施した。

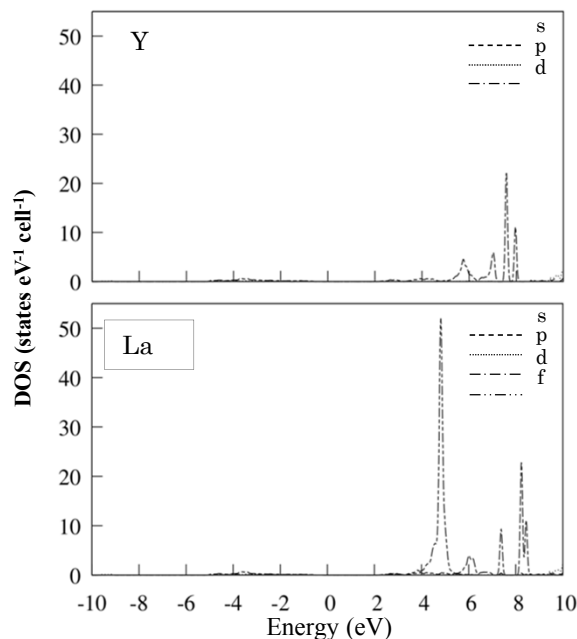


Fig. 3 元素添加した*m*-BiVO₄の状態密度図

CO₂を原料とする多官能五員環カーボネート系オリゴマーおよび新規ネットワークポリマーの創製

佐世保工業高等専門学校 物質工学科 教授 古川信之
 技術職員 里見暢子
 長崎県工業技術センター 工業材料科 主任研究員 市瀬英明

はじめに

本研究の材料は、“二酸化炭素 (CO₂) を炭素源とする新規なネットワークポリマー”として位置付けられ、今後、更に系統的技術開発が進められ、その全体像が明らかになれば、以下の観点から、その社会的波及効果は極めて大きいものと考えられる。

- ①炭酸ガスを炭素源とする環境対応型ネットワークポリマーであり、実用化が図れば、地球温暖化ガスのCO₂を炭素原料とする、新しい材料技術となる。これは、新しい C1化学として位置付けることができる。
- ②脂肪族ジアミン類との重付加反応により形成されるヒドロキシ基含有ウレタン系ネットワークポリマーは、新規な熱硬化性である。

今後の研究開発で、硬化システムの創出を進展させ、組成（五員環カーボネート化合物、硬化剤（ジアミン類））と耐熱性の関係等の全体像を明らかにする予定である。

研究内容

脂肪族ジアミン類と多官能五員環カーボネートの反応により、フィルム形成能を有するネットワークポリマーとなることを明らかにした（図1、図2、表1）。また、この材料は、T_g~130°Cとなり、熱硬化システムの構築により、さらに高いT_gを有する材料開発も可能であることも示唆している。これらは、分子構造中にヒドロキシル基を有するため、防湿性等においても特性向上の可能性があり。本課題の研究開発において、以下の①~③の課題の検討により、更なるT_g向上の可能性が明らかとなり、この新規ネットワークポリマー系の分子設計指針を示すことが出来ると考えられる。今後、①脂環系ジアミン類による硬化反応および樹脂物性の把握、②ポリアミン類による硬化反応および樹脂物性の把握、耐熱構造を有するジアミン類等による新規ネットワークポリマー開発の新展開が可能である。

また、③ベンゾオキサジン系およびポリアイミド系材料等とのアロイ化により、新規な高機能複合材料の創出につながると考えられる。

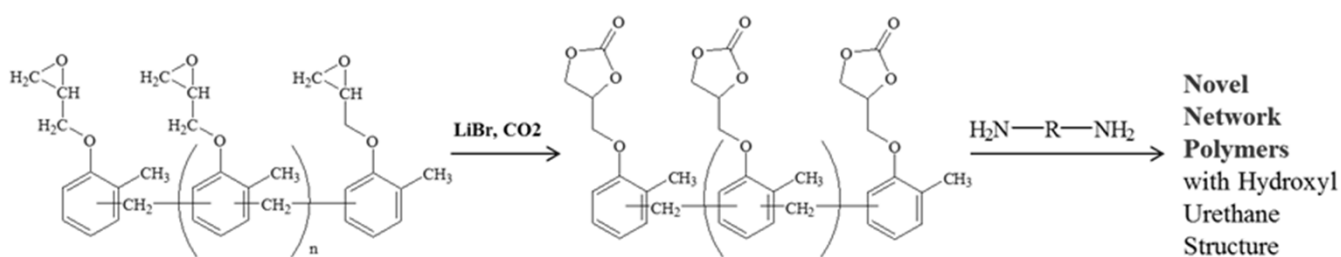


図1. 本課題における多官能五員環カーボネートおよび新規ネットワークポリマー合成方法

表1. 脂肪族ジアミン系硬化剤とネットワークポリマーのフィルム性状

五員環カーボネート原料の種類	ジアミン原料の種類	フィルムの状態
エポキシ当量 224.7[g/eq]から得られたカーボネート	エチレンジアミン	Flexible
	1,3-プロパンジアミン	Flexible
	1,4-ブタンジアミン	Flexible
	1,6-ヘキサレンジアミン	Flexible

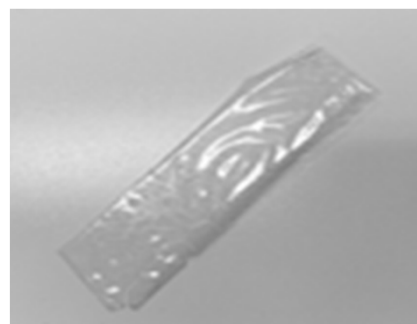


図2. ネットワークポリマーから得られるフィルム

多官能カーボネートと直鎖の脂肪族ジアミン類からのポリヒドロキシウレタン系ネットワークポリマーは、フィルム形成能を有し（図2）、そのガラス転移温度は、110~130℃となり、実用性を有する材料となることが明らかとなった（図3）。熱硬化システムの構築により、ガラス転移温度は、更に向上できることが示唆された。また、様々な実用特性を明らかにし、新しいネットワークポリマーの実用的開発も推進する必要がある。この材料は、開発の途に就いた段階であり、

- ①CO₂を炭素源とする新たなC1化学の創出
 - ②新規ネットワークポリマーシステムの創製
- として位置づけられ、今後の継続的技術開発も必要である。

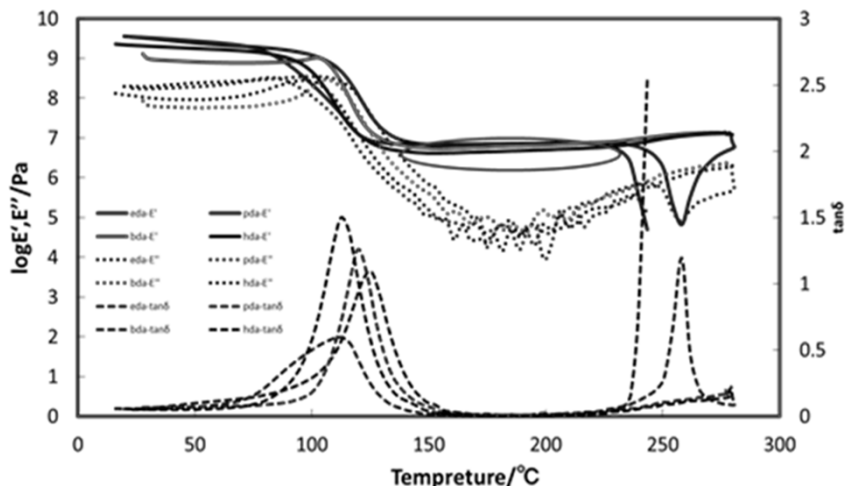


図3. 多官能五員環カーボネートと脂肪族ジアミン類を用いたポリヒドロキシウレタン系ネットワークポリマーの動的粘弾性特性測定結果

おわりに

本研究により、耐熱特性や機械的特性、防湿性等を解明することが出来れば、その学術的価値は非常に大きい。また、既に、T_gが100℃を超える材料が存在することが明らかとなっており、耐熱性の観点からは、実用材料としての可能性も示されている。また、ネットワーク中にヒドロキシル基とウレタン基を有する“特異なネットワークポリマー”であり、その他の特性においても、大きな興味もたれる材料である。

一方、電子回路基板や半導体組み立て工程の保護材料、さらに、各種成形材料、構造材料、航空・宇宙材料等、様々な用途で、エポキシ樹脂、ベンゾオキサジン樹脂、ポリイミド樹脂類が用いられ、繊維強化プラスチック用材料や各種成形用材料として有用であることが知られている。本提案による複合材料研究は、耐熱性、難燃性、防湿性に優れた新規な高性能ポリマーアロイを提供する新技術となることが期待できる。これらの複合材料は、混合比により耐熱性、透湿性を制御できる可能性があり、また、ポリ（ヒドロキシウレタン）との相溶性が変化し、相構造の制御により、各種性能大幅に向上させた材料となる可能性も有している。これらは、可とう性、加工性を有する新規複合材料となり、電子部材用、成形材料用などの「新しい材料技術の社会への提供」に繋がるものと考えられる（図4）。

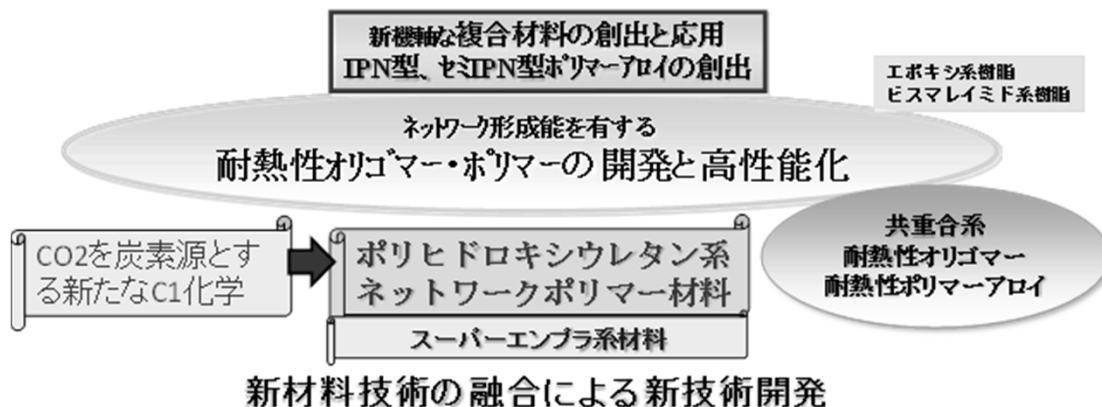


図4. 新規ネットワークポリマーを用いた複合材料（ポリマーアロイ）開発による先端材料の創出

海洋環境保全に向けた海中無線通信エリア構築に関する研究開発

沖縄工業高等専門学校 メディア情報工学科 講師 鈴木大作
助教 金城篤史
機械システム工学科 准教授 武村史朗
琉球大学 工学部 工学科 教授 和田知久

はじめに

周囲を海に囲まれた日本の発展にとって、海洋開発が果たす役割はますます大きくなってきている。海洋開発においては、海洋環境保全に向けた海洋環境のモニタリング、海洋生物の活動調査等が必要であり、現在、潜水士による調査活動や、AUV/ROV等の水中ロボット等による調査が行われている。これらの水中で使用される機器と海上との間は通信ケーブルを介して通信を行うことが多く、これら機器の設置場所や、水中ロボットの場合はその行動範囲、機器のメンテナンス等において制約が大きい。

一方、沖縄県では、「海洋産業において海洋ロボットも有望分野」と考え、2015年より海洋ロボットコンペティションin沖縄を開催し、海洋ロボット分野の産業・教育振興に努めている。また、海洋開発だけでなく、レジャーダイビング産業の分野においても、観光産業振興に重要な役割を果たすマリンスポーツ全般の普及のためには、安全にレジャーを楽しめる環境の実現が欠かせないと考えられる。

研究内容

本研究では、沖縄高専内の関連する各研究室並びに琉球大学工学部工学科と共同で、海洋環境保全に向けた重要技術となる水中音響通信技術の研究開発の取り組みを行ってきた。本研究では、平成25～26年度に総務省戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)採択課題として取り組んだ研究開発にて、実用性が定量的に確認されたOFDM変調方式による水中音響通信広帯域伝送方式や企業との共同研究成果を基に、平成28年度より同事業の新たな採択課題として、海上の探査船(基地局)とAUV/ROV等の水中ロボット等(端末)や、海上のボート(基地局)と潜水士などの海中ユーザ(端末)間で、ダウンリンク(DL)とアップリンク(UL)の双方向通信および、複数ユーザをサポートする海中無線通信エリアの構築に関する研究開発を行っている。

おわりに

本研究開発では、OFDM変調方式を用いた音響通信システムを開発し、沖縄県内漁港でのフィールド実験により水平方向における同期とデータ送受信に成功した。更に、関連企業所有の施設を利用したフィールド実験を行い、基地局と端末間を垂直方向に配置した環境において、端末が上下移動しながら基地局との間で同期とデータ送受信を行うことに成功した。

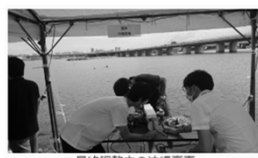
また、これらの研究開発に加え、図1に示したような沖縄高専フォーラム・情報交換会などのイベントを通じた研究開発の内容や成果に関する講演などを実施し、地域の産学官連携を推進する活動等を行っている。また、図2に示すようなイベントへの学生の参加などを通じ、海洋ロボット分野の産業・教育振興を目的とした活動を地域の産学官連携のもと積極的に実施している。



県産学連携協力会長からの挨拶



講演の様子



最終調整中の沖縄高専
海洋ロボット



操作する学生に指示を送る
沖縄高専の学生



情報交換会で挨拶する安藤校長



学生による研究成果ポスター展示



スタート直前の沖縄高専
海洋ロボット



審査員特別賞授賞式の様子

図1 第12回沖縄高専フォーラム・情報交換会の様子
(本校HPより)

図2 第2回沖縄海洋ロボットコンペティションの様子
(本校HPより)

◆ 国立高専における環境に配慮した取組事例

NIT, GIFU COLLEGE CAMPUS MASTER PLAN 2017

岐阜高専キャンパスマスタープラン 2017

- 「20年後のキャンパス」を目指して！
- 世界がもっと身近に…

キャンパスマスタープラン(Campus Master Plan)は、岐阜高専がその経営理念に基づき合意形成した、キャンパス空間の計画目標であり、継続的に実施されるキャンパス整備等と運営の拠りどころとなる指針です。

岐阜高専では、2013年5月に「キャンパスマスタープラン 2013」を策定しました。

岐阜高専のキャンパスマスタープランは、岐阜高専の教育の目的・目標のため、また、第三期中期目標・中期計画及び国立高専機構施設整備5か年計画に対応した計画が必要となりました。

新たなキャンパスマスタープランを策定するために、2016年8月に「キャンパスマスタープラン 2013」の点検・見直しを策定し、点検・見直しによる改善事項を踏まえた、「岐阜高専キャンパスマスタープラン 2017」を策定しました。



- キャンパスマスタープラン 2017(表紙)
- 20年後の岐阜高専キャンパス



- 現状の岐阜高専キャンパス(H28.08撮影)

■ 岐阜高専の環境に配慮した取組等（CMP2017より抜粋）

□ 緑地(保全)整備計画

- ・第4次5か年計画(施設整備費補助事業、多様な財源を活用した施設整備等)による新築・改築・大規模改修に伴い整備される屋外パブリックスペースへの積極的な緑化や、予算に応じて屋上緑化を視野に入れ、樹木維持管理等を考慮した緑地整備を計画的に行う。
- ・糸貫川(下流)でもホタルが観賞でき、構内ではタヌキ等の哺乳類、ツグミ、カワラヒワ、ヒヨドリ等の20種の野鳥等、多様な生物が確認されている。緑地整備や日常の樹木維持管理等においては、自然環境への影響を抑制すると共に、生物による学生の安全管理等に配慮する。
- ・総務課により実施している学内環境の維持(日常の樹木維持管理等)は、計画的に実施し、キャンパス内の統一感のある景観を創出する。
- ・教職員、学生等がキャンパスに愛着を持ち、自らが緑地等の維持管理に携わる取組(環境の日)を引き続き実施し、環境保全に努める。



撮影できた野鳥(ツグミ)



庭園のしだれ桜



けやきロードの櫟等

□ キャンパスの美観：美しく統一感のあるキャンパス形成に向けて

- ・第4次5か年計画(施設整備費補助事業、多様な財源を活用した施設整備等)による新築・改築・大規模改修、学内経費等による修繕・整備の実施により、外壁、屋上防水、外構等の美しく統一感のある景観やパブリックスペースの創出を目指す。
- ・外壁、屋上防水等建物外観の素材、色彩、形態等は、現況を考慮した上である範囲で統一し、新築・改築・大規模改修後のキャンパス全体を調和させて統一感を創出する。
- ・新築・改築等では、日射負荷低減を意識し、建物配置は南北に開口部が広がるように考慮し、ルーバー等を積極的に採用し、直射日光の進入をコントロールする外観とする。
- ・外構整備重点エリア、図書館等の開放性・公共性の高い施設や周りでは、積極的にパブリックスペースを整備する。1号館玄関ホールと1・2号館間の外構整備重点エリアは、パブリックスペースが内外空間で連続するように計画する。
- ・ベンチやテーブル等の備品や日除けテント等の配置、照明演出、植栽等が一体的空間となる整備を行う。
- ・歩道等は、インターロッキングブロックや遮熱カラー塗装による舗装等材料を積極的に使用する。

近年、高専でもリベラルアーツ教育が重要視されるようになり、様々な取り組みがなされています。

ご存知のように、リベラルアーツ教育とは、人文科学、社会科学、自然科学をバランスよく学び、幅広い教養を身につけることを意味します。

確かに、幅広い教養は、高度に複雑化した社会で、より良く生きるためには重要ですが、単なる知識だけでは十分とは言えません。先人の英知を座して学ぶとともに、一社会人として重要な素養である、シチズンシップ(市民性)を、実践を通して身に付けることも忘れてはなりません。



宇部工業高等専門学校正門

宇部工業高等専門学校では、平成27年度から、シチズンシップ教育の重要なポイントとして、学生による日々の清掃活動の実践を始めました。

授業期間中の毎日、14時20分から10分間、学生と教員が一緒になって、学校全域に設定した分担場所を清掃します。

中学校までは、ごく普通に行われているこの活動は、高専では必ずしも当たり前ではないのが実情です。

地球環境、地域環境など、環境を考える視点はいくつもありますが、学生と教職員の日々の生活の基盤である「学校」という環境を、清掃活動を通して整えることは、大きな意義を持ちます。

宇部高専では、学校に生活する者の、学校に生活する者による、学校に生活する者のための身近な環境活動を、校舎だけでなく、学生寮にも積極的に展開しました。

宇部高専学生寮(白鳥寮)は、山口県内出身を中心に、300名弱の日本人学生と留学生が起居し、「自律・友愛・協調」の精神に基づき、学生を主体とした様々な活動を行っています。

一般的な社会でも、宇部高専の校舎地区での清掃活動でも、ゴミの発生と処分は常に大きな問題になりますが、300名もの大人数が昼夜生活する学生寮におけるゴミ処理は、想像以上に大きなテーマです。

白鳥寮では、寮生活における清掃を、単なる生活ではなく、シチズンシップ教育の一環として捉えなおし、学生の自主的活動を涵養する目的で、平成27年度に寮内清掃の在り方とゴミ処理について再検討を行いました。



上:白鳥寮正門(白鳥寮は校舎地区と道路で隔てられ、独立しています。)

右上:白鳥寮文化講演会で笑う寮生(左)と毎週行われる寮内勉強会の風景(右)

右下:食堂で毎年開催される新入生歓迎会の風景



それまで、寮内には、燃えるゴミ、ビン、缶、ペットボトル用のゴミ箱しかなく、プラスチックゴミ、段ボールなど資源回収を意識したきめ細かい清掃・回収は行っていませんでした。

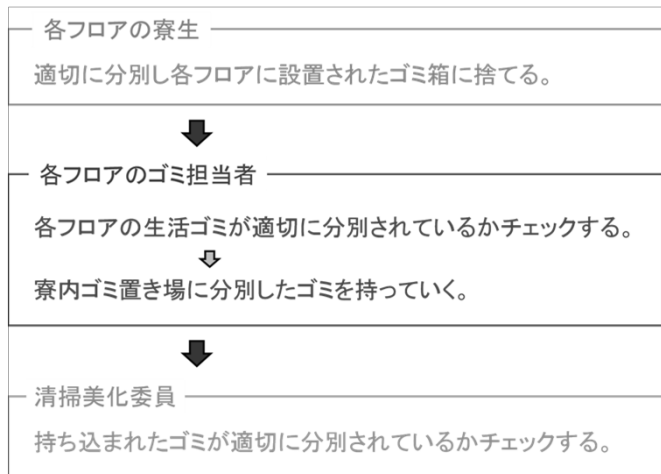
ゴミの最終的な分別は清掃業者をお願いし、寮のゴミを産業廃棄物としてトラック単価7,000円で契約し、年間約30万円をかけて廃棄していました。このようなゴミ処理のあり方は、教育としては不十分と言わざるを得ません。

寮は一般家庭と変わらない生活の場であり、白鳥寮生は、れっきとした宇部市民です。寮生会との協議を重ね、積極的な寮内清掃を開始、ゴミの分別を一般的な市民感覚以上の水準で行うことにしましたので、宇部市が行うゴミ回収の対象にしていただくよう市役所に打診しました。

その結果、寮生の活動に理解を示していただくことができ、白鳥寮のゴミステーションを用いた回収をご快諾いただき、平成28年1月から宇部市にゴミ回収を行っていただいています。

白鳥寮における生活ゴミ廃棄の流れは右図に示す通りです。清掃美化委員会を中心に寮生一眼となって生活ゴミの分別に取り組むシステムにすることで、全寮生が廃棄物を通した環境問題を意識できるようになっています。

寮生会清掃美化委員(計10名)の根気強い分別指導の甲斐もあり、現在では、ゴミ置き場に持ち込まれる時点ではほぼ適切に分別されている状況になっています。各フロアで対応しきれなかったゴミの分別やゴミ置き場の整理は、月一回程度清掃美化委員及び有志が行っています。寮内清掃とゴミの回収・分別は、自主活動として根付き、「自分達が出した生活ゴミは自分達で分別する」という意識が浸透しています。



この清掃活動を通して苦労して身に付けた、限りある資源の有効活用に最も重要であるゴミに関する感覚は、現代の重要なシチズンシップの一つであり、世界の将来を担う学生にとって、誇るべき素養の一つとなるでしょう。

宇部高専 白鳥寮生は、親元から離れた日々の生活の中で、ごく普通の市民としてのゴミの分別と収集を実践しています。

彼らが社会に巣立った後も、この経験を基に、より良い市民として行動してくれるものと考えています。



上: 白鳥寮のゴミ分別ボックス
 左上: ゴミステーションに集積されたゴミの様子
 下左: 細かい分別作業の様子
 下右: 白鳥寮ゴミステーション