



独立行政法人国立高等専門学校機構

環境報告書 2016

CONTENTS 目次

<u>はじめに</u>	．．．．．	1
<u>国立高等専門学校機構について</u>	．．．．．	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		
<u>高専機構における環境方針について</u>	．．．．．	5
・ 高専機構環境方針		
・ 環境目的・目標に対する平成27年度自己評価		
<u>環境負荷及び低減への取組</u>	．．．．．	6
・ 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		
<u>環境保全技術に関する教育・研究</u>	．．．．．	12
・ 環境保全技術に関する教育・研究の状況		
<u>マネジメントシステムの状況</u>	．．．．．	17
・ マネジメントシステム構築状況		
<u>法規制遵守状況</u>	．．．．．	18
・ 法規制の遵守状況		
<u>地域及び社会への貢献についての取組状況</u>	．．．．．	21
・ 社会的取組状況について		
<u>高専における環境に配慮した取組</u>	．．．．．	22
・ 高専における環境に配慮した取組について		
<u>第三者評価</u>	．．．．．	27
<u>総括</u>	．．．．．	28
<u>－資料－</u>	．．．．．	29
・ 本報告書の対象となる、組織・範囲・期間等		
・ 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		
・ 環境保全技術に関する教育・研究の事例		
・ 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（国立高専）は、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（人財）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高等教育機関であり、我が国のものづくりの基盤の確立に大きな役割を果たしてきました。そして、現在、新たな高専教育課程の展開や、社会実装など研究開発力を通じた地方創生の推進、理工系女性人材の育成、国際化の推進等の一連の高専改革を推進しています。これらの推進に当たっては、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・環境対策を図っていかねばならないと考えています。また、51校55キャンパスの国立高専が全国に所在するという強みを活かして、各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・研究の実践を進めていくことも社会に対する役割であると考えています。



本報告書は、平成27年度（2015年度）の高専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27年度の総エネルギー投入量については、平成23年度から5年連続で前年度の実績を下回る結果（低減）となっております。また、夜間電力の活用や普段の節水の取組を積極的に進めた結果、温室効果ガス排出量や水資源投入量についても前年度の実績を下回りました。

さらに、上述の地域社会との連携への積極的な参画の結果として、環境に関連する共同研究数は、わずかながらではありますが増加しております。今般の報告書では、これらの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。

このように、高専機構の環境保全に向けた取組について、一定の効果があげられたところですが、平成28年5月に閣議決定された我が国の地球温暖化対策を総合的かつ計画的に推進するための計画である「地球温暖化対策計画」では、温室効果ガス平成42年度（2030年度）に平成25年度（2013年度）比で26%削減するという中期目標について、各主体が取り組むべき対策や国の施策を明らかにし、削減目標達成への道筋を付けるとともに、長期的目標として平成62年（2050年）までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指すことが位置付けられました。これを受け、高専機構においては、今後、更なる取組を進めていくことが重要と考えております。本報告書を通じて、高専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28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「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目指し、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。

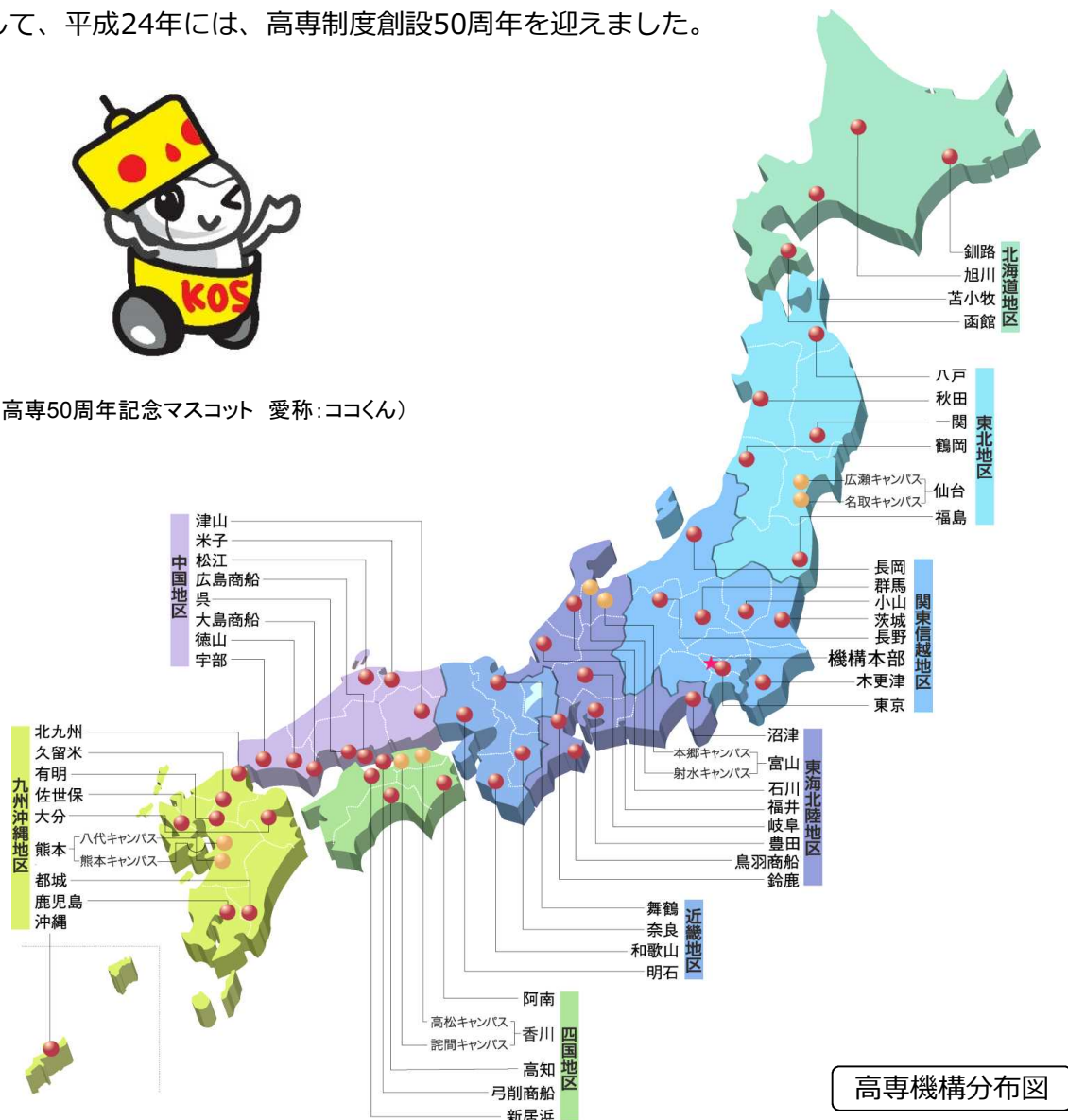
また、平成15年には、独立行政法人国立高等専門学校機構法（平成15年7月16日法律第113号。以下「機構法」という。）が成立し、翌平成16年に全国の国立高等専門学校を設置・運営する組織として、独立行政法人国立高等専門学校機構（以下「高専機構」という。）が発足しました。

さらに、平成21年10月には、高専のさらなる高度化に向けて4地区8高専を4高専に再編し、それぞれ新たな2キャンパスを有する高専としてスタートしています。

そして、平成24年には、高専制度創設50周年を迎えました。



（高専50周年記念マスコット 愛称:コクくん）



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）

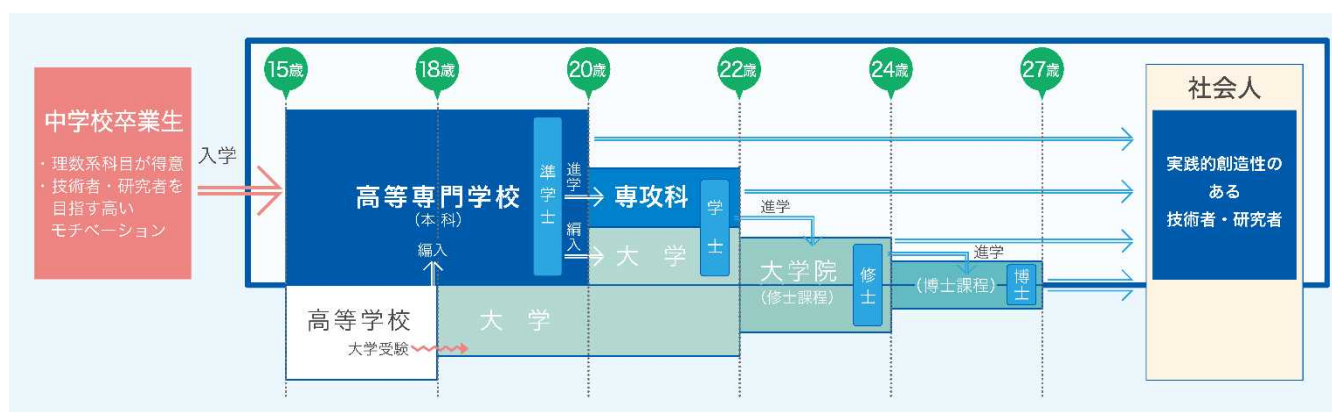
〈業務の範囲〉

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. 前各号の業務に附随する業務を行うこと。

（機構法第12条より抜粋）

◆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70%が就職
 - 約30%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

在学生数：平成28年4月1日現在
教職員数：平成28年5月1日現在

学校数	在学生数	教職員数
51校	51,566 (2,818) 人	6,254人

() は、専攻科の在学生数(内数)

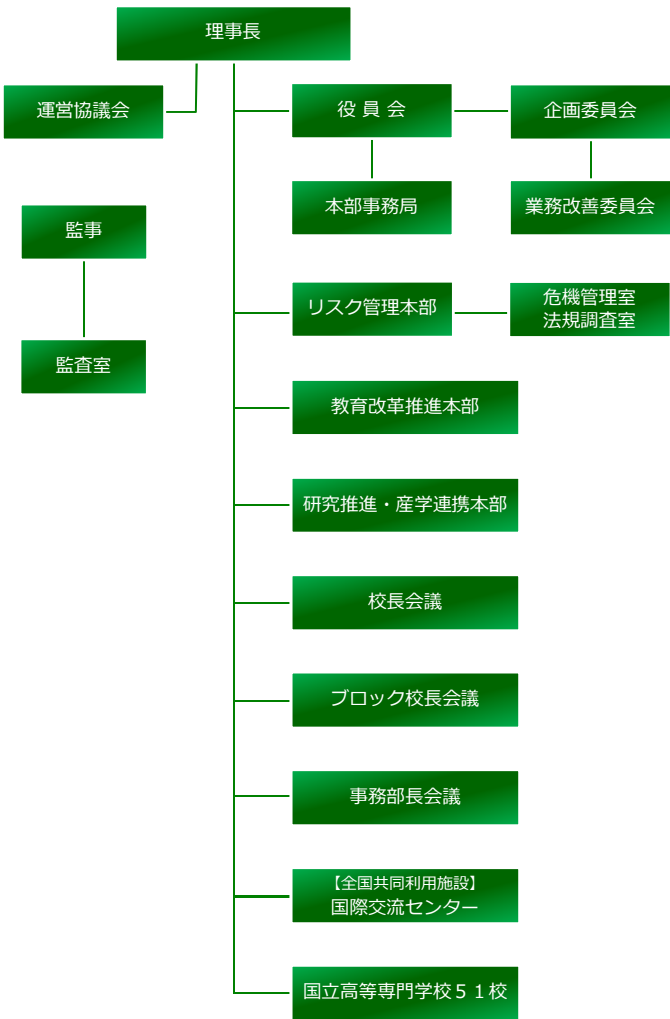
2. 在学生数の分野別内訳

平成28年4月1日現在

本科学士 計48,748人 (第1学年202学科、第2学年228学科、第3学年231学科、第4学年237学科、第5学年236学科)								専攻科生 (第1学年 106専攻、 第2学年 113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		
10,096人	13,141人	7,785人	5,825人	7,111人	1,233人	2,925人	632人	2,818人	51,566人

3. 高専機構の運営組織

平成28年4月1日現在



全高専（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。

◆環境目的・目標に対する平成27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	投入量を把握し目標に向け、削減に努める	平成16年度～27年度の総エネルギー量を調査・把握した。平成27年度は削減に努めた結果、前年度比約3.2%の削減となった。	○
2	温室効果ガス排出量の把握	排出量を把握し目標に向け、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27年度は削減に努めた結果、前年度比約5.0%の削減となった。	○
3	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3.2%の削減となった。	○
4	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。	○
5	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。	×
6	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。	○
7	環境保全技術に関する教育の推進	環境に関係する教育・学習機会を維持、増加させる	各校における取組により、環境関連科目数は前年度比約7.4%の増加となった。	○
8	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	各校における取組により、環境関連の研究者数は前年度比約1.7%の増加となった。	○
9	事業活動に伴う法規制の確認	本部及び全高専で確認を行う	平成27年度も確認を行った。	○
10	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27年度は1件の行政指導を受け、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

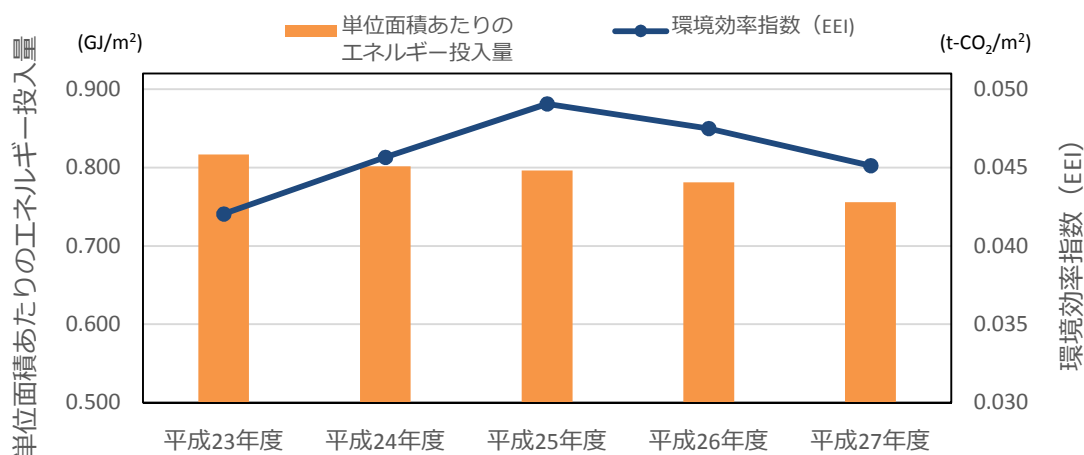
1. 主要な環境パフォーマンス指標

報告対象期間	H23.4 － H24.3	H24.4 － H25.3	H25.4 － H26.3	H26.4 － H27.3	H27.4 － H28.3
総エネルギー投入量 (GJ)	1,379,083	1,352,982	1,349,093	1,323,289	1,281,044
温室効果ガス排出量 (t-CO ₂)	70,980	77,069	83,115	80,461	76,463
水資源投入量 (m ³)	2,465,995	2,355,692	2,293,693	2,220,238	2,148,583
総排水量 (m ³)	2,142,182	2,012,185	2,038,188	1,976,615	1,964,796
建物延べ面積※1 (m ²)	1,688,741	1,688,144	1,694,128	1,694,397	1,694,939
単位面積あたりの エネルギー投入量 (GJ/m ²)	0.817	0.801	0.796	0.781	0.756
環境効率指標(EEI)※2 (t-CO ₂ /m ²)	0.042	0.046	0.049	0.047	0.045

※1 建物延べ面積は全高専の面積（校舎＋寄宿舎）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 であるかを示し、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

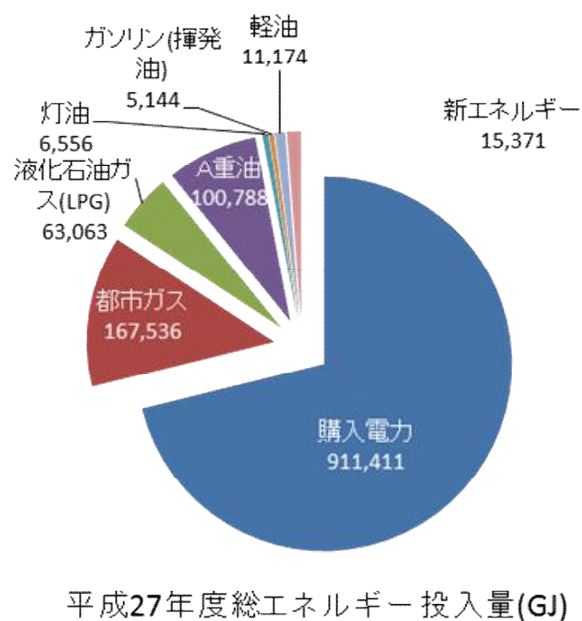
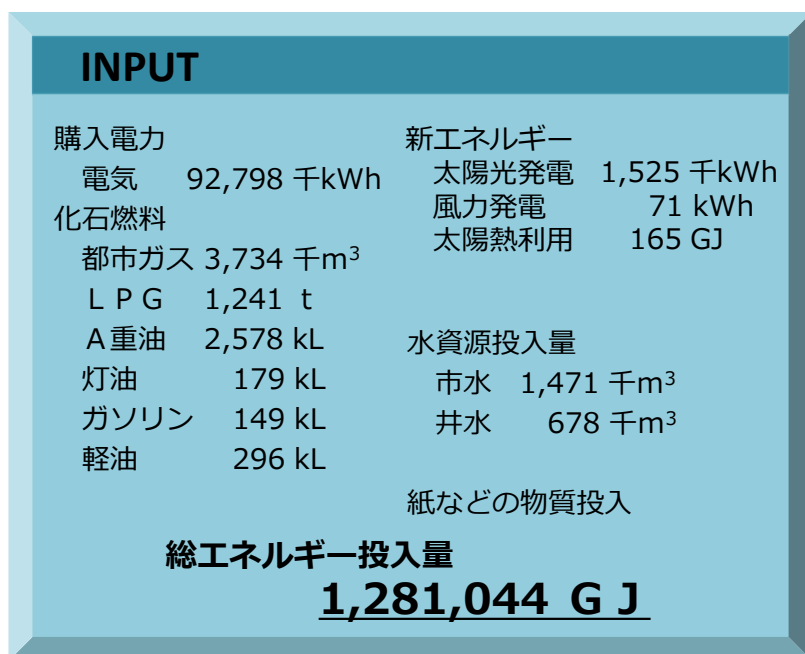
※平成24年度、平成25年度に環境効率指数が上昇した主な要因は原子力発電所の停止の影響によりCO₂排出係数が増加したことによる。

過去5年間の推移より、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、環境効率指数についても平成25年から減少傾向に転じています。

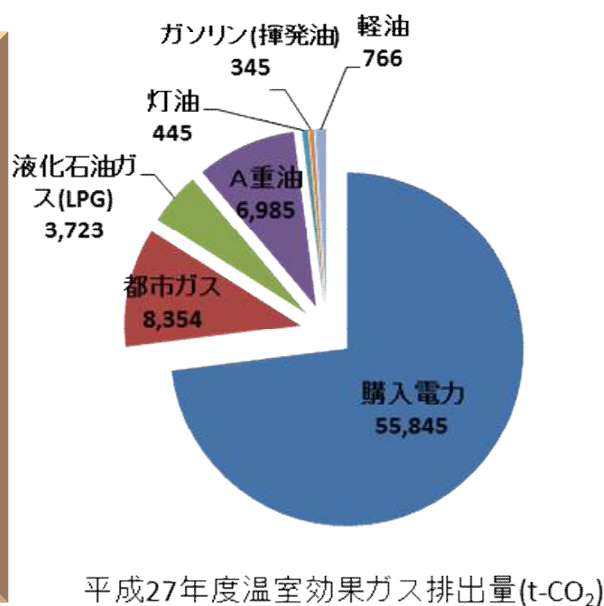
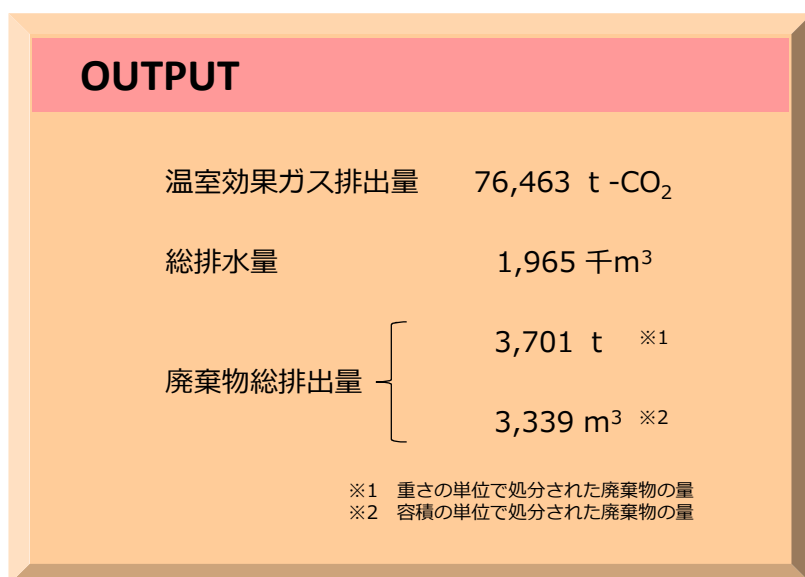
当該指数について、平成23年度から平成25年度までの増加は、原子力発電所の停止の影響により電気事業者からの買電に係るCO₂排出係数が増加していたことが主な原因であったと分析しています。同様に、平成26年度以降は当該係数が減少していることが主な原因となって、減少傾向に転じたと分析しています。高専機構では、化石燃料から電気へとエネルギーの転換を進めたことから総エネルギー投入量の約7割を電気が占めることとなり、この傾向が顕著に表れています。

◆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27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	72,818 千kWh	×	9.97 GJ/千kWh	}	= 911,411 GJ
		夜間電力	19,980 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		3,734 千m ³	×	$\frac{43.0 \sim 46.05}{\text{※1}}$ GJ/千m ³	=	167,536 GJ
	液化石油ガス(LPG)		1,241 t	×	50.8 GJ/ t	=	63,063 GJ
	A重油		2,578 kL	×	39.1 GJ/kL	=	100,788 GJ
	灯油		179 kL	×	36.7 GJ/kL	=	6,556 GJ
	ガソリン（揮発油）		149 kL	×	34.6 GJ/kL	=	5,144 GJ
	軽油		296 kL	×	37.7 GJ/kL	=	11,174 GJ
電気及び化石燃料の投入エネルギー量 [F]							= 1,265,672 GJ
新エネルギー	太陽光発電		1,525 千kWh	×	9.97 GJ/千kWh	=	15,205 GJ
	風力発電		0.07 千kWh	×	9.97 GJ/千kWh	=	1 GJ
	太陽熱利用		165 GJ	×	1.00 GJ/GJ	=	165 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]							= 15,371 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)							= 1,281,044 GJ
新エネルギー比率（（ N ／ T ） × 1 0 0 （ % ） ）							= 1.200 %

2. 温室効果ガス排出量の算定式（平成27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	92,798 千kWh	×	$\frac{0.386 \sim 0.816}{\text{※1}} \text{ t-CO}_2/\text{千kWh}$	=	55,845 t-CO ₂
化石燃料	都市ガス	167,536 GJ	×	$0.0136 \times 44 \div 12 \text{ ※2 t-CO}_2/\text{GJ}$	=	8,354 t-CO ₂
	液化石油ガス(LPG)	63,063 GJ	×	$0.0161 \times 44 \div 12 \text{ t-CO}_2/\text{GJ}$	=	3,723 t-CO ₂
	A重油	100,788 GJ	×	$0.0189 \times 44 \div 12 \text{ t-CO}_2/\text{GJ}$	=	6,985 t-CO ₂
	灯油	6,556 GJ	×	$0.0185 \times 44 \div 12 \text{ t-CO}_2/\text{GJ}$	=	445 t-CO ₂
	ガソリン（揮発油）	5,144 GJ	×	$0.0183 \times 44 \div 12 \text{ t-CO}_2/\text{GJ}$	=	345 t-CO ₂
	軽油	11,174 GJ	×	$0.0187 \times 44 \div 12 \text{ t-CO}_2/\text{GJ}$	=	766 t-CO ₂
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）						= 76,463 t-CO ₂

※1：各係数は、P26資料参照

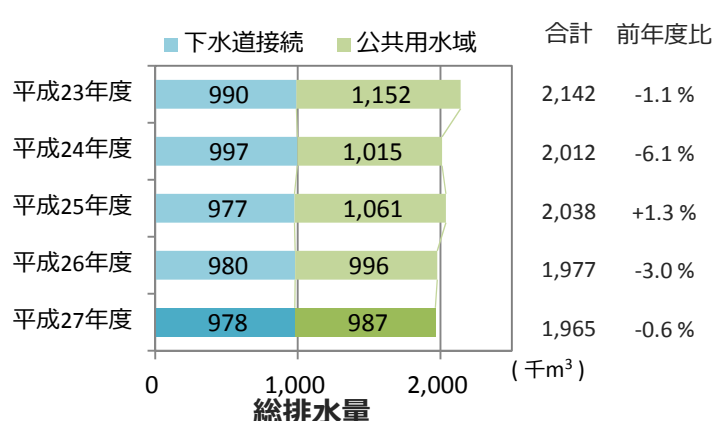
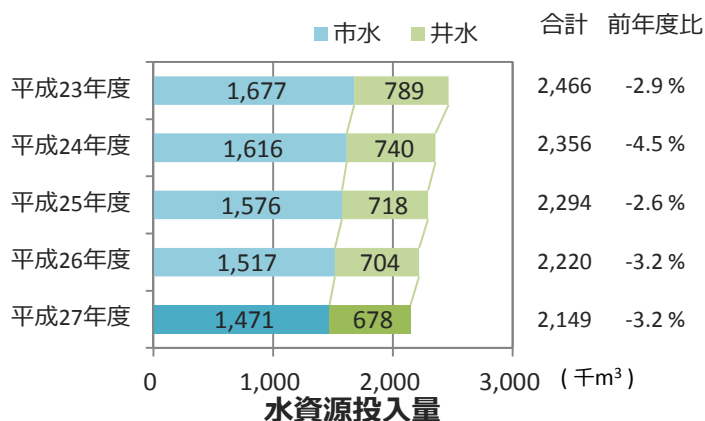
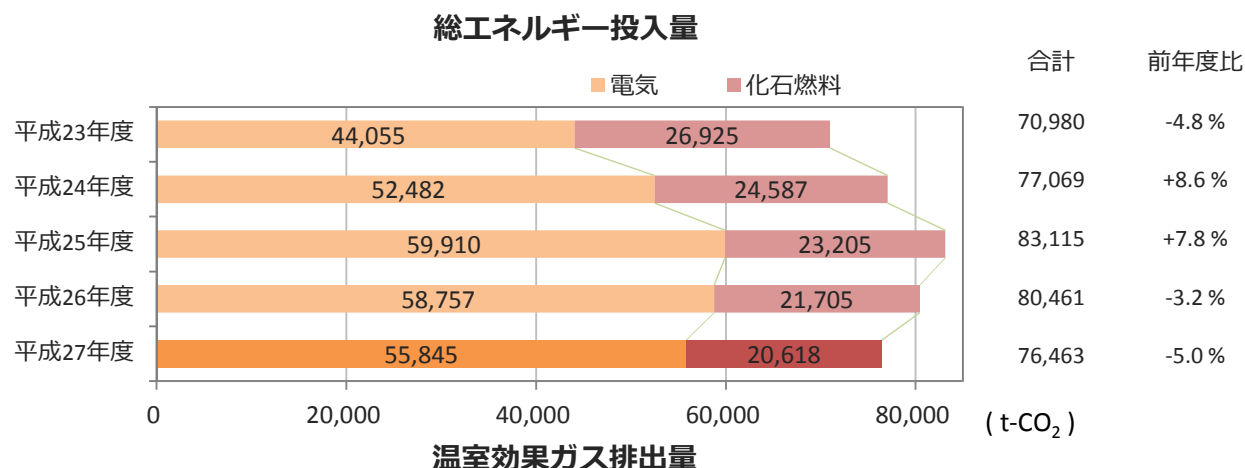
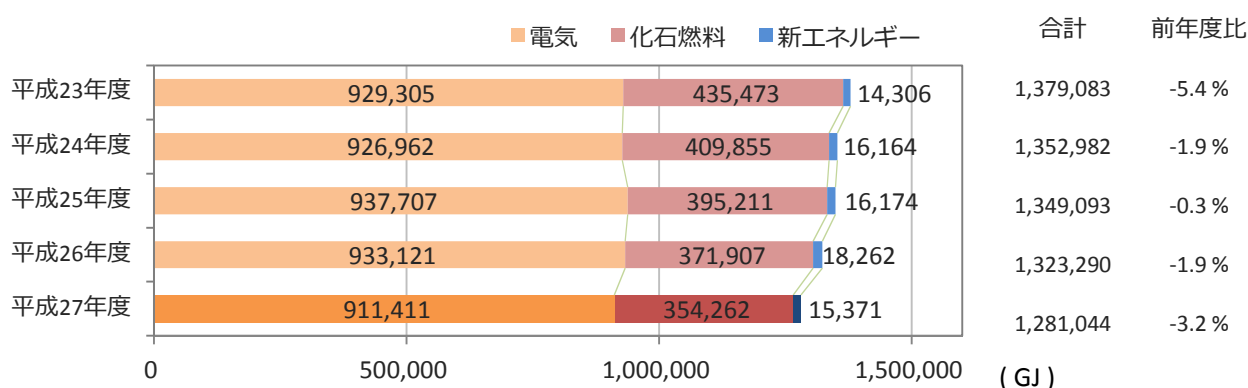
※2：化石燃料の使用に伴うCO₂排出量は、各燃料の単位熱量あたりの炭素排出量（tC/GJ）に44/12を乗じたものを排出係数として算出

3. エネルギー・水資源収支の推移

平成27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1,281,044GJとなり、前年度と比較すると約3.2%の減少となっています。これは、これまで同様、高効率型機器への設備更新、建物の遮熱・断熱強化や省エネパトロール等による損失やムダの排除に取り組んだことが主な要因と分析しています。

平成27年度における温室効果ガス排出量は76,463t-CO₂となり、前年度と比較すると約5.0%の減少となっています。これは、総エネルギー投入量の減少が大きな要因ですが、それに加え、総エネルギー投入量の約70%を占める購入電力の温室効果ガス排出係数の変更によることも一因であると分析しています。

平成27年度における水資源の投入量は2,149千m³、総排水量は1,965千m³となり、前年度と比較すると、投入量で約3.2%、総排出量で約0.6%の減少となっています。各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。



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27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、調達目標100%に対し、物品ごとの調達実績が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、でき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。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。

また、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
(H27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。

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27年度における、全国高専で環境に配慮した取組にかかったコストは、約1,281百万円となっています。

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27年度は前年度に比べて約500百万円減少していますが、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（P 15 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27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3,701t、容量把握の廃棄物が3,339m³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高専は8高専ありました。

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こと等が挙げられます。

なお、重量での把握ができていない8高専のうち4高専については、平成27年度中に重量把握する予定です。また、4高専についても重量把握に向けて廃棄物の引受先との協議等を行っています。

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27年度廃棄物排出量

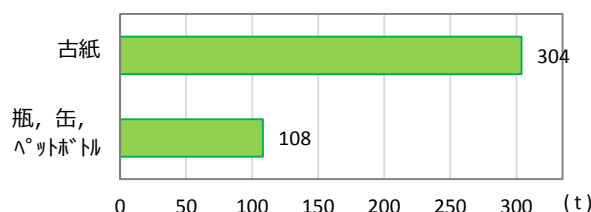
種類	重量把握 (t)	容量把握 (m ³)
一般廃棄物	2,723	64
産業廃棄物	946	202
特別管理 一般廃棄物	0.059	0
特別管理 産業廃棄物	32	3,073
合計	3,701	3,339

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、5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。



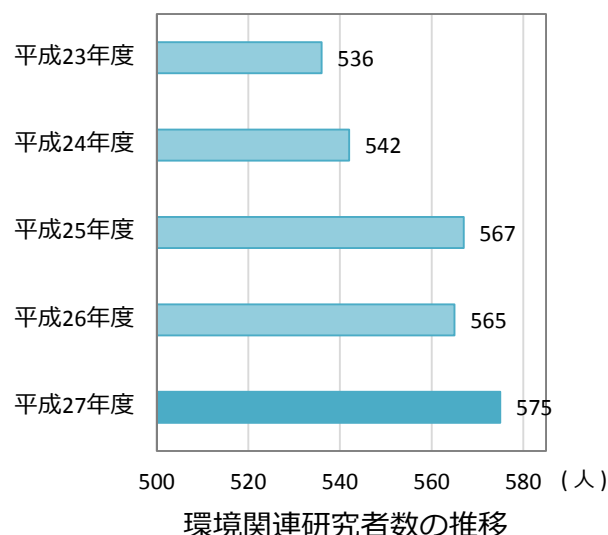
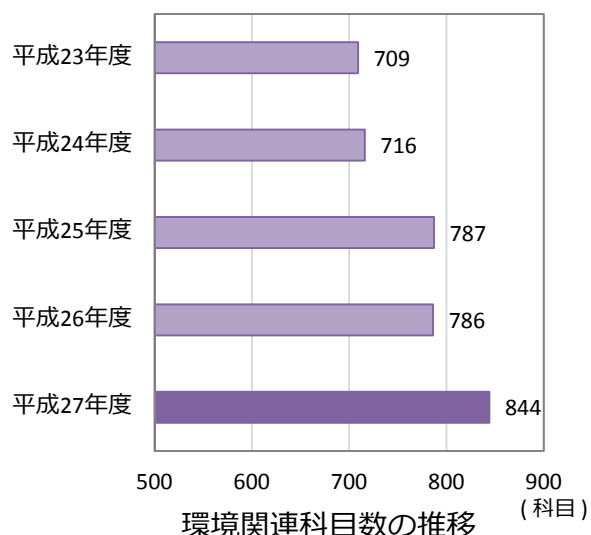
平成27年度再資源化量

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

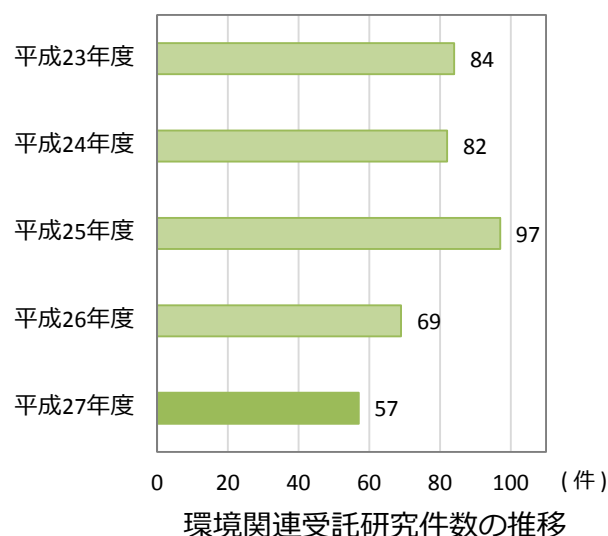
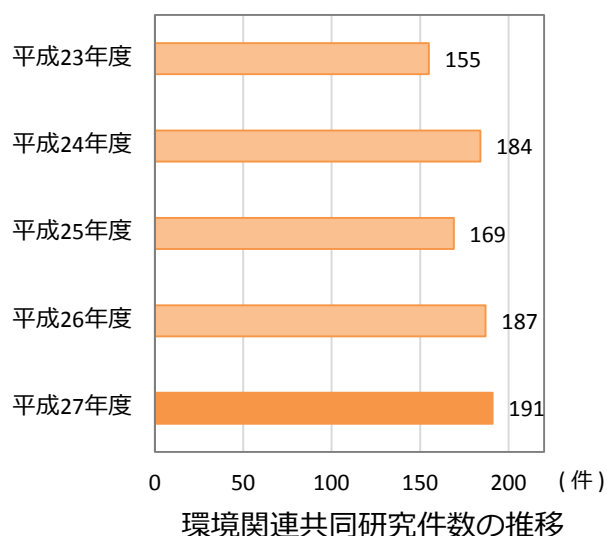
1. 環境関連科目数及び研究者数の状況

国立高等専門学校における、平成27年度の環境関連科目数は、844科目(前年度比+7.4%)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は、全体で575人(前年度比+1.8%)となっています。



2. 共同研究及び受託研究の状況

平成27年度における、環境に関連する共同研究の数は191件(前年度比+2.1%)となっています。また、環境に関連する受託研究の数は69件(前年度比-17.4%)となっています。



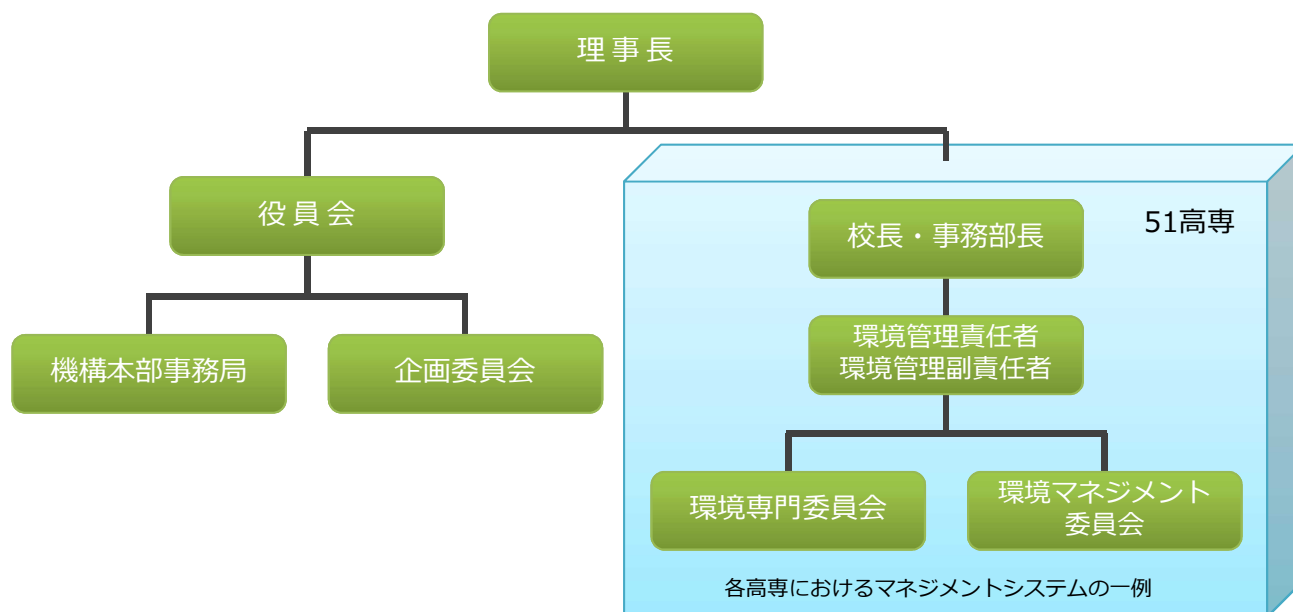
各高専では環境に関する様々な研究が行われています。平成27年度に各高専で行われた環境保全技術に関する研究の中から紹介します。(P 27～46 資料参照)

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、下図のとおりすべての高専では環境に配慮した取組を行う組織（委員会）を設置しており、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高専が挙げられます。

平成14年3月に高等専門学校として初めて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高専では、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。

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高専では、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。

平成24年度に高専として初めてエコアクション21に認証・登録された富山高専では、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日に取り止め、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。

法規制遵守状況

◆法規制の遵守状況

全ての高専では、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高専（ボイラーを有する）は30高専となります。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高専数は、以下のとおりとなります。

・大気汚染防止法	対象	31高専	・悪臭防止法	対象	31高専
・騒音規制法	対象	34高専	・水質汚濁防止法	対象	26高専
・振動規制法	対象	32高専	・工業用水法	対象	2高専
・土壌汚染防止法	対象	2高専			

平成27年度は、環境関係法規制等の違反が次のとおり1件ありました。

鈴鹿工業高専は、排水処理施設から公共用水域への排水水について、水質汚濁防止法（水濁法）第12条（排水の排出の制限）に違反していたことから、排水基準等を遵守するよう、三重県鈴鹿地域防災総合事務所から警告がありました。

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器具の洗浄水について、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、1,4-ジオキサン濃度が基準値を超過したものと考えられた。このため、全教職員に対する注意喚起及び「実験実習安全必携」等による周知徹底を再度行い、さらに、再発防止対策として有害物質を使用する際の実験排水及び洗浄水の処理を複数人で確認する等の処理の徹底を講じることとしました。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。

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、1高専が「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）の対象となり、届け出ています。これは、使用している燃料（都市ガス）に含まれる対象物質（ベンゼン）が年間取扱量の基準を超えることによるものです。

平成27年度現在で化学物質の一元管理を行っている高専は計26高専となりました。

また、一元管理を行っていない高専でも、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26年6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

全国の高専でも、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66t（23高専）
	PCB汚染物等	約6t（6高専）
②低濃度PCB廃棄物	トランス類	143台（30高専）
	コンデンサ類	214台（19高専）
	PCB油類	約4t（16高専）

◆ 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27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、9高専（11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

全高専数	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）※		
	高専数	室数	通路部分	高専数	室数	通路部分
51	49	5,468	495	0	0	0

※ 措置中もの、閉鎖しているもの、被災により使用できないもの、今年度取り壊し予定のものを除く。

表2.室内等に露出した保温材等の使用状況

全高専数	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
		高専数 (本数)	高専数 (本数)	高専数 (本数)	高専数 (本数)	高専数 (本数)
51	1	37 (83)	13 (20)	5 (6)	2 (3)	9 (11)

◆ 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、全高専で行われており、一部を紹介します。

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、等	・地域清掃活動
・地域イベントへの参加、協力、出展等	・技術相談、研究協力、等
地域イベント等の主催	講演会等の主催
・地域フォーラム	・環境・エネルギーシンポジウム
・産学官交流会	・原子力討論会
ボランティア活動	イベント／地域事業への参加
・一般市民向けの放射線計測	・市環境審議会
・地域環境美化	・エコプロダクツ、産業フェア等への出展



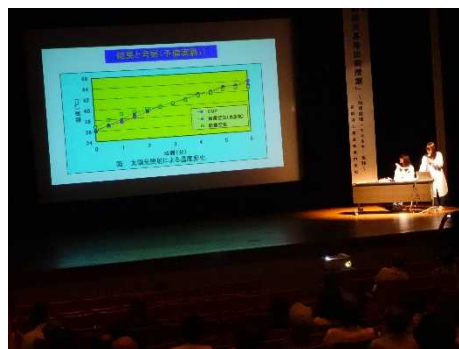
仙台高専(名取キャンパス) (親子リサイクル体験教室)



広島商船高専 (海の環境教室)



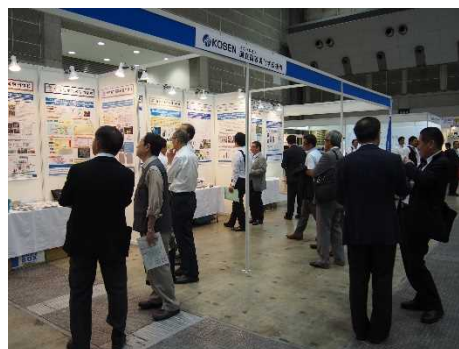
旭川工業高専 (フラワーロード)



新居浜高専 (地球高温化対策地域協議会総会)



富山高専(本郷キャンパス) (近隣町内清掃)



奈良工業高専(他13校) (2015NEW環境展)

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27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、当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28年7月には文部科学省及び経済産業省へ平成27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。（P 47～57 資料参照）

【参考】各高専独自の環境報告書作成状況について

各高専における環境に配慮した取組の一環として、5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。

高専名	アドレス
木更津工業高等専門学校	http://www.kisarazu.ac.jp/gaiyo/misc/
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、また、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、本報告書は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、本報告書に示す実績のほとんどを、過去4年間の実績と併せて取りまとめており、これまでの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ると考えます。

◆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・目標について、そのほとんどを達成していることは高く評価できると考えます。特に、温室効果ガス排出量については、前回の実績（▲3.2%）を大きく超えた削減量（▲5.0%）となっていることは高く評価できます。

一方、本報告書が各国立高専に更に有意義なものとなるよう、当該実績を挙げる一因となった具体的なソフト面・ハード面の取組事例について、紹介するといった掲載内容の更なる充実を期待します。

また、目標未達となった廃棄物排出量の把握について、排出量削減目標を設定し、その達成状況を確認していくためには、重量や容量のいずれかに統一して把握することが重要であることから、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

国は、温室効果ガスを平成42年度（2030年度）に平成25年度（2013年度）比で26%削減するという中期目標を掲げています。今後、当該目標を達成するためには、これまでの手法では削減量が収束することも考えられることから、削減に向けた新たな取組を検討し実行に移していくことも必要と考えます。

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。今後も積極的に環境活動に取り組んでいただき、さらには、各国立高専の環境活動が地域の核となり、持続可能な地域社会を創生していくことを期待します。

総 括

平成27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▲5.0%）しました。その要因としては先でも述べていますが、近年、継続的に、建物の遮熱・断熱を強化するとともに、空調設備や照明設備を高効率型への更新を進めたことが大きいと考えています。

また、水資源についても、投入量で約3.2%、総排水量で約0.6%の減少となっており、各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考えております。

一方、廃棄物総排出量については、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。

高専機構が発行する環境報告書の記載内容については、毎回見直しを行っております。今回の発行においては、前回の見直しにおいて詳しく掲載することとした「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」について、複数の国立高専の事例を掲載することとしました。これらの事例は、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。

高専機構では、平成28年度に初めて施設整備に関する中期計画である「国立高専機構施設整備5か年計画」を策定しました。この中で、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』していくこととしました。今後、国の中期目標（温室効果ガスを平成42年度（2030年度）に平成25年度（2013年度）比で26%削減）を達成するためにも、当該計画に基づき、積極的に環境への取組を推進していきます。

最後に、ご多忙中にも関わらず、長澤様には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高専の事業活動・教育活動
(職員宿舎を除く。)

期 間：平成27年4月1日 ～ 平成28年3月31日

~~~~~各資料について~~~~~

#### 【高専別エネルギー収支状況】

各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27年度の実績値と平成26年度からの増減比率をグラフに示します。

次頁には、各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、各高専の値に差があるのは、各高専の立地する気候、保有する設備の種類、学校の規模及び工業高専や商船高専等の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、8頁の「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27年度に各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。

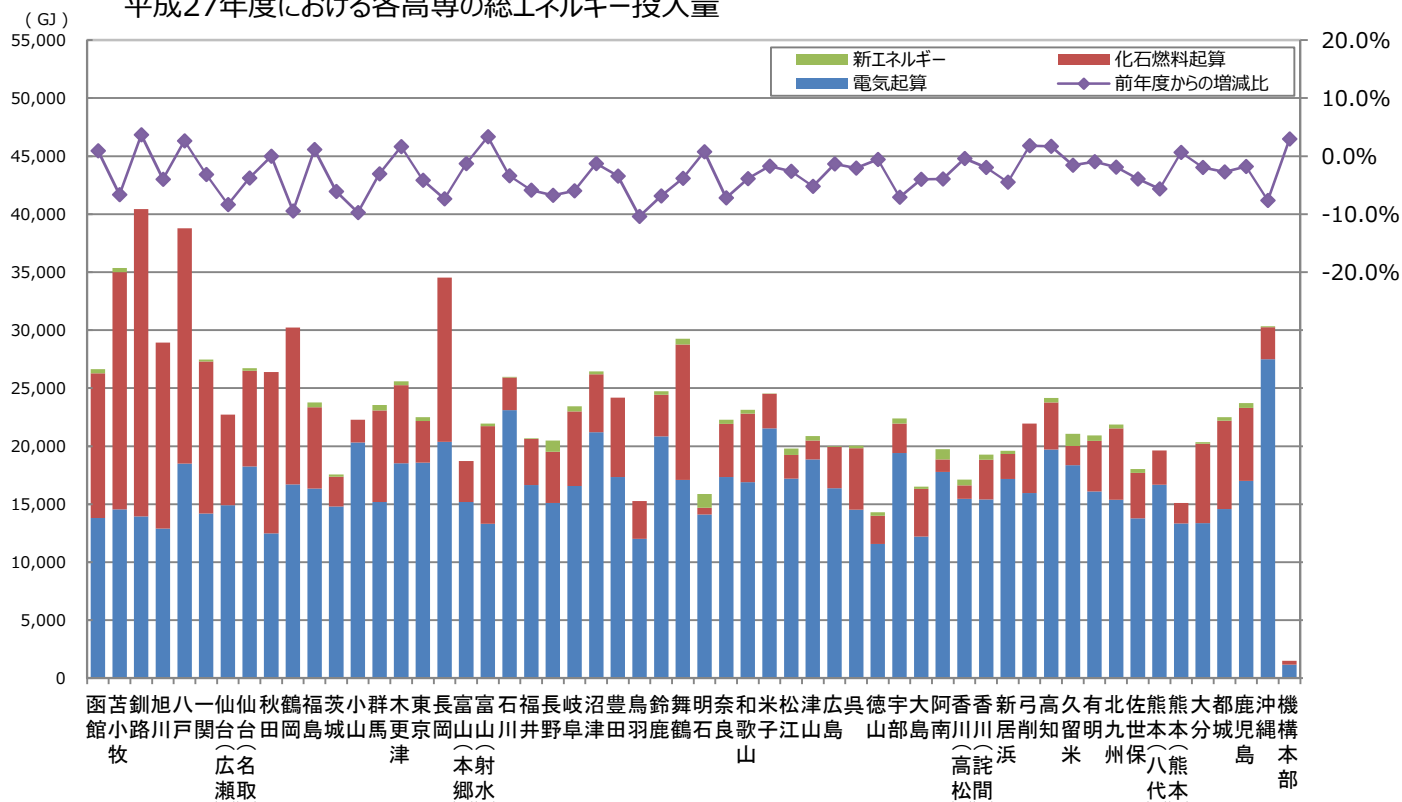
#### 【高専における環境に配慮した取組事例】

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。

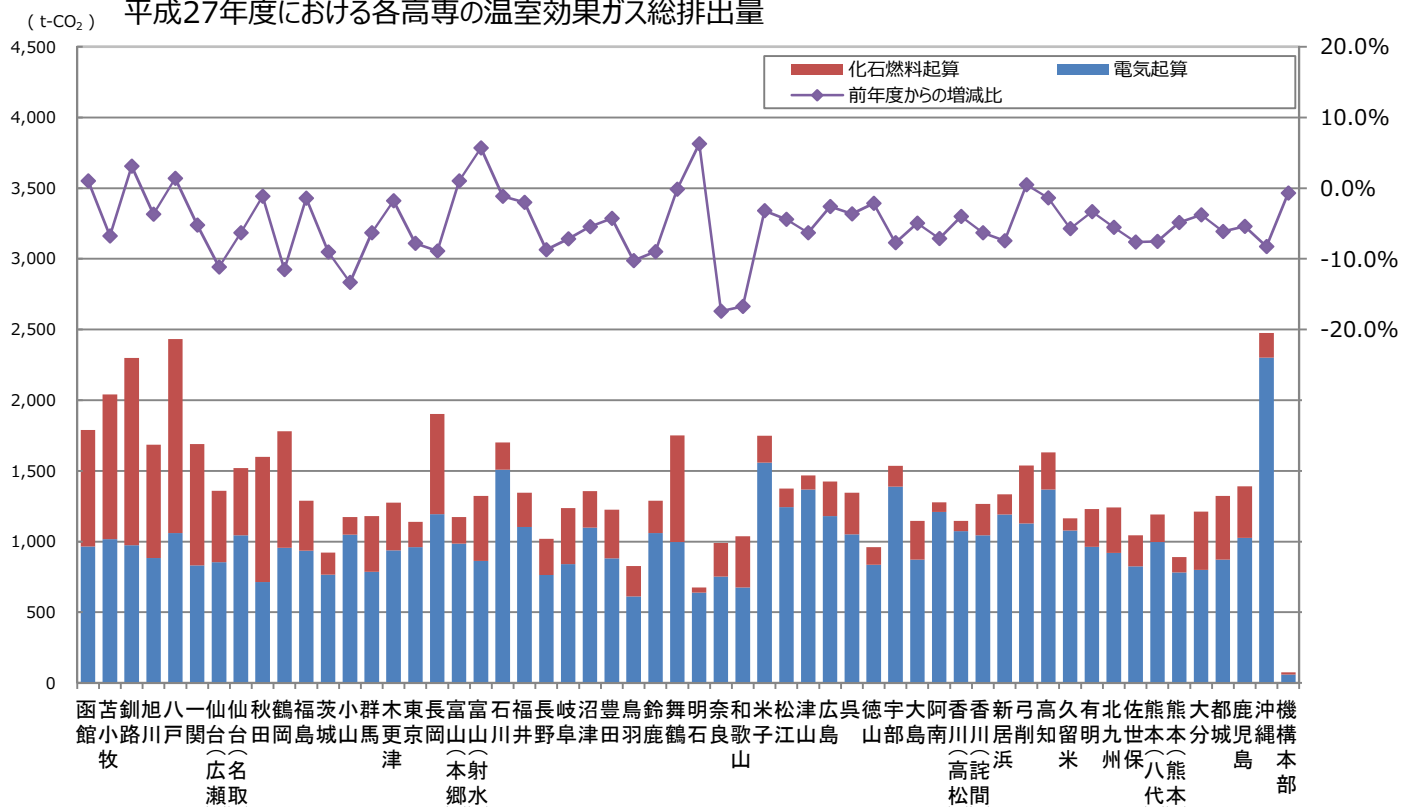
~~~~~

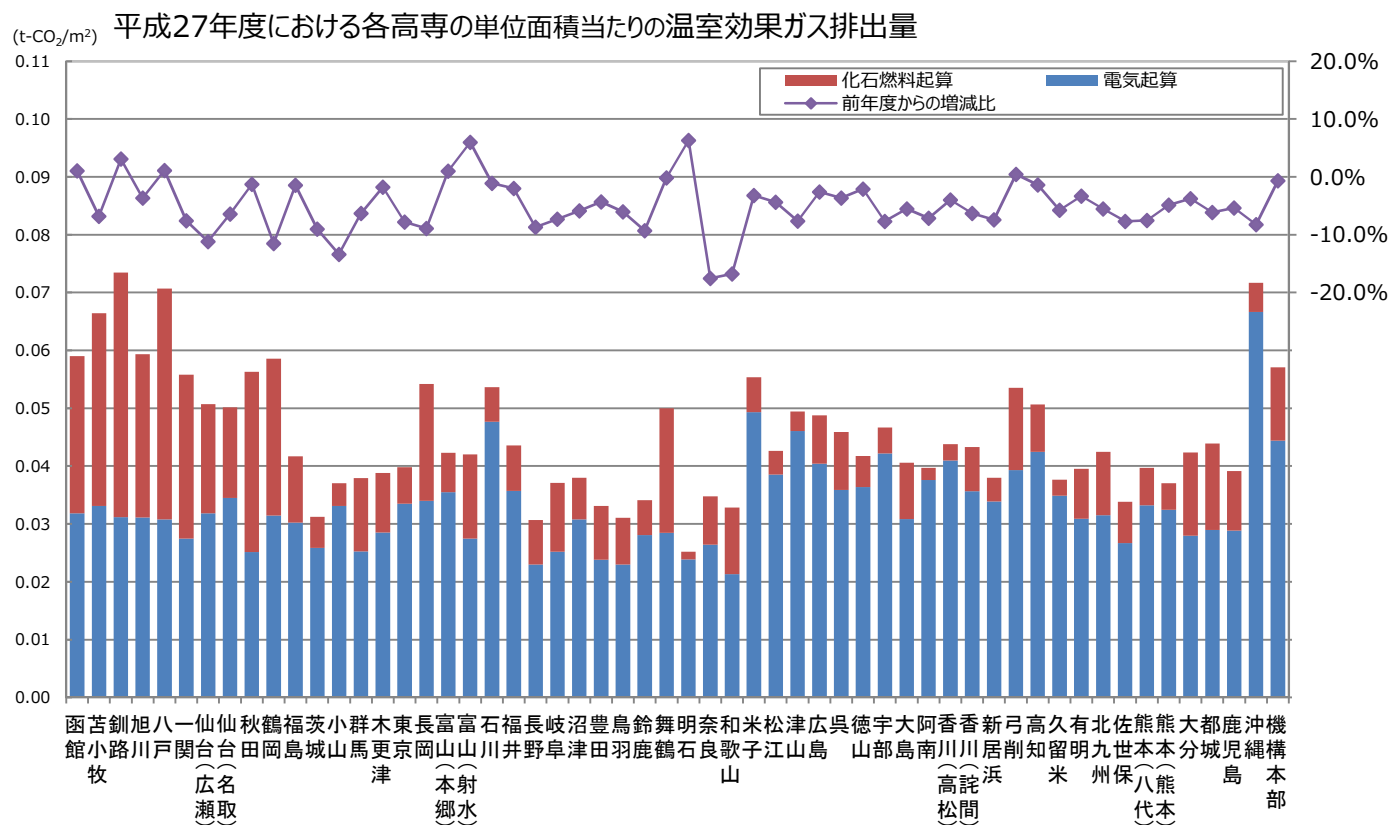
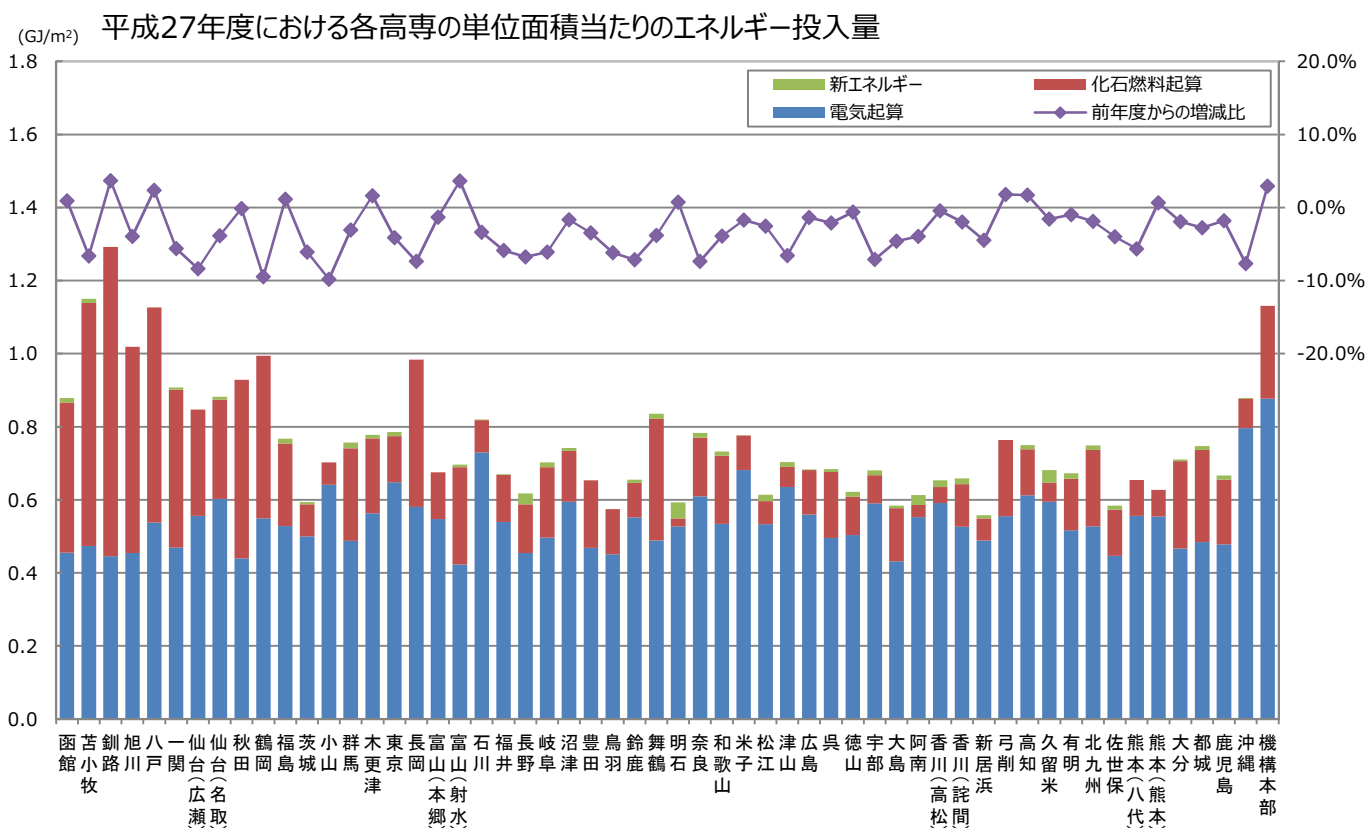
高専別エネルギー収支状況

平成27年度における各高専の総エネルギー投入量



平成27年度における各高専の温室効果ガス総排出量





◆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 2
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 6 2 1
4.マテリアルバランス	高専機構の物質・エネルギー収支	7
【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について 総括	5 2 1
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 3 " 1 4
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	1 9 1 8
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)環境関連の新技術・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 0 1 0 1 2 " - - 1 1 1 1
【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	7 1 0 9
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 -	- 9 " 1 0 1 4 1 4 1 1 -
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	2 7
【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 0 1 1 -
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 0

◆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	H27排出係数 (実排出)	前回の排出係数 (実排出)
北海道電力	0.000683	0.000678
東北電力	0.000571	0.000591
東京電力	0.000505	0.000530
中部電力	0.000497	0.000513
北陸電力	0.000647	0.000630
関西電力	0.000531	0.000522
中国電力	0.000706	0.000719
四国電力	0.000676	0.000699
九州電力	0.000584	0.000613
沖縄電力	0.000816	0.000858
エネサーブ	0.000634	0.000617
エネット	0.000454	0.000423
F-Power	0.000454	0.000491
日本ロジテック協同組合	0.000386	0.000405

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	46.0
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 (群馬地区) (群馬以外の地域)	43.14 45.0
長野都市ガス	43.14
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

◆ 環境保全技術に関する教育・研究の事例

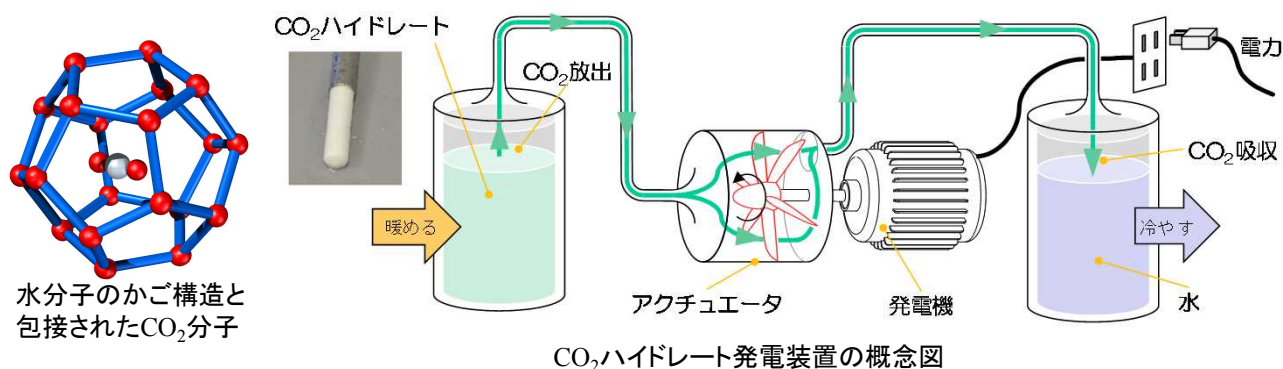
ガスハイドレートを利用した発電装置の開発

函館工業高等専門学校 生産システム工学科 助教 川合政人

はじめに

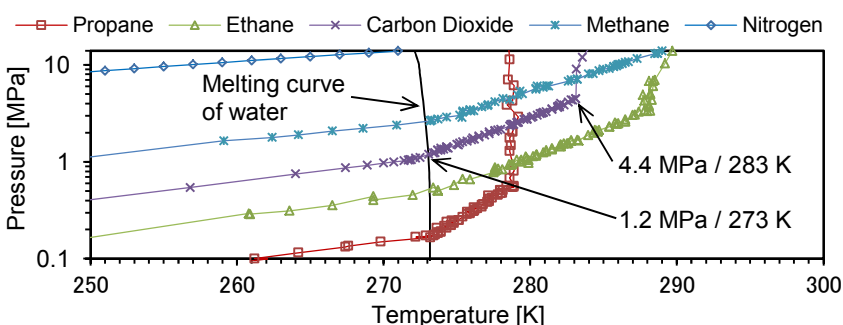
私たちの身の回りには、戸建て住宅の暖房器具から出る排気ガスの排熱や、寒冷地の外気の冷熱など、利用されずに捨てられている熱エネルギーが多くあります。しかし、それらの熱源の多くは温度が常温に近く、従来の発電方法は利用できません。

本研究では、常温付近でわずか 10 K の温度差を与えると 3 MPa もの圧力差が得られるCO₂ハイドレートの特異な状態変化を利用した発電装置の開発に取り組んでいます。



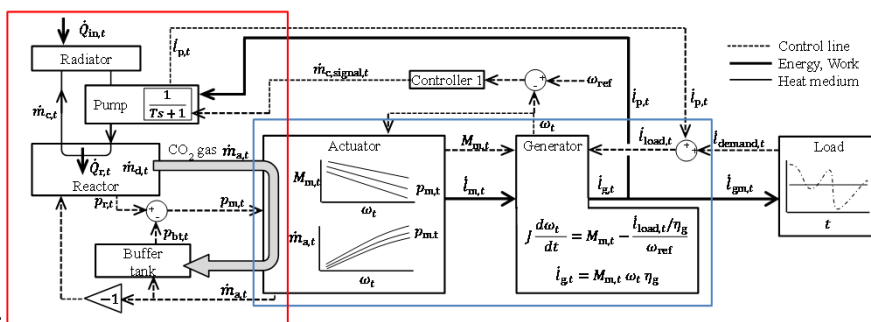
研究内容

おもに数値解析によるシミュレーションを用いて、CO₂ハイドレートを利用した発電装置の特性を調査しています。右図に示すように、CO₂ハイドレートを含め、様々なガスハイドレートが存在します。本研究では、不燃性で圧力が低く安全性が高いことから、CO₂ハイドレートを採用しています。



右図は、発電運転時のシミュレーションを行うための制御ブロック図です。赤枠で囲んだCO₂ハイドレートの解離反応をモデル化した部分と、青枠で囲んだアクチュエータ、発電機部分で構成されています。

右図のモデルを用いて数値シミュレーションを行って、熱源の温度と発電効率の関係などを調査しています。



おわりに

【研究成果】

・川合政人, 小原伸哉, 奥田学, 清水良平, 菊地祥庸, 石川恭介, 三河大祐, 高島正光, 川合僚, “CO₂ハイドレート発電機の動的モデルによる出力制御方法に関する基礎的研究”, 日本機械学会論文集, Vol.82, No.835 (2016), pp.1-14. 概要: 数値解析によるシミュレーションの結果, 水 1 m³ あたり, 1.4 kWh の電力を得られることが明らかになっています。

【今後の展望】

- ・CO₂ハイドレートの生成速度の向上
- ・CO₂ハイドレートの生成条件の緩和(より高温の低温熱源の利用)方法の検討
- ・CO₂ハイドレート発電装置に適したアクチュエータの開発

耕作放棄地の衛星リモートセンシング

木更津工業高等専門学校 環境都市工学科 教授 島崎彦人

はじめに

日本全国で耕作放棄地が増加している^[1]。その傾向は、農業活動に不利な面をかかえる中山間地域で特に顕著である^[2]。中山間地域における耕作放棄地の増加は、イノシシなどの野生鳥獣による農林作物被害を助長し、営農者の耕作意欲や管理意欲を減退させ、耕作放棄地のさらなる拡大を誘発している^[3]。また、耕作放棄の長期化は、不法投棄や病害虫の発生、水利施設の機能低下、土壌の荒廃などの問題を引き起こす原因となっている^[4]。そのため、耕作放棄地とそれに伴う問題は、営農関係者だけでなく、耕作放棄地を含む地域全体で考えるべき課題となっている。

耕作放棄地の発生要因や解消方法を具体的に検討するためには、耕作放棄地の発生を定期的に調査し、その動態を空間明示的に把握する必要がある。農林水産省が5年毎に実施している農林業センサスでは、耕作放棄地の面積割合を旧行政単位で集計しているが、個別の発生場所までは把握されていない^[5]。また、同省が2008年に実施した耕作放棄地実地調査では、現地踏査と聞き取り調査に基づいて、一筆単位毎の現況把握が試みられた^[6]、しかし、このような調査を継続的かつ広範囲にわたって展開することは困難であり、より効率的な調査手法の開発が期待されている^[7]。

研究内容

衛星リモートセンシングは広範囲の環境を継続的かつ一括して監視できる技術体系であり、耕作放棄地の判別にも応用されている^{[7]~[9]}。瑞慶村ら(2011)^[7]は、地上観測データから算出した正規化植生指標NDVIの季節変化に着目し、水田と耕作放棄水田との判別可能性を検討した。加藤ら(2003)^[8]は、多時期の衛星観測データから算出したNDVIを用いることで、耕作放棄地の判別可能性を改善できると報告している。美濃ら(2005)^[9]は、NDVIと正規化水指標NDWIを併用しながら、農地の変化抽出手法を提案している。これらの手法を適用するためには、農事歴やフェノロジーの観点から耕作放棄地の判別にとって最適な時期に、一定以上の空間分解能を備えた衛星観測データを取得する必要がある。しかし、雲やエアロゾルなどの大気の影響により、必要なデータを適切な時期に取得できるとは限らないため、実用上の問題点が残っている。

我々の研究室では、既往手法の問題点を克服するため、高時間分解能の衛星観測データを用いたミクセル解析によって、中山間地域に点在する面積の小さな耕作放棄地を特定する新たな手法の開発に取り組んでいる。これまでのところ、本研究の途中成果を国際会議で発表した学生が、優れた論文を発表した若手研究者に贈られる賞を受賞するなど、教育面では一定の成果を挙げつつある。しかし、まだ実用的な判別性能の達成には至っていないため、今後も継続して手法開発に取り組む予定である。

おわりに

少子高齢化の進行や産業構造の変化などを背景として、耕作放棄地のほかにも、空き地や空き家、空き店舗、工場跡地、管理を放棄された森林などの「未利用地」が日本各地で増えている。この傾向は、人口減少が本格化するにつれて、さらに拡大することが予想されるため、効率的な調査手法の確立を急ぎたい。

参考文献

- [1] 農林水産省. 荒廃農地の現状と対策について
(http://www.maff.go.jp/j/nousin/tikei/houkiti/pdf/2804_genjo.pdf) 閲覧日 2016年7月17日.
- [2] 食料・農業・農村基本問題調査会. 農村部会(第4回)中山間地域の位置づけと中山間地域農業のあり方について
(http://www.maff.go.jp/j/study/nouson_kihon/pdf/data_nouson4.pdf) 閲覧日 2016年7月17日.
- [3] 谷本一志. 耕作放棄地の発生メカニズムと解消方策に関する経済学的考察. オイコノミカ, Vol.52(1), pp.35-56, 2015.
- [4] 有田博之, 山本真由美, 大黒俊哉, 友正達美. 耕作放棄地の復田を前提とした農地資源保全戦略-新潟県上越市大島地区における復田費用調査に基づく提案-. 農業農村工学会論文集, No.254, pp.23-29, 2008.
- [5] 農林水産省大臣官房統計部. 2010年世界農林業センサス実施計画概要
(http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/about/pdf/2010_gaiyo.pdf) 閲覧日 2015年12月26日.
- [6] 農林水産省農村振興局. 耕作放棄地全体調査の実施マニュアルについて
(http://www.maff.go.jp/kinki/keikaku/nousonshinkou/yurionouti/houkiti/pdf/jissi_manual.pdf) 閲覧日 2015年12月26日.
- [7] 瑞慶村知佳, 本岡毅, 奈佐原顕郎. 人工衛星を用いた水田地帯における耕作放棄地の判別. 日本リモートセンシング学会誌, Vol.31(1), pp.55-62, 2011.
- [8] 加藤淳子, 上原由子, 谷本俊明. 人工衛星データを用いた荒廃水田の判別. 日本リモートセンシング学会誌, Vol.23(5), pp.550-554, 2003.
- [9] 美濃伸之, 須田雅史, 片野淳也, 本郷春春. IKONOSデータとLandsat TM/SPOT HRVIRデータを併用した水田利用変化のモニタリング-中山間地域における小規模水田を対象として-. 写真測量とリモートセンシング, Vol.44(3), pp.37-45, 2005.

熱電素子による温度差発電と熱輸送能を利用した低品質熱源からの熱エネルギー回収

富山工業高等専門学校 電気制御システム工学科 准教授 百生 登

はじめに

我が国のエネルギーバランスで考えると、一次エネルギーの供給量に対して二次エネルギー量は2/3程度であり、1/3は転換ロスであり、二次エネルギーも最終的には熱として捨てられている。再生可能エネルギーへの転換は喫緊の課題ではあるが、省エネルギーの観点から排熱の有効活用が求められている。

研究内容

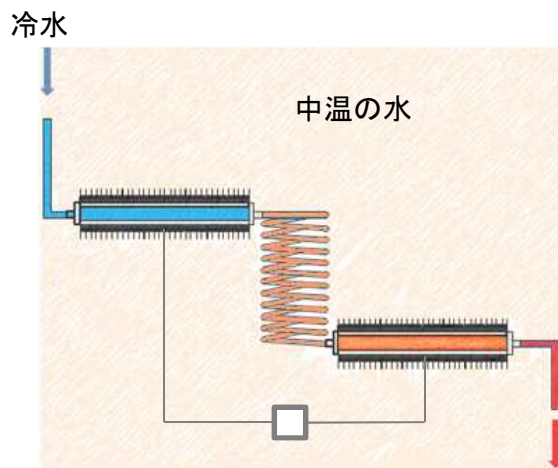
本研究は、温度は低い（中温）が大量にある熱源から、僅かだが利用価値のある高温を作り出すことを目標にする。具体的には、比較的温度の低い（低温）上水を導入し、中温との間で熱電素子を用いた温度差発電を行う。次に中温まで熱交換された上水を、温度差発電で作られた電力によって駆動された熱電素子によって加熱するシステムを開発する。

まず、加熱部出口温度を計算により求めることができるよう簡単なモデル化を行い、モデルに必要な総括伝熱係数を実験により求める。発電部と加熱部は構造が同じ熱電変換モジュールを用いる。熱電変換モジュールは、ペルチェ素子が4つで筒状に組み合わさったものを1つのエレメントとして、それを直列にいくつか繋げ構成されている。

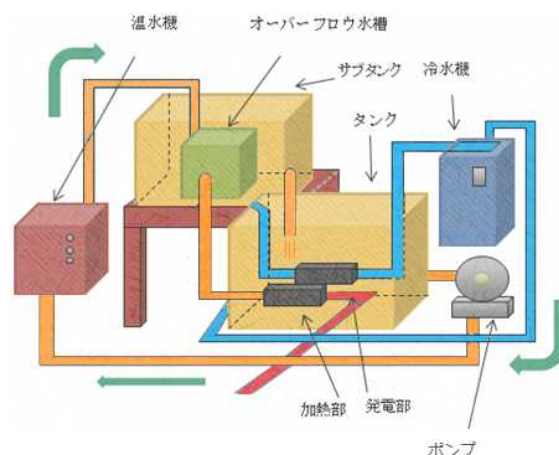
実験装置では、熱交換部を省略し、加熱部に中温の水を直接通す構成とした。それにより、発電部流量と、加熱部流量を独立に調整することができ、本研究の条件では、総括伝熱係数は $135.05\text{W/m}^2\text{K}$ と求められた。

次に、モデルを用いたシミュレーションを行い、発電部の規模と加熱部の規模を変化させた場合の加熱部出口温度を求め、全体を一定とした場合に最適な割合があり、加熱部流量によって異なることがわかった。

最後に、沸騰水を得るための条件をシミュレーションにより求め、 $m_c=0.3\text{kg/s}$ 、 $T_c=6^\circ\text{C}$ 、 $T_m=56^\circ\text{C}$ 、 $m_h=10\text{g/s}$ のとき、発電部38モジュール、加熱部12モジュールの結果を得た。



発電部 → 熱交換部 → 加熱部



おわりに

加熱部での温度が上昇するにつれゼーベック効果により逆起電力が生じ電流が流れなくなる。今回の研究では発電部と加熱部を直接接続して実験等を行ったが、間にDC/DCコンバータを挿入することにより、より加熱部出口温度を上昇させることができると考えられる。今後、この点を踏まえてモデルの見直しや実験装置の改良を行う予定である。

SPICEによる実測データに基づいた太陽電池モデルの開発

富山高等専門学校 電子情報工学科 教授 小熊 博
富山高等専門学校 電子情報工学科 教授 水本 巖

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ジメントシステム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、北陸地域におけるエネルギーマネ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を用いた太陽電池のシミュレーションモデルの設計とシミュレーションの精度評価について報告する。

研究内容

太陽電池モデルの概要

富山高専射水キャンパス所有の両面受光型単結晶シリコン太陽電池モジュールTB60M-250を対象としてシミュレーションモデルを設計する。1モジュールは60セルから構成されており、公称最大出力発電容量は250Wである。これを4モジュール直列接続した1kW分でモデル設計を行った。SPICEツールにはSIMetrix-SIMPLIS 7.20(株式会社インターソフト)を用いた。図1にSPICEを用いて構成した太陽電池モデルの概略図を示す。ダイオードの縦列接続により太陽電池の電圧電流特性を再現する構成である。太陽電池モデルに日射量[J/m²]と気温[°C]を入力することで、発電量[Wh]を出力する。

実測データに基づいたフィッティング

図2に太陽電池SPICEモデルでシミュレーションした2014年4月24日の太陽光発電量の1時間毎の推移を示す。精度評価には、実測データに対するシミュレーション結果の誤差の比率を表す誤差率を用いる。太陽電池が発電可能な6時から18時のすべての時間帯において誤差率は±10%以内であった。また、1日の総直流発電量を比較した場合の誤差率は約1%であった。同様に、季節毎の代表として2014年8月、10月、12月の気象条件でシミュレーションを行ったところ、すべての月において、発電量の多い8時から16時の誤差率は±10%以内、1日の総直流発電量の誤差率は±2%以内となった。以上より、どの季節であっても、発電量の多い時間帯における太陽光発電の実測データが再現できることを確認した。

おわりに

本研究では、SPICEを用いて太陽電池モデルを設計し、シミュレーション結果の評価を行った。実測データに基づいたフィッティングにより、1年間すべての季節における太陽光発電量の再現に成功した。今後は、太陽電池モデルと連携できる蓄電池モデルの開発を行いエネルギーマネジメントに展開する。

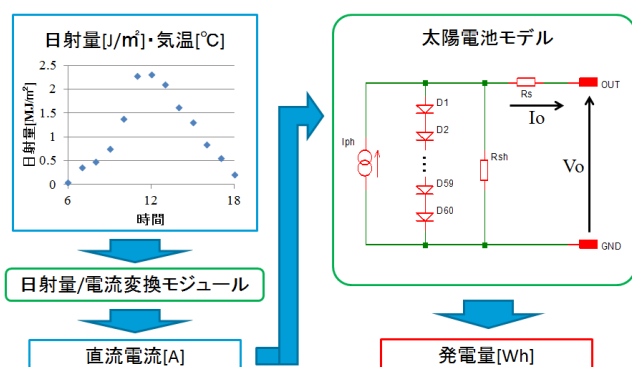


図1 太陽電池モデル

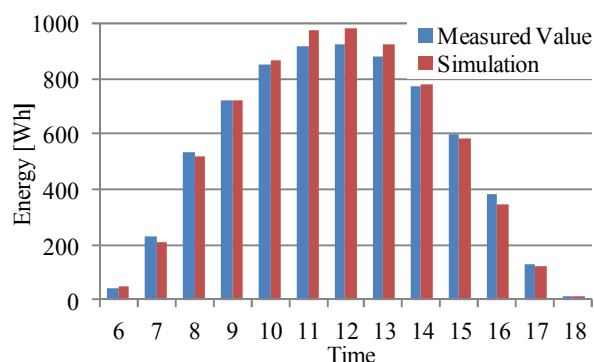


図2 シミュレーション結果

2016年度の主な発表リスト

- [1]大島, 石原, 益, 小熊, "富山県射水地区における太陽光発電量の実測評価," 平成27年度電気関係学会北陸地区連合大会, A2-8, 2015年9月。
- [2]小熊, 大島, 運上, 小泉, 浦, 水本, "災害時にも対応可能な再生可能エネルギー発電蓄電教育システムー北陸地域の太陽光発電量の実測評価ー," 日本災害情報学会第17回学年大会, B1-1, 2015年10月。
- [3]大島, 石原, 益, 小熊, "SPICEによる実測データに基づいた太陽電池モデルの開発," 電子情報通信学会総合大会, B-9-16, 2016年3月。

足羽川の水面利用施設の土砂堆積軽減に関する研究

福井工業高等専門学校 環境都市工学科 准教授
田安 正茂

はじめに

福井県の福井市街地を流れる足羽川は、今立郡池田町を水源にした流路延長約 61.7 km、流域面積約 415 km² の一級河川である。また、河川環境整備のための改修として、平成8年度から平成 14 年度までの 7 年間で「地方特定河川等環境整備事業」により、水面利用施設が計13箇所建設された。これらの水面利用施設は、大規模災害時の消火用水の汲み上げ場として整備され、さらに足羽川の市街地区間では季節ごとのイベントやカヌー等のレクリエーションの水辺空間としても活用されている。

これらの水面利用施設は、本流よりも流速を落とすために河川の側岸に凹型(窪地型)に設置されており、粒径の細かい土砂が堆積しやすい状態となっている。水面利用施設内に土砂が堆積すると草木が繁殖することとなり、安全な水面利用が阻害され、せっかくの施設が使われなくなってしまう。それを防ぐためには定期的な浚渫が必要となるが、土砂排出には多額の費用がかかるうえ、堆積している土砂がヘドロ状であるため、処分に苦労している現状である。

そこで本研究では、福井県の研究機関である建設技術研究センターからの技術支援や情報提供を受けるとともに、河川管理者である福井県河川課の協力も得ながら、現地調査により土砂の堆積要因を分析・整理し、水理模型実験を行い、有効な対策工を立案することを目的とする。本研究の主な対象地は足羽川約 3.2 km 地点にある九十九橋付近の水面利用施設を研究対象地点とした。

研究内容

1. 現地調査について

図 - 1 に水面利用施設の平面図と調査位置を示す。研究対象施設の現地調査では、基準点 T.1 から横方向に 2.5 m 間隔、縦方向 1 m 間隔で 25×13 m のメッシュ状に河床標高、河床の底質、土砂堆積圧を調べた。また、縦方向に 2 m 間隔で流速を測定した。

現地計測で測定した流速から、水面利用施設内の流れの方向と流速を把握しやすくするために、Micro AVSを用いて流速ベクトル図を作成した(図 - 2)。図より舟着場内では、流れが見られない死水域が発生していることが分かる。舟着場内の死水域においては、上流から流されてきた土砂がそのまま流されることなく、施設内に堆積していることを確認した。また、図 - 3 に現地で採取した土砂の粒径加積曲線を示す。図 - 3 から、堆積土砂の粒径は 2 mm 以下であることが分かった。また、粒径 0.25 mm 以下が全体の 70 % 程度を占めており、平均粒径は約 0.2 mm であった。

2. 水理模型実験

水理模型実験では、水面利用施設内の死水域を解消するための施策案として、河川主流部の流れを構造物を設置することで、施設内に引き込む手法について検討する。図 - 4 は、水理模型実験を実施している様子の写真である。水理模型実験によって、想定する水位や設置する構造物の大きさや

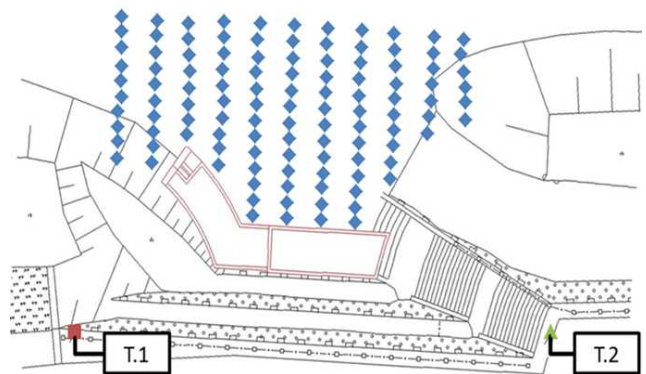


図 - 1 舟着場平面図と調査範囲

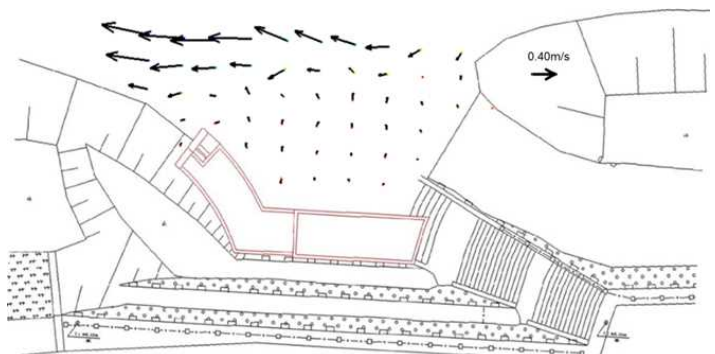


図 - 2 水面利用施設周辺の流速ベクトル

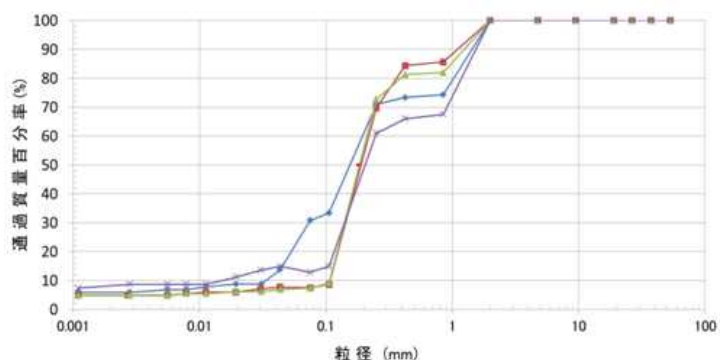


図 - 3 堆積土砂の粒径加積曲線

角度等を調整しながら、構造物の設置条件による違いを明らかにするとともに、土砂堆積を軽減するための最良の施工案を絞り込む。実験を行う際に使用した模型は、研究対象とした舟着場を縮尺 1/75 で石膏により作成した。また、流れを誘導するための構造物は、現地換算で長さ 4 m × 幅 1.2 m × 高さ 1 m の直方体となる大きさの模型を作成した。これらの模型を水路幅 60 cm の実験用水路に図 - 4 のように設置した。

本実験では構造物の設置条件による違いを明らかにするために、条件の異なる 3 つのケースで実験を行った。実験ケースは、現地の流況を再現し、構造物を設置しないケースと、構造物をそれぞれ水面利用施設に対して 75° と 90° に設置したケースの実験を行った。模型実験の水深は 11 mm であり、現地における平水位に相当する水深とした。実験時の流量は 0.012 m³/min、水路勾配は 1/2000 である。

また、本実験では実験結果の比較を行うために、水路にプラスチック球の流れる様子を動画で撮影し、撮影した動画をもとに画像解析ソフトを用いてPIV解析を行い、各実験条件での土砂堆積軽減効果を比較する。

水理模型実験の結果、構造物を設置しないケースにおいて、主流部では上流から下流への穏やかな流れが確認できるが、施設内では死水域が発生していることが分かる。この結果は対象地での現地計測結果と同様の傾向であると言える。構造物を設置したケースにおいては、構造物を設置することによって主流が施設内に引き込まれ、施設内に流れが発生している様子が確認できた。

実験の比較を行った結果、構造物の設置角度を 90° のケースが舟着場内への流れの引き込みが優位であることが確認できた。図 - 5 に構造物の設置角度を 90° に設置したケースのPIV解析結果を示す。引き込まれた流れの流速は、約 5.0 cm/s であり、現地換算で約 43 cm/s である。

図 - 6 に粒径と流速の関係を示したユルストローム図を示す。図 - 6より、水面利用施設内に約 43 cm/s の流れを発生させれば、粒径 1.0 mm の堆積土砂を侵食、運搬ができると換算される。したがって、構造物の設置角度 90° で水面利用施設の堆積土砂軽減が期待できる。

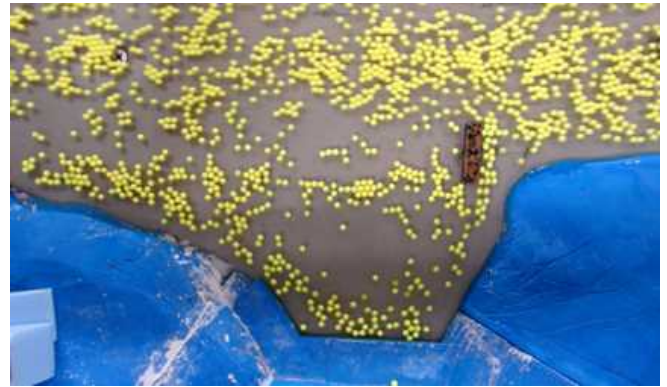


図 - 4 水理模型実験の様子

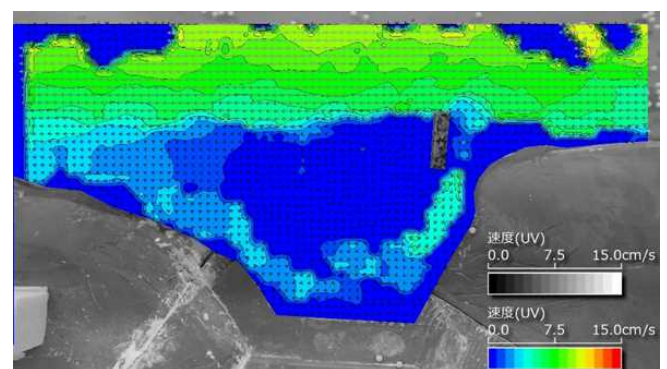


図-5 構造物を 90° に設置したケースの PIV解析結果

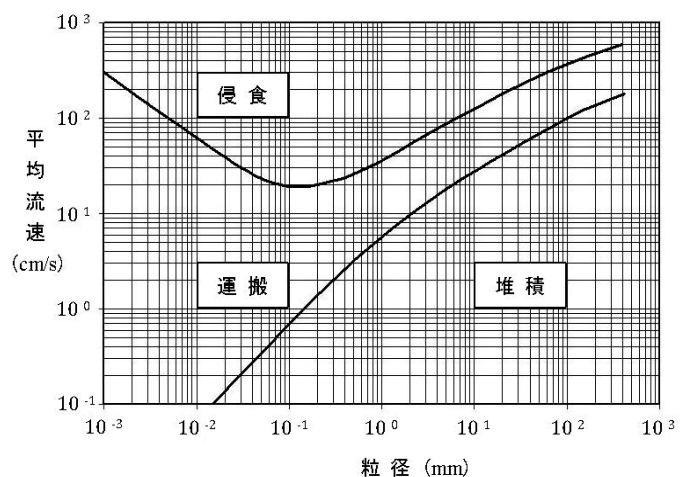


図 - 6 ユルストローム図

おわりに

本研究では足羽川の水面利用施設の土砂堆積軽減に関して現地調査により土砂の堆積要因を分析・整理し、水理模型実験や数値解析等を行いながら有効な施策案を立案することを目的とし研究を行った。現地調査の結果、対象地では施設内に土砂が堆積し、死水域が発生していることを確認した。水理模型実験の結果、施設内の土砂を侵食、運搬可能な構造物の設置案を導くことができた。

高専連携と民間企業の共同研究による新規排水処理リアクターの開発

岐阜工業高等専門学校 環境都市学科 准教授 角野晴彦
阿南工業高等専門学校 創造技術工学科(建設コース) 講師 川上周司

はじめに

共同研究のきっかけは、本研究室・研究グループの精力的な研究活動とシーズが民間企業の目に止まったことにある。

共同研究は、平成22年度より岐阜高専と民間企業で、本研究室の研究シーズを元に始まった。この成果より、民間企業より新たなニーズが出され、平成23年度は新規排水処理リアクターを開発した。平成24・25年度は、処理機構解明のために阿南高専を加えた3者となった。高専連携と産による開発の速度は速く、平成26・27年度は、実工場における実証規模リアクターによる実験に至った。

研究内容

(1) エネルギー最小消費で維持管理不要な排水処理リアクターの適用排水種の拡大

高専間、大学-高専、産学官の多重連携で開発中のエネルギー最小消費型排水処理であるDHS(Down-flow Hanging Sponge)リアクター¹⁾による適用排水種の拡大を検討した。これまでDHSリアクターは産業排水処理に単体で適用した事例がなかった。ここでは、本校の産学官連携コーディネーターの協力を得て、本校付近の食品工場排水を継続的に入手できた。

DHSリアクターによる中有機物濃度の食品工場排水処理(写真左)は、処理温度が10℃を下回っても有機物容積負荷が1.5 kg-COD/m³-sponge/日以下であれば、処理水の溶解性成分は代表的な規制値をクリアできた。

(2) 簡単な維持管理で高速な新規排水処理リアクターの開発

(1)の研究成果を受け、民間企業より、市場ではさらに高負荷(高速処理と同意)を必要とする排水処理のニーズもあり、これも満たしたいとの要望がでた。これを受け新規に開発したのは、気相部を高酸素濃度に保つHigh dissolved oxygen(以降Hi-)DHSリアクターである。Hi-DHSリアクターの特徴は、高い溶存酸素と酸素溶解速度により、これまで潜在していた生物膜深部の微生物を有効にできることにある。

実験は、実験室規模から始まり、Hi-DHSリアクターによって豆腐工場模擬排水の連続処理したところ、処理時間5 hで規制値程度の処理水が得られた。ただし、実際の処理時間は3 hであり、これを用いて有機物容積負荷を求めると、2.1 kgBOD/m³-reactor/日となり、好気性処理では最高速レベルのポテンシャルを持つことが示された。ここでは阿南高専が、分子生物学的手法を駆使し、処理機構の解明に貢献した。Hi-DHSリアクターは実用化に有望と考えられたため、工場における実証規模リアクターによる実験に着手した(写真右)。ここでは処理時間と水質に加えて、処理に伴い発生する余剰汚泥生成量や機械的な制御等に関する知見を調査した。

おわりに

6年間の共同研究の成果は、論文:2編、特許出願:2件、雑誌の特別企画:1件、口頭・ポスター発表:24件(うち2件国際会議)に結実している。本研究を加速するため、競争的資金を3件獲得した。その中には、国立環境研究所にも共同に加わって頂いた。これによって、本研究が高専間と産学官の2重の連携体制となった。

微生物を利用する研究開発であるため実験的な検証に時間と手間が必要である。このような研究開発にも関わらず、共同研究が6年間に涉っても継続された理由は、時間と手間を掛けた分以上に、①着実な成果、②スピード感、③高専連携による研究の拡張性、④学生の的確で誠実な対応などが、民間企業に評価されたと思う。

今後は、市場開拓を進め、適所に本共同研究の成果を社会に還元する。



1) 大久保努ら、高専間と産官学の連携による新規排水処理技術「DHS」の開発、環境技術、第41巻、第11号、675-678、2012

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
沼津工業高等専門学校 物質工学科 教授 蓮實文彦

はじめに

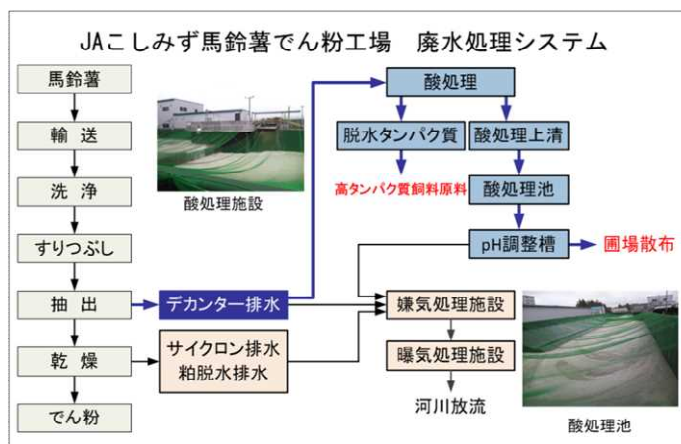
馬鈴薯でん粉製造工程は、馬鈴薯をすりつぶし、非常に大量の水を使用してでん粉質を沈殿させ、この沈殿物を乾燥させることででん粉を得ている。馬鈴薯でん粉製造工程では、でん粉抽出のために大量の水が必要であると同時に、馬鈴薯残渣物として高濃度のタンパク質を含む水溶液（デカンター廃水）が排出される。これまでに多大な設備投資を行ない操業中完結処理を行っている工場も一部あるが、ほとんどのでん粉工場では嫌気処理施設により処理できなかったデカンター廃水は一時的に調整池に貯留し、馬鈴薯でん粉工場が操業していない春先から夏にかけて嫌気処理施設を稼働させて対応している。この方法では、調整池に貯留されたデカンター廃水が腐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タンパク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るが、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。

波力発電用空気タービンの開発

松江工業高等専門学校 機械工学科 教授 高尾 学
 松江工業高等専門学校 実践教育支援センター 奥原 真哉
 松江工業高等専門学校 機械工学科 准教授 M M Ashraful ALAM
 松江工業高等専門学校 機械工学科 教授 高見 昭康

はじめに

海洋エネルギー利用技術の一つである波力発電に関する研究開発が、我が国や欧米諸国などで積極的に進められおり、中でも構造が簡素で、かつ海象異常に対して強いとされる振動水柱(OWC)型波力発電(図1)が有望視されている。この発電方式では、波の運動によって振動水柱(OWC: Oscillating Water Column)が引き起こされ、その水柱の運動により往復気流が発生する。そして、往復気流中で常に同一方向に回転する特殊な空気タービン(以下、波力タービン)と発電機を使用することで、気流が保有する流体エネルギーを電気エネルギーに変換している。

松江高専では、我が国の周囲に豊富にある波浪エネルギーを利用できるOWC型波力発電の実現に向けて、過去17年にわたり波力タービンの高性能化に関する研究開発を精力的に実施している。

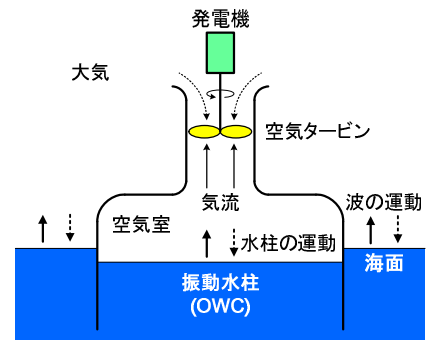


図1 OWC型波力発電のしくみ

研究内容

国内外における波力タービンの研究プロジェクトでは、主としてウエルズタービン(図2)と往復流型衝動タービン(図3)の2つが使用されている。ウエルズタービンは、ハブに対称翼を取付角 0° で設けただけの極めて簡素な構造をもつ。このタービンは、図4に示すように高速回転域で高い効率(=タービン出力/空気入力)が得られ、発電機を小型化できる利点を有するが、失速のため低速回転域では効率が著しく低下する。一方、往復流型衝動タービンは、失速せず幅広い回転数域で高効率を示し(図4)、さらにウエルズタービンより高いトルクが得られるため起動性も優れているが、動翼に加えて案内羽根を必要とするため、やや複雑な翼列形状を有している。

両タービンとも、往復気流中で同一方向に回転できるように回転中心面に関して対称の翼列形状を有しているため、最大効率は約50%で一般的なタービンに比べて低い。また、ウエルズタービンについては、流量係数(=気流速度/回転速度)が上昇すると失速し、タービン出力が得られない。

本研究では、各波力タービンの性能改善を図るため、風洞を使用した性能試験と数値流体力学(CFD)によるシミュレーション(図5)を用いてタービンの性能解析を実施し、各波力タービンの好適な翼列形状などを提案している。

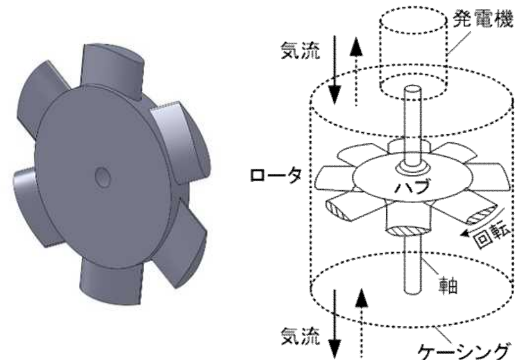


図2 ウエルズタービン

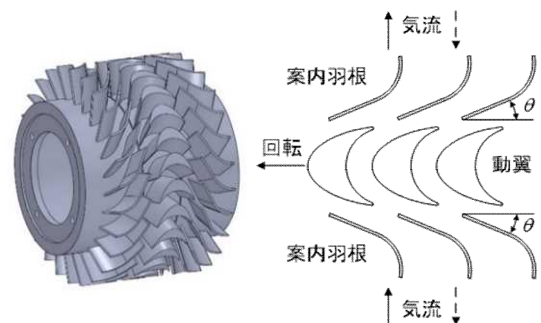


図3 往復流型衝動タービン

おわりに

今後は、本研究で得られた成果を実海域の実証試験におけるタービン設計に活用することを考えている。

一方で、これらに代わる波力タービンとして、2台の一方方向流れ用衝動型タービンを組み合わせたツイン衝動型タービンや、ウエルズタービンに小型の往復流型衝動タービンを組み合わせたブースターを有するウエルズタービン(それぞれH24-26とH28-30の科学研究費助成事業・基盤研究(B)に採択)など、新しい波力タービンの技術開発にも挑戦している。

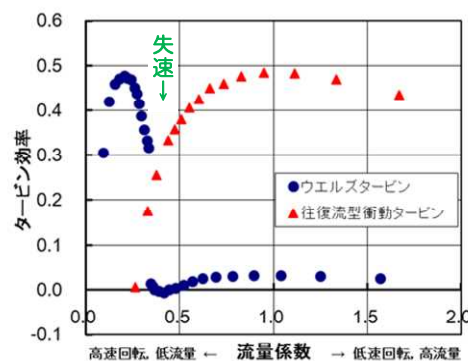
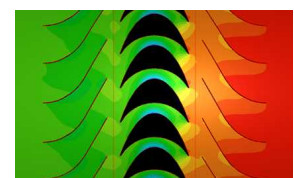
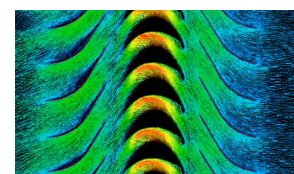


図4 波力タービンの効率



(a) 圧力分布



(b) 流速分布

図5 タービン内の流れ

木炭EDLCを利用した屋外LED照明

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

島根県内の中山間地域で利用可能な資源として、木材や竹がある。この地域は古くはたたら製鉄が行われており、製鉄に使用する木炭の生産が盛んであった。著者らは、この木炭の利用方法の一つとして電気二重層キャパシタ(EDLC:Electric Double Layer Capacitor)と呼ばれる蓄電器を考えた。

著者らは、木材とおなじセルロース繊維である木綿を1cm×1cmの角の炭にした小型セルの試作から始めて、試作を繰り返し、現在は、目標とした木炭や竹炭を利用して、厚さ2cmで大きさがB5版(26cm×18cm)サイズのセルで、数Whの電気容量を実現するに至った。その蓄電器の応用の一つとして、LEDと太陽電池を組み合わせた屋外LED照明が考えられた。試作した屋外LED照明の内4台は、学内で使用している。

研究内容

著者らは、これまで約10年間に掛けて、炭(杉、マングローブ、竹、木綿)、紙、水酸化カリウム水溶液もしくは水酸化ナトリウム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。

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ドリフトし、電気二重層を形成する現象を利用している。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こらず、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。

これらの特長を有する蓄電容量が100Wh程度のEDLCの利用方法としては、太陽電池とLEDを組み合わせたLED照明などが有効である。そこで、60～80WhのEDLCを試作し、太陽電池(60W)とLED照明(6W)を利用して、LED照明を9台試作した。写真は、本校直野寮に設置したLED照明の内の2台である。日照時間の短い山陰の冬でも目的の動作が確認されている。木炭からのEDLCの組み立ては、学内に設けた作業場にて卒研生らによって行われた。



直野寮3号館近くの駐車場に設置されたLED屋外照明 (2016.03設置)



直野寮食堂近くの駐輪場に設置されたLED屋外照明 (2016.03設置)

おわりに

島根県内の中山間地域では、少子高齢化、若者の県外流出などにより農地および地域の維持が危機的な状態にあるところもある。こうした地域の人々の生活を維持して行くためには、中山間地域に、農業や林業と兼業で実施できる新たな産業が必要と考えられる。上述の木炭および竹炭を利用した蓄電器の主材料は、中山間地域でも入手可能である。現在、島根県産業技術センター、民間企業、中山間地域の営農業法人と協働して、中山間地域に安価な小型プラントを作り、営農業法人の方が農閑期に蓄電器の生産を行う実験を計画している。

この調査では、過疎化の進む中山間地域でLED夜間照明の生産を目指す。技術面、経済性、安全性、環境、CO₂削減等のさまざまな側面を考慮して、中山間地域での蓄電器生産の可能性を具体的に調査する。中山間地域での農業従事者による蓄電器もしくはそれを利用した商品生産は、多くの難題が予想される。また、電解液を水酸化ナトリウムすることで海水からの電解液の生産の可能性も調査する。

環境調和型フロート式マイクロ水力発電

津山工業高等専門学校 電子制御工学科 特任教授 鳥家秀昭

はじめに

近年、クリーンエネルギー源の一つである水力発電が注目されている。従来の水力発電は大規模で莫大なコストが必要である。生態系への悪影響、対環境性の悪さなどの問題が比較的小さく、建設コストが低いマイクロ水力発電が注目されている。

本研究では下掛け水車のマイクロ水力発電で、水車が水面に浮かんで回転し発電するフロート式発電機の小型モデルを用いた原理実証実験、有限要素法（FEM）解析ソフトANSYSを用いた流体解析、及びフィールド試験を行うことで有効な適用性を検討する。

図1にフロート式マイクロ水力発電の実験風景を示す。



図1. フロート式マイクロ水力発電の実験

研究内容

フロート式の特徴

- A・水車全体が回転する構造・・・異物を巻き込みにくく運転障害が発生しにくい。
- B・同軸固定による無回転差・・・左右の水車に回転数の差が生じないため安定性がある。
- C・水車本体が水に浮く構造・・・水車本体の重量を支持する必要がないため大規模な基礎工事が不要。また単純な構成になるため安価である。
- D・フロート式には流水の速度が速く、流れてくるゴミ等の異物の影響が少ない。

ANSYSによる流体解析

フロート式水車を使用する際の有効な使用条件や適用性を調べるために以下の項目について解析を行った。

- ・水路における流速分布の解析(図2)
- ・障害物がある場合の流速分布の解析(図3)

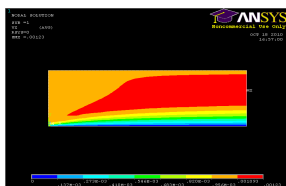


図2. 一般的な水路の流速分布

- ・水面からおおよそ水底までの半分の範囲で速い流速を表している。
- ・障害物があった場合でも表面付近の流速にはさほど変化がない。

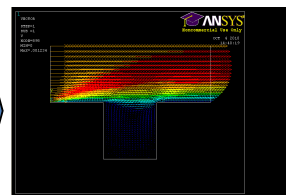


図3. 障害物ありの流速分布

この水面付近部分で水車を回転させることで、流水エネルギーをより有効に発電エネルギーに変換できる。

実験機による性能評価

実験場所: 鏡野町吉井川、津山市横野川(実験を行う前に県民局、鏡野町役場に申請し許可を得た)

実験機: フロート式水車(図1)

サイズ: 縦900、横900、高さ300(水車羽根φ300)

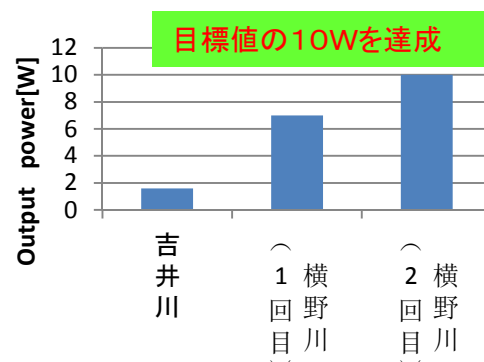


図4. 実験結果

おわりに

- ・ANSYSの解析と実験から流量（流速）を有効に活用できる領域を調べ、試作した実験機を河川実験により発電出力と回転数を測定した。
- ・2015年度の実験機（図1）は、ベルトを使わないダイレクトドライブの構造にして発電出力を増大し目標の10Wを達成した。
- ・今後は、30W 機を試作しフィールド試験により発電性能を検証する。さらに可搬型マイクロ水力発電に研究を展開する。

大崎上島の絶滅危惧植物の遺伝子マーカーの開発

はじめに

広島商船高等専門学校 一般学科 准教授 大沼みお
電子制御工学科 教授 藤富信之

瀬戸内海中央、本州本土から10kmほど離れた海上に位置する大崎上島には海岸、山地、平野、汽水域、ため池、石灰岩地など多様な自然環境があり、広島県内だけでなく、全国的にみても絶滅を危惧され、保護が必要な植物が多種生息している。これまでに、稀少植物35種を同定した。なかでも早急に保護の必要な種は7種、なるべく早く保護の必要な種は7種であった。

これらの植物の識別は、植物体の形態的特徴を元に判定されるが、花や実で判断する場合はその時期でないと判別が難しく、植物は気候や環境で形態が変化するため判定に熟練を要する。さらに、判定者の経験や主観に依存し、時間と労力がかかる上に識別精度も一定して高いとはいえない。今後、これらの生物の分布の移り変わりを調査するために、より簡便で高精度な、判定者の主観によらない識別手法の開発を行う。

研究内容

これまでに同定した、早急に保護が必要な絶滅危惧植物7種のうち、アゼオトギリとオオミクリは、その同定が難しい。アゼオトギリはオトギリソウ科の多年草で、田んぼの畦のような環境に生育する。近似種にサワオトギリ、ナガサキオトギリ、オトギリソウ、ヒメオトギリがある。この中で特にアゼオトギリはサワオトギリと形態的特徴が非常に類似しており、判別が難しい。また、オオミクリはミクリ科の多年草で、ため池などに生える。根は水底の土の中で、茎や葉が水面から上に伸びる。近縁種はミクリ、ナガエミクリ、ヒメミクリ、ヤマトミクリ、エゾミクリ、タマミクリなど10種類ほどあり、中でもミクリとオオミクリの区別が難しい。

これら2種の植物と、それぞれの近縁種に関して、以下の方法を試みる。

- (1) 核型解析: 分裂期における染色体の数、形、大きさやDNA染色試薬への感受性の違いを解析する。
- (2) マイクロサテライト法: DNAの非遺伝子領域に存在する単純反復配列の繰り返し数の違いを解析する。
- (3) AFLP法: ゲノム中の特異的な配列に挟まれた領域の大きさと数を検出する。

得られた結果より、より簡便で近縁種との違いが明らかな判別法を確立する。

おわりに

本研究は、研究対象が栽培種でないため、サンプルの採取に時間がかかることが予想された。比較対象としたい植物のいくつかは生息地が不明だったため、その調査から開始した。

アゼオトギリに関しては、大崎上島にはアゼオトギリとオトギリソウがあるが、最も類似しているサワオトギリは確認されていない。広島県内を調査し、東広島市や、山県郡から同定済みのサワオトギリの解析用サンプルを採取した。

オオミクリに関しては、大崎上島に生育するオオミクリの形態的特徴を詳細に解析したところ、オオミクリとミクリの両方の特徴を持っていたため、その同定が望まれる。同定には同定済みのオオミクリとミクリが必要であるため現在、その探索を行っている。

本研究で開発した手法により、絶滅危惧植物を簡便で高精度に識別が可能になる。また、判別者の熟練が必要ないので、継続的に生息地の調査を行うことができ、経年変化等の情報も得られ、保全方法の検討に役立つと考えられる。本研究の成果を活用した保全活動の報告を行うことにより、社会への啓蒙にも役立つと考えられる。

浄化槽に頻出する重要微生物種の特定

阿南工業高等専門学校 創造技術工学科 講師 川上周司
公益社団法人 徳島県環境技術センター 西岡卓馬

はじめに

浄化槽とは、生活排水を嫌気処理と好気処理を経て処理する排水処理設備である。浄化槽は公共下水道が未整備の地域において、便所の水洗化を図るために設置されていた建築物の付帯設備という位置づけであった。しかし、全国的に地方自治体の財政難や過疎化が進み、下水道の普及が難しくなったこともあり、合併浄化槽は恒久的な下水道類時施設として、暫定的ではなく公的、計画的に整備される生活排水施設という位置づけに変わった。

浄化槽は、公共的な下水処理の一つとして機能することが求められているが、暫定的なものとして扱ってきたために、微生物情報ははじめとする知見が下水道や工場排水処理システムに比べると圧倒的に少ない。浄化槽に流入する排水は、排水の性状が均一な下水道と工場排水処理システムとは違い、利用状況や居住者の影響を受け、排水の性状が大きく変動する。こういった違いがあるにもかかわらず、浄化槽は、下水道と工場排水処理システムの知見の経験則で運用しており、浄化槽を人為的に制御できる運用システムが存在していない。そこで、本研究では、浄化槽を人為的に制御できるシステムの確立と安定化の実現に向け、浄化槽内の微生物種と処理の環境状態を把握する指標について検討を試みた。処理良好時のサンプルを複数個用意し、頻出する微生物種(キー微生物)の特定と、キー微生物の処理の状態を判断する指標が利用可能であるかを検討した。

実験方法

本研究では、徳島県内に設置された、嫌気ろ床接触ばっ気方式のもの3基とした。浄化槽別にA(2015年1月13日採取)、B(2015年1月26日採取)、C(2015年2月3日採取)とし、サンプルは嫌気ろ床槽第1室(A-1、B-1、C-1)、嫌気ろ床槽第2室(A-2、B-2、C-2)、接触ばっ気槽(A-3、B-3、C-3)の3か所で計9サンプルを採取した。微生物を網羅的に解析するため、DNA抽出を行い、PCR法にて増幅した。増幅したDNAを株式会社ファスマック16SrRNAアンプリコン解析に外注し、シーケンシング解析を行った。シーケンシング解析の結果から、正準対応分析CCA(Canonical Correspondence Analysis)を行い、生態系内の趣向と環境要因との関係を表すことができる解析を行った。

実験結果

CCA(Canonical Correspondence Analysis) は生態系内の趣向性と環境要因との関係を分かりやすく解析することが出来る多変量解析である。本研究はCCAを用いて、浄化槽の処理環境に影響を及ぼす微生物種や環境要因を検討した。図中の矢印は環境要因の影響度を表しており、長いほど環境に大きな影響を与えている。矢印の長さは全窒素(T-N)が最も長く、次いで水温(°C)と酸化還元電位(ORP)が長く、後は浮遊物質(SS)とpH、生物化学的酸素要求量(BOD)、透視度(Tr)という順になっている。酸化還元電位は好気か嫌気かを判断する指標である。好気槽であるA-3、B-3と好気状態に近づいている嫌気槽C-1、C-2は図の正方向(0線より右側)に集中している。また、その近くには微生物F3、F5、F6、F8がプロットされ、好気処理のプロセスにおいて、影響を与える種である可能性があるといえる。負方向(0線より左側)にはA-1、B-2がある。A-1は、T-Nの矢印の近くにあることから、T-Nが環境に大きな影響を与える可能性が高い。また、F7とF10もT-Nの矢印に近いことから、T-Nが存在率に影響を与えている因子であると示唆された。B-2は環境因子を示す矢印から特徴を読み取るのは難しいが、F9がやや近くにプロットされている。よってF9は、B-2の処理に影響を与えていると思われる。

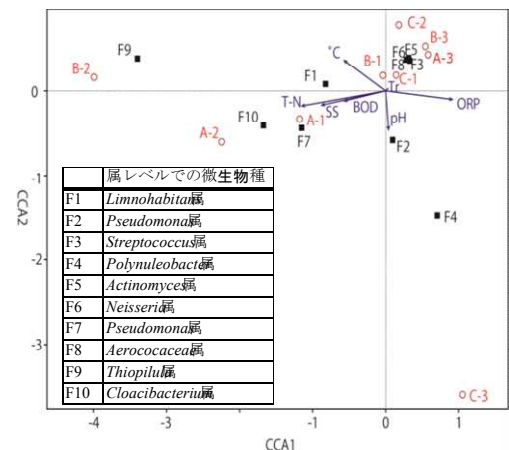


図1 CCAの解析結果. ・は微生物種を示し、○はサンプルを示し、矢印は環境要因を示している。

まとめ

CCAにより、浄化槽の処理環境に影響を及ぼす微生物種や環境要因を判定した結果、嫌気槽では、F1 (*Limnhabitans*属)とF10 (*Cloacibacterium*属) の存在率が高かったことから、重要な微生物種であることが示唆された。また好気槽ではF4 (*Polynucleobacter*属) の存在率が高かったことから、重要な微生物種であることが示唆された。今後はこれら微生物の生態情報から浄化槽の最適な運転条件を提案していく。

環境にやさしい徐放剤の開発

新居浜工業高等専門学校 生物応用化学学科 准教授 堤主計

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る。

【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(scCO_2)
(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と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。

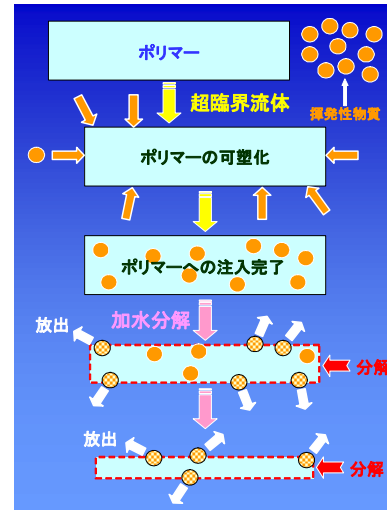


図1.揮発性物質の含浸と徐放

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

繰返し使用可能な炭素繊維を再生する革新的リサイクルプロセスの基礎研究

北九州工業高等専門学校 生産デザイン工学科 物質化学コース 教授
永田 康久

はじめに

炭素繊維は、複合材料(CFRP)部品を製造する全工程では鉄に比べて3倍強のエネルギーを必要とするが、CFRPを部品等に適用して車体を30%軽量化した効果(燃費の削減)で、既存の車に比べ20%以上のCO₂発生量を削減できる地球に優しい繊維である。更にリサイクル品を使うと新品に比べ製造エネルギーの大幅削減となり、炭素繊維のリサイクル技術開発は必須である。しかし、CFのリサイクル技術は用途限定で実用化されているものの問題も多く、強靱なエポキシ樹脂硬化物等をマトリックス樹脂とするCFRPを完全分解させて、且つ性能低下を招かず新品同様にCFを再生して繰返し使用できるリサイクル技術の開発が必要である。

研究内容

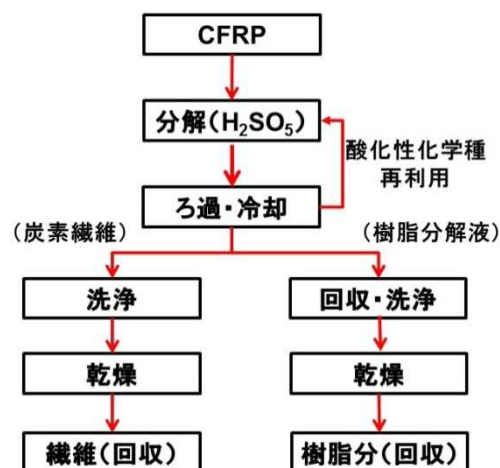
本研究では、比較的濃度の高い硫酸溶液を電気分解して得られた酸化性活性種(ペルオキシ硫酸等)がCFRPマトリックス樹脂成分を短時間で完全溶解できると考え、CFの性能低下を招くことなくCFRP廃材より連続的に原材料を回収するプロセスの基礎研究を行った。

ダイヤモンド電極を用いた隔膜式の電解セルで、濃度47%の硫酸を7Aで60分間電気分解した硫酸溶液では、酸化性活性種の生成量が約1.0mol/L生成し、CFRPのエポキシ樹脂系マトリックス樹脂を短時間で効率良くきれいに完全分解することができた。また、一般の有機系合成樹脂類(ポリエチレン他)も全て完全分解することが確認できた。

リサイクル品として回収された再生後の炭素繊維性能を測定したところ、単繊維強度(応力)は平均490kgf/mm²となり、オリジナル(再生前)炭素繊維の単繊維強度(平均460kgf/mm²)と比べて同等以上の繊維性能を示した。

樹脂は酸化性活性種により気泡を発生させながらCO₂とH₂Oに分解されると思われ、分解樹脂の再利用化は難しいが、本研究のプロセス原理は高価な炭素繊維を繰返し回収できる点で、工業的に有効であることが確認された。

下図は、CFRPから炭素繊維を回収するフローを示した。また、写真は試作した電解槽セルと電解液によるCFRP溶解試験の状況である。



回収プロセス工程フロー



電気分解槽セル(試作)



電解液でのCFRP溶解状況

おわりに

本研究は、新たなCFRPリサイクルシステムの基礎研究として道筋を示した段階であり、工業的なスケールアップ研究が必要である。電気分解によって発生した水素や酸素ガスはエネルギー源として利用価値があり、硫酸の再利用も可能であり、効率的にも有効な手法であると考えている。

g-アルミナ触媒上でのパーフルオロカーボン類の加水分解速度

佐世保工業高等専門学校 物質工学科 教授 長田秀夫
佐世保工業高等専門学校 物質工学科 教授 平山俊一

はじめに

パーフルオロカーボン類は、二酸化炭素の数千倍以上の地球温暖化係数を有するため分解処理技術の開発が望まれている。パーフルオロカーボン類の中でもテトラフルオロメタンは比較的多くの研究例があるが、その他のパーフルオロカーボン類の研究例は少なく、パーフルオロカーボン類の間での反応性の違いについての研究例も少ない[1]。

そこで、本研究ではγ-アルミナを触媒として炭素数が1のテトラフルオロメタンと炭素数が2のヘキサフルオロエタンの加水分解反応を行い、炭素数の違いによる反応性の違いを検討した。さらに、量子化学計算を用いて反応結果の考察を試みた。

研究内容

(1) 接触加水分解反応

パーフルオロカーボン類の加水分解反応は固定床常圧流通式反応装置を用いて行った。反応温度は600℃とした。触媒量は0～2.0 gまで変化させた。反応ガスおよび生成ガスの分析はTCD型ガスクロマトグラフで行った。

(2) 量子化学計算

ソフトウェアは、Spartan '14 (Wavefunction, Inc.)を用いた。構造最適化計算は、Hartree-Fock法、および、密度汎関数法(B3LYP)で行った。基底関数は6-31+G*とし、それぞれに水の溶媒効果を取り入れた。

おわりに

(1) 反応速度の測定

パーフルオロカーボン類の加水分解反応速度は接触時間を変化させて微分反応器の条件を満足する範囲で行った。原点からの直線を引くことのできる範囲での傾きから反応速度を求めると、テトラフルオロメタンでは $1.76 \times 10^{-2} \text{ mol kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ であり、ヘキサフルオロエタンでは $3.96 \times 10^{-3} \text{ mol kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ となり、テトラフルオロメタンの加水分解速度の方が4.4倍速いことがわかった。

(2) 量子化学計算

このような加水分解速度の差異を定量的に考察するため反応物と1次分解生成物の安定性を量子化学計算により求めた。反応としては、テトラフルオロメタンについては炭素-フッ素結合の切断のみを、ヘキサフルオロエタンについては端-フッ素結合および炭素-炭素結合の切断を取り上げた。真空中での計算を行ったところ、テトラフルオロメタンとヘキサフルオロエタンの間にほとんど差異は認められなかった。そこで、パーフルオロカーボン類の加水分解反応における反応速度の水蒸気分圧依存性を調べた。その結果、両パーフルオロカーボン類とも水蒸気分圧の反応次数は0次であった。相田ら[2]はクロロフルオロカーボン類の加水分解反応において水蒸気の反応次数が0次であり、これは触媒表面上が水蒸気で覆われているためだと報告している。クロロフルオロカーボンとパーフルオロカーボンは類似していると考えられることから、パーフルオロカーボン類の加水分解反応においても触媒表面上は水蒸気で覆われているとし、模擬的に水溶液中と仮定して計算を行った。その結果、テトラフルオロメタンからテトラフルオロメチルカチオンが生成する方が、ヘキサフルオロエタンからヘキサフルオロエチルカチオンが生成するよりも約33 kJ mol⁻¹低いことがわかった。また、ヘキサフルオロエタンにおいて炭素-炭素結合の切断についても検討した。その結果、炭素-炭素結合の切断による経路の方が炭素-フッ素結合の切断による経路に比べて著しく安定であることがわかった。もし、γ-アルミナ上で炭素-炭素結合の切断から反応が始まっているとすると、反応速度はヘキサフルオロエタンの方が速くなければならない。反応結果と計算結果を比較することで、ヘキサフルオロエタンの活性化は炭素-フッ素結合の切断であることが推察された。

引用文献

- [1] H. Nagata *et al.*, *J. Jpn. Petrol. Inst.*, **52**, 104 (2013).
[2] 相田ら, *化学工学論文集*, **17**, 943 (1991).

〔八代海/有明海の干潟および浅海の環境モニタリング機器の開発〕

熊本高等専門学校 建築社会デザイン工学科 教授 入江博樹
 熊本高等専門学校 機械知能システム工学科 教授 宮本弘之
 熊本高等専門学校 情報通信エレクトロニクス工学科 教授 葉山清輝
 熊本高等専門学校 建築社会デザイン工学科 准教授 上久保祐志
 熊本高等専門学校 技術教育支援センター 下田誠 技術次長

はじめに

本プロジェクトは、八代海や有明海の自然環境を知るためにICT技術を活用した環境モニタリングシステムの開発を目的としています。八代海や有明海は潮汐差が大きく、全国でも有数の大規模な干潟を有しています。この豊かな自然環境を守るために、最先端の技術を活用した機器の試作と実験を行っています。

研究内容

漂流ブイ／定水深フロートの開発

潮流を調査のために漂流ブイ／定水深フロートを開発しています。これまでに表層の流れを計測する漂流ブイを開発しました。現在、潜水機能をもち一定水深にとどまる装置を有する定水深フロートを試作しています(図1)。平成27年度は不知火海の球磨川河口沖で実験を行い、動作とその有効性を確認しました。(国内学会等発表7件、査読付論文発表2件、特許申請2件など)

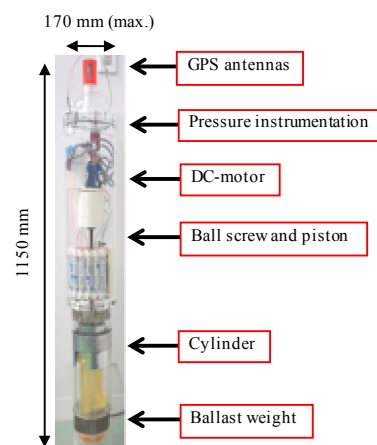


図1 定水深フロートの全体図

漂流ブイ／定水深フロートの開発

ドローンにカメラを搭載し、上空から俯瞰的に撮影した画像を使って、地形情報を効果的に収集する方法について研究しています。現在の研究対象は、干潟の地形変化の調査です。この手法の予備検証として、熊本県津奈木町の旧赤崎小学校の校舎をビデオ撮影した映像から3Dプリンタによる立体模型を試作しました(図2)



図2 赤崎小学校の3次元データと3Dプリント出力例

研究内容

調査観測用ドローンの開発

調査観測を目的とした新型のドローンを開発しています。現在試作中の機体は、離着陸時には3つのプロペラの推力を調整することで、安定して垂直上下方向に移動することができ、水平移動時には主翼と2つのプロペラを使って飛行が可能な機体です。マルチコプタータイプのドローンと比較して、少ない電力で高速に水平飛行が可能な飛行体を開発しました(図3)。

(国内学会等発表6件、査読付論文1件、ものづくりイベント等での展示3件、特許申請4件ほか)



図3 マルチコプターから飛行機になる垂直離着陸機

おわりに

本プロジェクトでは、教員らと一緒に専攻科や本科の学生らも卒業研究のテーマとして取り組んでいます。学生らの協力により、学会発表や特許申請などの成果を挙げています。将来的には、図4のような複数の機器で構成された、観測網の構築をイメージしています。今後、関連する自治体や企業との共同研究で効果的に研究開発を進めたいと考えています。

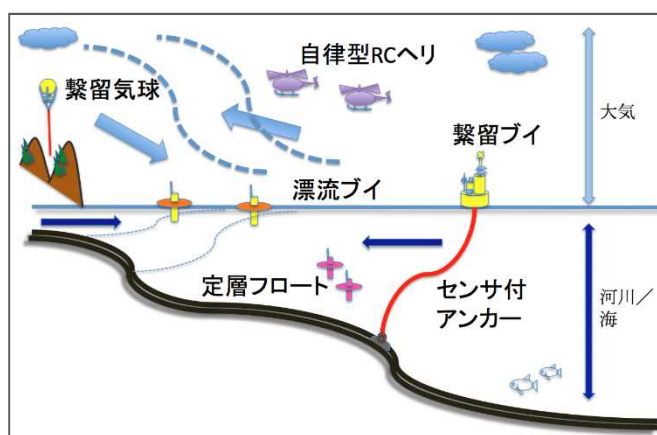


図4 本プロジェクトの将来的なシステムの構成例

沖縄県内土壌由来の水素産生菌叢の探索

沖縄工業高等専門学校 生物資源工学科 准教授 田邊俊朗

はじめに

環境負荷の少ない化石燃料代替エネルギーとして水素が広く認知されてきている。現在の水素生産の主流は水の電気分解や炭化水素の改質であり、発酵法によるものは少ない。微生物発酵による水素生産は、穏和な条件で稼働し、未利用バイオマスや有機性廃棄物を直接水素へ変換でき改質が不要なことや、発酵液が肥料として利用できるなど、物質循環型社会の構築に貢献できる技術である。

ところで沖縄は、亜熱帯性の気候とされ、生物多様性の高い地域と言われる。この生物多様性は陸上・水中の生物だけではなく、土壌中の微生物にも及んでいると推定され、高効率で水素を産生する微生物菌叢の存在が期待される。本研究では、沖縄県内の各離島を巡り、その土壌を採取し、水素を産生する微生物菌叢を馴養・見出すことを目的とした。

研究内容

本研究室では、沖縄県内24の離島から採取した約2400の土壌ライブラリーを保有しており、今回は粟国島、石垣島、伊是名島、伊平屋島、久米島、北大東島および南大東島から採取した土壌試料から水素産生菌叢の馴養を試みた。未利用バイオマスのモデル原料として結晶性セルロースおよびグルコースを用い、50℃で2週間の馴養を行った。50℃と比較的高温で培養したため、カビなどは生育せず比較的単純な菌組成の高温水素産生菌叢が得られると予測した。約350の土壌試料を発光装置に仕込み、発生したバイオガスをGCで分析した。伊平屋島125番試料から馴養した菌叢のバイオガスに、水素が検出された。伊平屋島125番菌叢を、次世代型シーケンサーMiSeqで16SrRNAメタゲノム解析したところ、高温でも生育できる水素産生菌が検出された。

おわりに



図1. 伊平屋島土壌採取ポイント

この地図は、改訂新版カシミール3D GPS応用編付属DVDに収録された国土地理院発行の数値地図25000を使用し、カシミール3Dver.8.90でGPSウェイポイントを記入したものである。

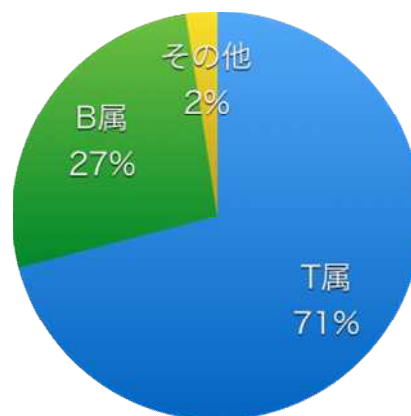


図2. 伊平屋島125番菌叢のメタゲノム解析

図1は、伊平屋島の地図で、伊平屋島 125番試料は伊平屋島の南西に位置する野甫島から採取されたものであった。農業環境技術研究所の土壌情報閲覧システムによれば、この付近の土壌は礫質暗赤色土であり中性～弱アルカリ性を呈する。これは沖縄に多い酸性土壌の赤土とは異なる。伊平屋島 125番から馴養された菌叢は、図2に示されるとおり、属レベルでは比較的単純な菌組成であり、7割のT属と3割弱のB属から構成されていると考えられる。これらの単離と全ゲノム解析により、その代謝マップ作成を作成し、バイオマスから水素への変換経路を明らかにしていきたい。

◆環境に配慮した取組事例

群馬高専構内の沼の生物多様性に対する 取組みと環境教育・啓発活動

群馬工業高等専門学校

はじめに

群馬高専内にある正観寺沼(通称「西湖」)はもともと農業用ため池であったが、昭和37(1962)年の群馬高専の創立に伴ってその一部となった。平成19(2007)年から本格的に生物多様性に関する調査を開始し、平成19年度以降の宮越^{*1}による継続的調査により、これまでに、80種以上の野鳥が生息ないしは訪れる、生物多様性に富んだ場所であることが示された。平成23(2011)年度に、高専機構及び高崎市の協力により、本校の50周年事業の一環として浚渫及び周辺整備が行われ、近隣の方々に開放された(図1)。これと並行して、野鳥をはじめとする生物多様性の検証を行うとともに、近隣住民や学生向けに野鳥観察会を開催してきた。

1. 野鳥をはじめとする生物多様性の調査

(1) 鳥類

毎週水曜日の昼休み等、原則となる時間を定めて出現した野鳥の種類、数を記録することにより、生物の多様性やその季節変動、経年変化を調べた。これを年次別、種類別にまとめ、工事の行われた平成24年度について工事の前後で変動がないか、まとめて比較した。その結果、過去9年間で84種類の野鳥が観察され、その季節変動、経年変化は図2～4の通りであった。

沼の北側には広くヨシ原が発達し、周囲ではガマが穂をつける。ヨシ原と周囲の樹木では、カイツブリ、カルガモ、ゴイサギ、バンなどの繁殖が毎年確認され、貴重な生態系をなしていることが確認できている。カワセミが毎日のように姿を現し、魚を捕らえる様子が学生や近隣の方々にも親しまれているほか、オオタカ、チョウゲンボウといった猛禽類もしばしば観察されている。

カモ類ではカルガモのほか、冬鳥としてマガモ、コガモ、ハシビロガモ、ヒドリガモなどが飛来するが、オナガガモのように近年、飛来しなくなった種もあり、引き続き注意深く観察する必要がある。

夏鳥では、渡りの途中と考えられるオオルリやキビタキ、エゾビタキの観察例があるほか、平成27年にはカッコウがヨシ原のオオヨシキリの巣に托卵し、繁殖したと考えられる。また、コウライウグイスなど県内でここでしか観察例のない希少種も記録されている。

8月から9月にかけての日没時には、ダイサギをはじめとするサギ類が数十羽、一斉に沼中央の島の樹木などに50羽前後、ねぐら入りする(図5)。



図1. 正観寺沼(群馬高専西湖)(左)と野鳥案内のために設置された看板

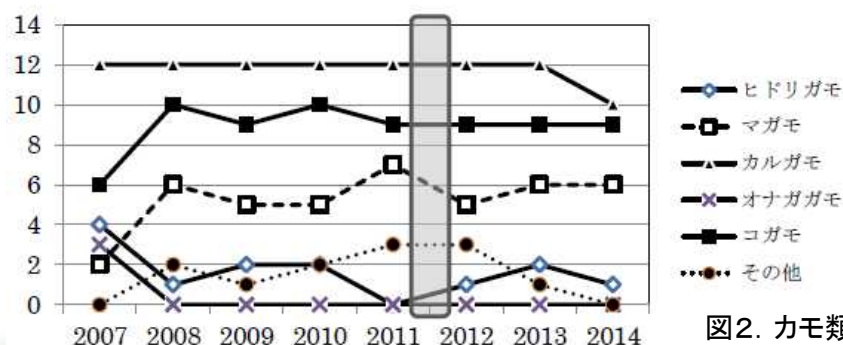


図2. カモ類の年次推移
(灰色部分は浚渫・周辺整備工事期間)

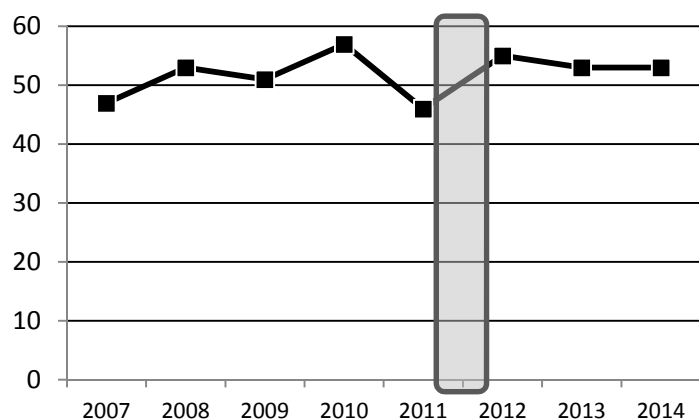


図3. 観察された野鳥の種数の経年推移
(灰色部分は浚渫・周辺整備工事期間)

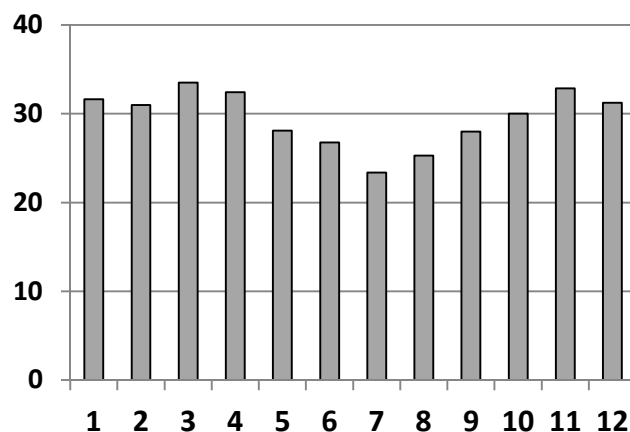


図4. 観察された野鳥の種数の月別推移



図5. サギ類(左からダイサギ, アオサギ, コサギ, ゴイサギ(上))とねぐら(2015年8月)

(2) その他の動物

その他の脊椎動物、昆虫類及び植物については鳥類ほどの継続的観察記録はないが、これまで正観寺沼とその周辺で確認され、生息していることがほぼ確実な脊椎動物は、以下のとおりである。

哺乳類： アズマモグラ、アカネズミ、ニホンイタチ、ニホンアナグマ

爬虫類： ニホンヤモリ、ヒガシニホントカゲ、ニホンカナヘビ、アオダイショウ、シマヘビ、ヒバカリ、ヤマカガシ

両生類： ニホンアマガエル、ウシガエル、トウキョウダルマガエル

魚 類： コイ、カワムツ、モツゴ、タモロコ、ミナミメダカ など

以上の観点からも、生物多様性に富む環境が形成されていることが裏付けられる。特に小型の魚類はカイツブリやカワセミが子育てを行う上での貴重な餌となっていることが確認された。

2. 浚渫と周辺整備工事の生物多様性への影響(野鳥による環境影響評価)

平成23(2011)年10月～平成24(2012)年2月に実施された、生態系保全型底泥浚渫資源化システムによる浚渫(青井^{*2})と、周辺環境整備工事の影響を、観察される野鳥の経年変化から検証した。その結果、これらの影響はほぼ無視できるレベルのものであることが示された。

表1. 過去100か月間に正願寺沼で観察された野鳥と出現頻度

種名(和名)	月別観察頻度												観察 頻度 (月数 累計)	月平均観察頻度		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		I 期	II 期	III 期
1 キジ	6	2	8	8	3	6	1	0	4	3	3	3	47	0.43	0.40	0.55
2 オシドリ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.00	0.03	0.00
3 オカヨシガモ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0.00	0.03	0.05
4 ヨシガモ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.00	0.03	0.00
5 ヒドリガモ	0	0	0	1	0	0	0	0	2	5	2	3	13	0.17	0.13	0.10
6 マガモ	5	6	8	1	2	0	0	1	1	6	8	6	44	0.40	0.50	0.43
7 カルガモ	8	8	8	8	9	9	8	7	8	8	8	7	96	1.00	1.00	0.95
8 ハシビロガモ	0	0	2	0	0	0	1	0	1	1	2	0	7	0.07	0.03	0.10
9 オナガガモ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0.10	0.00	0.00
10 コガモ	8	8	8	9	9	1	0	1	8	8	8	8	76	0.73	0.83	0.75
11 カイツブリ	8	8	8	9	9	9	8	7	8	8	8	8	98	1.00	1.00	1.00
12 キジバト	8	8	8	9	9	9	8	7	8	8	8	8	98	1.00	1.00	1.00
13 カワウ	8	8	8	9	9	9	7	6	7	7	8	8	94	0.90	1.00	0.98
14 ゴイサギ	5	2	3	4	9	9	8	7	8	8	7	6	76	0.63	0.73	0.93
15 アマサギ	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0.00	0.03	0.03
16 アオサギ	8	8	8	8	5	6	8	7	8	8	8	8	90	0.90	0.90	0.95
17 ダイサギ	6	4	4	4	7	6	6	6	8	8	8	8	75	0.63	0.67	0.95
18 チュウサギ	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0.00	0.03	0.05
19 コサギ	0	0	0	2	0	0	0	4	6	6	3	1	22	0.30	0.27	0.15
20 クイナ	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0.00	0.00	0.08
21 バン	3	2	7	9	9	9	8	6	8	7	8	7	83	0.93	0.73	0.88
22 オオバン	2	2	2	4	2	2	0	0	0	0	1	2	17	0.50	0.07	0.00
23 ツツドリ	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00	0.03	0.00
24 カッコウ	0	0	0	0	1	8	5	2	2	0	1	0	19	0.13	0.17	0.30
25 アマツバメ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	0.00	0.00
26 ヒメアマツバメ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	0.00	0.00
27 イカルチドリ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	0.00	0.00
28 コチドリ	0	0	0	4	5	3	0	0	0	0	0	0	12	0.00	0.07	0.25
29 イソシギ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0.03	0.00	0.03
30 コアジサシ	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0.07	0.00	0.00
31 トビ	6	6	7	7	6	4	3	3	7	7	6	6	68	0.27	0.90	0.85
32 ハイタカ	1	1	1	4	0	0	0	0	0	2	2	2	13	0.00	0.27	0.13
33 オオタカ	3	4	4	1	2	0	0	0	0	5	4	3	26	0.43	0.27	0.13
34 ノスリ	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	0.00	0.07	0.08
35 フクロウ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.00	0.00	0.03
36 カワセミ	8	8	8	8	9	7	5	7	8	8	8	8	92	0.90	0.93	0.98
37 コゲラ	2	1	1	7	1	3	3	1	3	3	1	1	27	0.10	0.17	0.50
38 アオゲラ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	2	6	0.10	0.03	0.08
39 チョウゲンボウ	0	0	0	1	4	5	3	0	2	1	0	0	16	0.10	0.03	0.30
40 コウライウグイス	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0.00	0.03	0.03
41 モズ	8	8	8	8	9	2	1	3	7	6	7	6	73	0.70	0.63	0.88
42 オナガ	8	8	8	9	8	9	8	7	8	8	8	8	97	0.97	1.00	1.00
43 カケス	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0.03	0.07	0.03
44 ハシボソガラス	8	8	8	9	9	9	8	7	8	8	8	8	98	1.00	1.00	1.00
45 ハシブトガラス	8	8	8	9	9	9	8	7	8	8	8	8	98	1.00	1.00	1.00
46 ヤマガラ	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0.00	0.00	0.05
47 シジュウカラ	8	8	8	9	9	9	8	7	8	8	8	8	98	1.00	1.00	1.00
48 ヒバリ	0	0	8	5	3	2	0	0	0	0	0	0	18	0.10	0.13	0.28
49 ツバメ	0	0	1	8	9	9	8	7	6	0	0	0	48	0.57	0.40	0.53
50 イワツバメ	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0.00	0.00	0.05
51 ヒヨドリ	8	8	8	9	9	9	8	7	8	8	8	8	98	1.00	1.00	1.00
52 ウグイス	5	8	8	8	4	6	4	3	5	6	6	6	69	0.53	0.83	0.70
53 エナガ	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	1	0	5	0.03	0.03	0.08
54 エソムシクイ	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.07	0.00	0.00
55 センダイムシクイ	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0.07	0.03	0.03
56 メジロ	7	8	8	9	9	9	8	6	7	8	8	8	95	0.93	0.97	1.00
57 オオヨシキリ	0	0	0	0	3	7	3	4	0	0	0	0	17	0.23	0.07	0.20
58 セッカ	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	5	0.17	0.00	0.00
59 ムクドリ	8	8	8	9	8	9	8	7	8	8	8	8	97	0.97	1.00	1.00
60 シロハラ	3	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0.00	0.17	0.13
61 ツグミ	8	8	8	8	2	0	0	0	0	0	8	8	50	0.43	0.57	0.50
62 ジョウビタキ	0	5	1	0	0	0	0	0	0	6	6	2	20	0.17	0.17	0.25
63 エソビタキ	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0.00	0.00	0.05
64 コサメビタキ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.00	0.00	0.03
65 キビタキ	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00	0.00	0.03
66 オオルリ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00	0.03	0.00
67 スズメ	8	8	8	9	9	9	8	7	8	8	8	8	98	1.00	1.00	1.00
68 キセキレイ	7	6	8	2	5	2	2	3	7	6	7	6	61	0.43	0.63	0.78
69 ハクセキレイ	3	8	4	8	4	7	3	3	3	6	4	5	58	0.77	0.33	0.68
70 セグロセキレイ	7	5	6	6	6	1	2	3	2	5	5	7	55	0.30	0.73	0.63
71 ピンズイ	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.03	0.00	0.00
72 カワラヒワ	8	8	8	9	9	9	8	7	8	8	8	8	98	1.00	1.00	1.00
73 シメ	8	8	8	6	1	0	0	0	0	0	7	8	46	0.40	0.57	0.45
74 イカル	3	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	7	0.07	0.07	0.08
75 ホオジロ	8	8	8	4	2	6	1	3	2	3	5	4	54	0.67	0.33	0.45
76 カシラダカ	8	7	2	0	0	0	0	0	0	0	1	5	23	0.17	0.37	0.20
77 アオジ	8	7	7	5	0	0	0	0	0	0	6	8	41	0.23	0.53	0.48
78 オオジュリン	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.00	0.00	0.08
79 コジュケイ	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0.00	0.03	0.05
80 ドバト	8	7	7	8	9	6	7	6	5	6	6	5	80	0.90	0.83	0.75
81 ワカケホンセイインコ	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	6	0.03	0.00	0.15
82 ガビチョウ	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0.03	0.03	0.00
83 カオジロガビチョウ	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.00	0.00	0.03
84 雑種ガモ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.00	0.03	0.05
平均出現種数	32	31	34	32	28	27	23	25	28	30	33	31	2847			

I 期 2007年4月～2009年9月

II 期 2009年10月～2012年3月

III 期 2012年4月～2015年9月(2015年7～8月を除く)

正観寺沼は、上流より流入する土砂やヨシの生長に分解が追い付かないことにより、年々浅くなり、陸地化が進行している。これまで、青井らの開発した生態系保全型底泥浚渫資源化システムの検証を兼ねた浚渫により、一定の環境が維持されてきたが、今後も埋没や陸地化が懸念される。平成27年度は試みに早春にヨシ原を刈り取るなどして環境維持に努めた結果、一定の成果を上げることが示された。

3. 野鳥観察会などの啓発活動、生物・環境系授業科目での活用

調査活動の一方で、原則、秋と春の年2回、日本野鳥の会群馬の支援を受けて、野鳥観察会を開催している。平成27(2015)年度までに13回を数え、毎回、近隣地域の方、野鳥の会会員、学生、教職員を合わせた延べ参加人数は600名以上に上っている。また、周辺整備の後、地域に開放した結果、繰り返し観察に訪れる方も増加している。

1学年共通の「生物」や環境生物学に関わる授業のうち、生物多様性と生態系、バイオームに関わる単位では、植物や野鳥の観察と、採集したプランクトンの顕微鏡観察などに、この沼を活用している。特に、湿性遷移が身近に観察できるフィールドとして、活用されている。

さらに、このたびの浚渫や周辺整備工事の環境影響評価のように、実践的教育研究の場としても活用できる可能性が示された。持続可能な社会の構成員として必要な環境共生型の技術を提案・提供できる次世代の技術者養成にも役立つと期待される。



図6. 野鳥観察会の様子



図7. 行事への利用の一例(高専探検)

結 語

- ◆ 正観寺沼(群馬高専西湖)は80種以上の野鳥が観察される、生物多様性に富んだ環境であることが示された。
- ◆ 沼及びその周辺ではカイツブリ、カルガモ、ゴイサギ、バンなどが毎年繁殖するほか、晩夏から秋の夕暮れにはサギ類がねぐらを形成するなど、その生態系としての豊かさが示された。
- ◆ 環境影響調査の結果、環境負荷の小さな技術を用いた浚渫や周辺環境整備の前後で、それらの影響はほとんど無視できるレベルであった。
- ◆ 関係者の協力により、沼の環境と生物多様性はかろうじて保たれているが、土砂の流入やバイオマスの堆積による埋没の危機は続いている。
- ◆ 野鳥観察会の開催を通じて、地域の方々にも親しまれる環境として活用されているほか、教育や研究のフィールドとしての有用性も示された。

調査・報告： 群馬工業高等専門学校 生物教育研究連携センター

担当者： 宮越 俊一 *1 (一般教科・自然科学), 櫻岡 広 (一般教科, 人文科学)

小島 光明 (元非常勤講師), 大和 田恭子 (物質工学科)

青井 透 *2・堀尾 明宏・宮里 直樹 (環境都市工学科)

* 図1～5, 表1は公表済み文献(宮越俊一, 群馬高専レビュー, 34, pp.1-7 (2016))より引用。

「循環型社会講座」の実施結果について

富山高等専門学校

○社会人向け公開講座「循環型社会講座」の実施について

富山高等専門学校公開講座において、建設廃棄物である廃石膏ボードのリサイクルに関し、平成23年度から平成26年度の4年間(全4回)にわたり、社会人を対象として環境型社会講座を実施している。

実施日と講義題目は以下のとおりで、廃石膏ボードリサイクルの現状、品質管理、分析技術、リサイクルビジネスとマーケティング戦略、リサイクルの動向と今後の課題等を講義内容とする講座であり、(社)土木学会のCPD(継続教育)制度(認定番号:JSCE-14-0194)を活用し、建設業界の実務者が継続教育の単位として申請できる講座として開設された。

・平成23年度(第1回)

	月 日	講義題目
1	8月26日(金) 13:00～17:50	廃棄物リサイクルの基礎・廃石膏ボード 廃石膏ボードリサイクルの技術 企業成長・経営戦略の構築法
2	8月27日(土) 9:00～15:00	建設汚泥リサイクルの動向と技術 環境分析と建設廃棄物リサイクル 総合討論

・平成24年度(第2回)

	月 日	講義題目
1	8月31日(金) 13:00～17:50	1. 廃石膏ボードリサイクルの現状と基礎科学 2. 廃石膏ボードリサイクルに必要な品質管理(1) 3. 廃石膏ボードリサイクルに必要な品質管理(2)
2	9月1日(土) 9:00～12:00	4. 環境ビジネスの戦略構築 5. 総合討論

・平成25年度(第3回)

	月 日	講義題目
1	9月12日(木) 13:00～17:45	総論:廃石膏ボードおよび建設廃棄物のリサイクルの現状と課題 廃石膏ボードの品質管理、環境負荷低減技術 環境・廃棄物ビジネスと企業倫理
2	9月13日(金) 9:00～12:45	廃石膏ボードリサイクルと分析技術 リサイクルビジネスとマーケティング 総合討論:全国のリサイクルの動向と今後の課題

・平成26年度(第4回)

	月 日	講義題目
1	9月16日(火) 12:50～17:10	1. 石膏ボードリサイクルの最近の話題から 2. 石膏ボードリサイクルに関する調査事例から (1)環境省の石膏ボードリサイクル調査の結果から (2)固化材へのリサイクルの立場からのワークショップから見たこと (3)これまでの報道にみる廃石膏ボードリサイクルの変遷調査から 3. 廃石膏ボードリサイクルのいくつかの事例の分析

2	9月17日(水) 9:00～15:00	4. 環境・廃棄物分野の「はかる」技術と分析データを「よみとく」方法 5. 廃石膏ボードリサイクルと重金属・不純物問題 6. 総合討論 これからの石膏ボードリサイクルの方向性を考える
---	------------------------	---

第1回～第4回までの本公開講座のアンケート結果から、受講の満足度は殆どが「十分満足」「概ね満足」であり受講に対する満足度の高さが窺えた。

また、最終第4回のアンケート結果では、受講して良かった点等として以下の意見があり、併せて本講座の継続を求める声も寄せられた。

【第4回アンケート結果から】

- ・ 専門的な知識から企業のニーズに沿ったテーマまで、幅広いので総合的に勉強できる。
- ・ 人を知ることができ、人脈で教えてもらえる機会が増えた。実学として価値が高いと思う。
- ・ 民(企業)の立場の社会的位置付けが分かりやすく、明確になり、課題が理解しやすくなった。
- ・ 様々な講師から、視点(専門性)の高い講義であった。さらに深掘した次回の講座に期待したい。
- ・ 技術者として知識を深めることができた。
- ・ 普段聞けない話を聞けて、大変興味がわき勉強になりました。
- ・ 知識的に不足しているところが勉強になった。
- ・ 廃石膏ボードに対する基礎知識、現状の問題点を理解するのに有意義だった。
- ・ 今後の仕事についての改善点や考えていけない点が少し見えてきたと思います。新しい事業、現在問題になっている事案に対して、勉強になりました。
- ・ 石膏中のフッ素分析法については、興味深く聞かせていただいた。
- ・ 石膏ボードの処理、リサイクルをするにあたって直面する課題について、基礎からタイムリーな情報に到るまで広い知見に触れることができ、大変参考になった。通常、目前の問題に対応するばかりの状況が多い中、その背景まで学べる機会は貴重であると思う。
- ・ 本講座を継続してやってくれるようお願いします。
- ・ 今後とも土木学会の CPD 対象講座を行ってください。
- ・ 難しい点が多く、自分がもっと勉強しないといけないと思いました。また会社内でも勉強会等を開いて、社員のスキルアップが必要だと感じました。



社会人向け公開講座
「第4回循環型社会講座」
の講義の様子

宇部方式について国際フォーラムで発表

宇部工業高等専門学校

物質工学科 准教授 杉本 憲司
一般科 教授 畑村 学

2015年11月4日(水)から7日(土)にかけて、和歌山市内の県民文化会館大ホール等を会場にして、「アジア・オセアニア高校生フォーラム」が開催された。このフォーラムは、和歌山県の実行委員会やERIA(東アジア・アセアン経済研究センター)が主催によって、グローバル社会で活躍できる人材の育成と、アジア・オセアニア諸国の友好と親善を図る目的で行われた。和歌山県内の3つの幹事校をはじめ、県内外の高校、アジア・オセアニア地域の21の国・地域の高校生が参加し、世界共通の課題である「防災対策」、「環境問題」、「観光・文化交流」の3つのテーマで英語のプレゼンテーションが行われた。

宇部工業高等専門学校 物質工学科3年の上野真穂さん、新留愛理さんの2人は、宇部における環境問題をテーマに選び、「宇部方式」と言われる宇部市の大気汚染に対する取り組みの歴史を紹介するとともに、実際に宇部市内で環境調査を行い、実験の結果について報告した。

1. 宇部市における環境問題の資料収集 ～宇部方式とは～

宇部工業高等専門学校 物質工学科3年の上野真穂さん、新留愛理さんは、「アジア・オセアニア高校生フォーラム」において「環境問題」について発表を行うために、宇部市内の図書館やまちなか環境学習館「銀天エコプラザ」で資料収集を行った。

宇部市では、戦後しばらくは燃料として「石炭」を使用していた。宇部市で採掘された石炭については、灰分が高く、燃焼すると灰が大量に発生をしていた。そのため、1951年には、宇部市内における降下ばいじんは、55.9トン/km²を記録し、当時の世界の工業都市では最も高い値であった。これによって宇部市内では、「市民の吐く息には石炭の臭いがする。」「ワイシャツは黒い油で汚れるため、外に洗濯物が干せない。」などの状況となっていた。しかしながら、宇部市民は、「灰を降らすのをやめてほしい」と願う一方で、「灰が降るほど金が降るのだから我慢をしろ。」と環境改善と経済発展との葛藤が起こっていた。1951年に「宇部市ばいじん対策委員会」の設置が行われた。これは、全国に先駆けて条例に基づいた「産・官・学・民」からなる委員会によって、相互信頼と協調の精神を持って話し合いによる全市民による公害対策の取組であり、公権力を伴わない地域社会の自主的な規制として、ここに「宇部方式」が誕生した。

2. 宇部市内における環境調査 ～降下ばいじんと臭気調査～

宇部市内において、環境調査として「ばいじん調査」と「臭気調査」を行った。「ばいじん調査」として、宇部高専の屋上に2015年10月7日～10月27日に写真1のような装置を設置し、装置内に溜まったばいじんをろ過(写真2)することで定量を行った。「臭気調査」として、写真2のとおり宇部高専内と宇部工場群入口でサンプリングを行い、「三点比較式臭袋法」(写真4)によって臭気指数を算出した。

表1に宇部市内における2015年と1951年の降下ばいじん量の比較を示す。今回の分析結果では、降下ばいじんは1951年のピーク時の1/150となっており、大気汚染はかなり改善されていることが分かった。

表2に宇部市内における臭気指数の結果を示す。宇部高専と宇部工場群入口における臭気指数は10以下であった。一般的に臭気指数15以下が工場地帯における規制値であり、それを下回っていることから、1950年代と比べて、臭いによる影響は改善されていることが分かった。



写真1 宇部高専屋上での降下ばいじん収集装置



写真2 降下ばいじんの定量分析



写真3 宇部高専での臭気収集の様子



写真4 三点比較式臭袋法の様子

表1 降下ばいじん量の分析等結果

	宇部高専屋上 2015年	宇部市内 1951年
降下ばいじん量 (t/km ² /月)	0.36	55.9

表2 臭気指数の結果

	宇部高専 2015年	宇部工場群入口 2015年
臭気指数	10以下	10以下

4. 国際フォーラムでの発表 ～宇部の環境について～

2015年11月4日(水)から7日(土)にかけて、和歌山市内の県民文化会館大ホール等を会場にして、「アジア・オセアニア高校生フォーラム」が開催された(写真5)。宇部高専の学生2名は、「The History of Coal Mining Industry in Ube City and its Air Pollution ～Solution and the Present Situation Through ‘Ube Method’～」の表題で、宇部の歴史と環境調査結果について英語でプレゼンテーションを行い(写真6)、以下の結論で締めくくった。

- 1) We learned about preservation of the global environment, pollution of Japan and antipollution policy in Ube city as environmental education in NIT, UC.
- 2) Ube city was once bothered by bad smell or soot and dust for economic development. But environment is now improved by hard and soft way.
- 3) At present, Ube City doesn't suffer from any severe environmental problem such as Dust Fall or Bad Smell. Practically, the measured values indicated lower than the safety standard.



写真5 国際フォーラムの集合写真



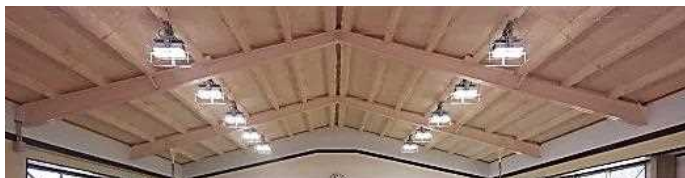
写真6 発表の様子

照明LED化による省エネの取組

弓削商船高等専門学校

【武道場】

天井を撤去し、照明に落下防止ワイヤーを施しLED化。



【第1体育館】

照明に落下防止ワイヤーを施しLED化。



【第2体育館】

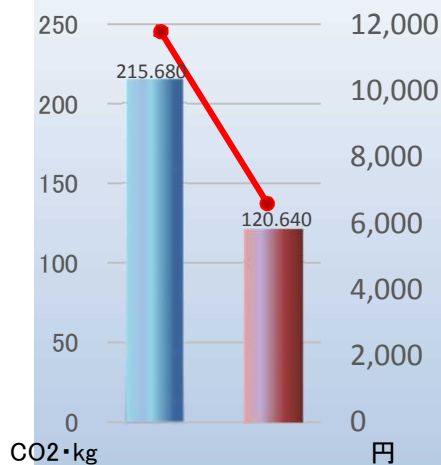
照明に落下防止ワイヤーを施しLED化。



【改修前】527.720CO₂・kg
 【改修後】294.060CO₂・kg
 1時間あたり233.660CO₂・kg
 の削減。
 既存排出量から56%減少となる。

課外活動時間を2時間
 活動日数を200日計算で
 年間46.732CO₂・tの省エネ効果。
 電気代換算で5,054,400円の節電。

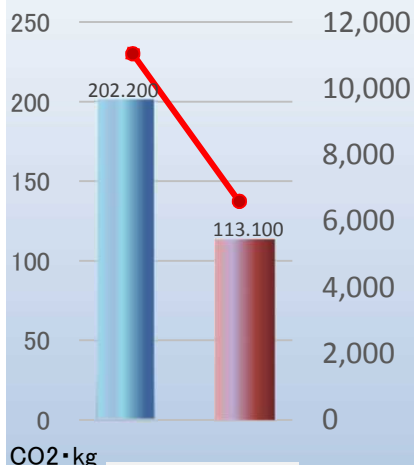
照明電気料金比較表
 (1時間あたり)CO₂・kg/円



【第1体育館】

改修前 (白熱灯) 改修後 (LED)
 電気料金

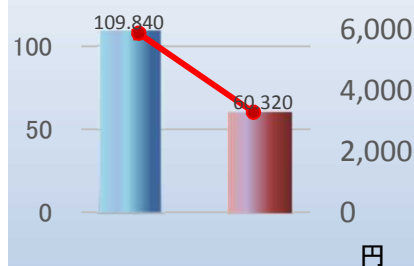
照明電気料金比較表
 (1時間あたり)CO₂・kg/円



【第2体育館】

改修前 (白熱灯) 改修後 (LED)
 電気料金

照明電気料金比較表
 (1時間あたり)CO₂・kg/円



【武道場】

改修前 (白熱灯) 改修後 (LED)
 電気料金



第2体育館にて
課外活動状況

適切な照度調整が可能になったことにより、より効果的な施設の利用ができるようになった。





独立行政法人国立高等専門学校機構

National Institute of Technology

環境報告書2016 平成28年9月公表

**問合せ先：独立行政法人国立高等専門学校機構
本部事務局施設課**

〒193-0834 東京都八王子市東浅川町701番2

電話：042-662-3146

FAX：042-662-3148

