環境報告書2011

Environmental Management Report 2011

Management Report 2011

国立大学法人
鹿児島大学
KAGOSHIMA UNIVERSITY

Environmental Management Report, Kagoshima University

《報告書の編集にあたって》

この環境報告書は、「環境情報の提供の促進等による特定事業者等の環境に配慮した事業活動の促進に関する法律」（環境配慮促進法）に準拠し、鹿児島大学の環境に配慮した取り組みについて報告するものです。

■対象範囲
鹿児島大学全学の郡元、桜ヶ丘、下荒田キャンパス事業活動

■対象期間
2010年度(2010年4月1日～2011年3月31日)

■参考にしたガイドライン
環境省「環境報告書ガイドライン(2007年度)」

■発行期日
2011年9月

■次回発行予定
2012年9月

■編　　集
鹿児島大学環境ワーキンググループ
大前　慶和(WG長)
二宮　秀與
寺岡　行雄
江幡　恵吾
宇都由美子
神之門　悟
江藤　和久
髙橋　祐二

■お問い合わせ先
鹿児島大学施設部
〒890-8580
鹿児島市郡元一丁目21番24号
TEL.099-285-7215
kksoumu@kuas.kagoshima-u.ac.jp
http://www.kagoshima-u.ac.jp/

目　次

CONTENTS

環境報告書の編集にあたって …… 1
学長メッセージ …… 3

第1章　環境マネジメント

1 鹿児島大学環境方針…… 4
2 鹿児島大学における地球温暖化対策に関する実施計画… 5
3 大学の概要…… 7
4 鹿児島大学の環境マネジメントの仕組み…… 12
5 環境マネジメント活動についての2010年度実績及び2011年度目標… 13

第2章　環境安全活動への取り組み

1 法の遵守(コンプライアンス)…… 14
2 省エネルギーの推進…… 15
3 省資源の推進(紙等の循環利用)…… 17
4 水資源投入量とその低減対策…… 18
5 廃棄物等総排出量、廃棄物最終処分量及びその低減対策… 19
6 グリーン購入の状況及びその推進方策…… 20
7 化学物質の適正管理…… 21
8 キャンパス空間の整備…… 22

第3章　環境教育

1 「持続可能な社会」を構築するための小さな一歩… 23
2 砂漠緑化プログラム…… 25

第4章　環境研究

1 「鹿児島環境学」プロジェクト …… 27
2 工学部環境化学プロセス工学科における環境研究… 29
3 環境問題の経済学的研究 …… 33

第5章　地域での取り組み

1 鹿児島大学農学部附属農場における
環境に配慮した取り組み…… 35
2 間伐材を利用した「木になる紙」について …… 37
3 砂浜の地下水…… 39

第6章　環境コミュニケーション

1 エコモニターの設置について…… 41

第7章　環境省ガイドラインとの対照表

環境省ガイドラインとの対照表 …… 42

◎学長メッセージ

鹿児島大学長　最高環境責任者
吉田　浩己

2011年３月11日に発生した東日本大震災は、我が国がかつて経験したことのないほどの未曾有の被害をもたらしました。亡くなられた皆さまに心から哀悼の意を表すとともに、全ての被災者の皆さまにお見舞いを申しあげます。

人類は、地球温暖化、エネルギー、水、食糧、資源等の環境に関する様々な課題に直面しています。とりわけ今回の震災に伴う原発事故を契機とし、エネルギーのあり方に関する議論や再生可能エネルギーへの関心が高まっています。

鹿児島大学では、2005年に鹿児島大学環境方針を制定し、環境マネジメント体制を整備した上で、エネルギー使用量、二酸化炭素排出量等の削減について、積極的に取り組んで参りました。

今回、これまでの取り組みを踏まえ、「鹿児島大学における地球温暖化対策に関する実施計画」を策定し、「地域に根ざし、社会の発展に貢献する知の拠点としての役割を果たしつつ、2015年度までに2005年度比39％、2009年度比で15％以上の二酸化炭素の削減を目標とし、環境先進キャンパスの実現を目指す」という目標を掲げました。この目標を達成するために、エネルギーの見える化を図るエネルギーモニターの設置や新たなエネルギー源として、本学が持つ森林資源を再生可能エネルギーとして活用する設備の整備を進めるなど積極的な取り組みをすでに始めているところです。

本環境報告書により、本学の環境対策の目標とその実施状況を明らかにすることで、環境に対する意識を新たにし、本学構成員の積極的な取り組みをさらに進め、環境先進キャンパスを実現し、持続可能で豊かな社会システムの構築へ貢献してまいります。

2011年９月

第1章 環境マネジメント

Environmental Management

1 鹿児島大学環境方針

■基本理念

鹿児島大学は、人類の存続基盤である地球環境を維持･継承しつつ持続的発展が可能な社会の構築を目指す。本学の教育･研究活動及び大学運営においては、これを認識し環境との調和と環境負荷の低減に努める。また地域の環境保全のための教育･研究活動及び社会活動に積極的に取り組み、自然豊かな地域に立地する大学としての責務を果たす。

■基本方針

（1）教育活動を通じて、環境保全に資する能力と行動力を持つ人材の育成に努める。

（2）研究成果とその普及のための活動を通じて、地球環境及び地域環境の保全に努める。

（3）地域の特性を踏まえた社会活動を積極的に展開し、地域と一体となって環境保全活動に取り組む。

（4）これらの諸活動に際し、省エネルギー、省資源、廃棄物の削減、化学物質管理の徹底等を通じて、環境保全と環境負荷の低減に努める。

（5）環境保全の目的及び目標を設定し、その達成及び関係法規順守のための環境マネジメントシステムを構築、継続的な改善を図る。

（6）環境保全活動の取り組みを学内･外に広く公表する。

平成17年12月28日

2 鹿児島大学における地球温暖化対策に関する実施計画

2005年2月16日に発効した「京都議定書」及び地球温暖化対策の推進に関する法律（平成10年法律第117号）第8条に基づく「京都議定書目標達成計画」（平成17年4月28日閣議決定）及び、鹿児島大学環境方針（平成17年12月28日）等を踏まえ、鹿児島大学（以下「本学」という。）において地球温暖化対策に関する実施計画（以下「本計画」という）を策定する。

1.目標

温室効果ガス排出量の削減は、国の最優先課題となっており、地域に根ざし、社会の発展に貢献する知の拠点となることを目指している本学も自らの課題として積極的に推し進める必要がある。本計画において、国立大学法人第2期の2015年度までに2005年度比39%、2009年度比で15%以上の二酸化炭素の削減を目標とし、環境先進キャンパスの実現を目指す。

2.実施計画

1）エコ・ライフの実践

（1）「見える化」によるエネルギー使用量の抑制等

ア．節減・節約意識の普及

①エコ・モニターにより、CO2やエネルギーの「見える化」を図り、削減に対する意識づくりを進め、地球温暖化対策を推進する。

②夏期・冬期において、「クールビズ」「ウォームビズ」を推進する。

③冷暖房機器の設定を冷房の場合は28度以上、暖房の場合は20度以下に保ち、冷暖房機器の切り忘れ防止を行う。

④昼休みは、必要な箇所を除き消灯を図る。

⑤階段利用を徹底し、エレベーター使用を控える。

イ．節水等の推進

①水の使用量の「見える化」により使用状況を把握し、節水を推進する。

②ポスター等により節水意識を醸成する。

（2）省資源化の推進

ア．資源の使用量の削減

①コピー用紙など紙類の月間使用量を把握・管理し、削減を図る。

②電子メール、電子データの利用を進め、業務のペーパレス化を図る。

③両面印刷・両面コピーの徹底のほか、ミス印刷の防止、コピー用紙再利用を図り、紙資源の削減を図る。

イ．ごみの分別

①分別回収ボックスを設置、ごみの分別により、資源の再利用を進める。

ウ．廃棄物の減量

①使い捨て製品の使用や購入の抑制を図る。

②シュレッダーの使用は情報管理上、必要な場合のみに制限する。

③コピー機、プリンタなどのトナーカートリッジの回収と再使用を進める。

④学内掲示板等で不要機器の学内再活用を進める。

（3）学生・教職員に対する啓発

ア．適切な情報提供

①学生・教職員に対し、地球温暖化対策・省資源に関する必要な情報をホームページなどにより提供する。

②地球温暖化対策など環境教育に取り組む。

イ．自動車の効率的利用

①通勤時や業務時の移動において、鉄道、バス等公共交通機関の利用を推進する。

②駐車時等のアイドリングストップ等を実施する。

③タイヤ空気圧調整等の定期的な車両の点検・整備の励行を図る。

④カーエアコンの設定温度を適正管理（冷房の場合は28度以上、暖房の場合は20度以下）に努める。

2）エコ体質への改善

（1）トップランナー方式に基づく機器等の導入

ア．高効率機器の導入

①空調設備について、エネルギー効率が高く、温室効果ガスの排出の少ない機器の導入を図る。

②低損失型の変圧器、LEDなどの高効率照明の積極的に導入を行う。

イ．温室効果ガスの排出の抑制等に資する建設資材等の選択

①屋根、外壁等への断熱、複層ガラスを標準として断熱性能を確保する。

②CASBEEなどによる環境性能に準拠したものとするよう努める。

③建設資材への再生材の使用を進め、解体時の建設廃材の再生利用を図る。

ウ．節水機器の導入

①節水型の機器を選定するとともに、自動水栓等を導入する。

②機器の水量の適正化による節水対策を行う。

エ．その他の環境配慮

①敷地について植栽を施し、緑化を推進するとともに、保水性舗装に努める。

②定格出力が大きく負荷の変動がある動力装置について、インバータ装置の導入を図る。

③空調機のプログラム制御や中央制御を進め、切り忘れ等の防止を図る。

(2)環境負荷の小さい機器等の導入

ア. 低公害車の導入

①公用車については、低公害車の導入を図る。

②ハイブリッドカーなど温室効果ガスの排出の少ない車の導入を進める。

イ. 省エネルギー型OA機器等の導入等

①パソコン、コピー機等のOA機器はエネルギー消費の少ないものを導入する。

②機器の省エネルギーモード設定の適用等により、使用面での改善を図る。

ウ. 環境に優しい実験機器の導入

①水冷却式の機器を原則廃止し、節水型のものに計画的に更新する。

②冷蔵庫等を利用実態に応じて、統合し、高効率型のものに計画的に更新する。

エ. グリーン購入

①使用するコピー用紙、トイレットペーパー等の用紙類については、再生紙の使用を進める。

②使用する文具類、機器類、制服・作業服等の物品について、再生材料から作られたものを使用する。

(3)温室効果ガスの低減

ア. ハイドロフルオロカーボンの代替物質の使用の促進

①冷蔵庫、空調機器及びカーエアコンに関して、地球温暖化への影響のより小さい機器の導入を図る。

②エアゾール製品を使用する場合にあっては、安全性に配慮し必要不可欠な用途を除いて、代替物質を使用した非フロン系製品の選択・使用を徹底する。

イ. 電気機械器具からの六フッ化硫黄(SF 6)の回収・破壊等

①電気機械器具については、廃棄、整備するに当たって極力六フッ化硫黄(SF6)の回収・破壊、漏洩の防止を行うよう努める。

ウ. メタン(CH4)及び一酸化二窒素(N2O)の排出の抑制

①エネルギー供給設備の適正な運転管理を図る。

エ. その他温室効果ガスの排出の少ない製品等の選択

①物品の調達に当たっては、温室効果ガスの排出の少ない環境物品等の優先的な調達を図る。

②購入する電力、燃料については、地球温暖化に配慮したものを選択する。

③熱源等設備の更新にあたっては、温室効果ガスの排出の少ない燃料へ変更する。

3)エコ・チャレンジ

鹿児島大学の持つ教育研究の成果を結集し、再生可能エネルギーや効率的なエネルギー活用技術等の開発にチャレンジすることにより、地球温暖化に貢献する。

(1) 再生可能エネルギーの導入

①鹿児島大学が有する演習林等のバイオマスエネルギー(再生可能エネルギー)の活用を図る。

(2) グリーン・エネルギー研究開発

①風力発電等に関し、教育研究とともに実用化についてその可能性の検討を行う。

②教育研究の一環として、クリーンエネルギーの研究開発に取り組む。

3.削減目標

(1)削減目標(主要団地)

2005年度温室効果ガス(二酸化炭素)排出量	27,890 (t-CO2)
2009年度温室効果ガス(二酸化炭素)排出量	20,240 (t-CO2)
2015年度温室効果ガス(二酸化炭素)排出量(目標)	16,800 (t-CO2)
削減量(2009年度ー2015年度)	3,440 (t-CO2)

(2)温室効果ガス削減計画(主な事項と削減量)

エコモニターを用いた「見える化」等による削減	670 (t-CO2)
再生可能エネルギーの導入による削減	740 (t-CO2)
省エネ改修による削減	160 (t-CO2)
森林の間伐による吸収力アップによる削減等	1,680 (t-CO2)
省エネ機器導入等による削減	140 (t-CO2)

4.評価方法

本計画の評価に関しては、別に定める地球温暖化防止対策等の評価基準に基づいて行う。

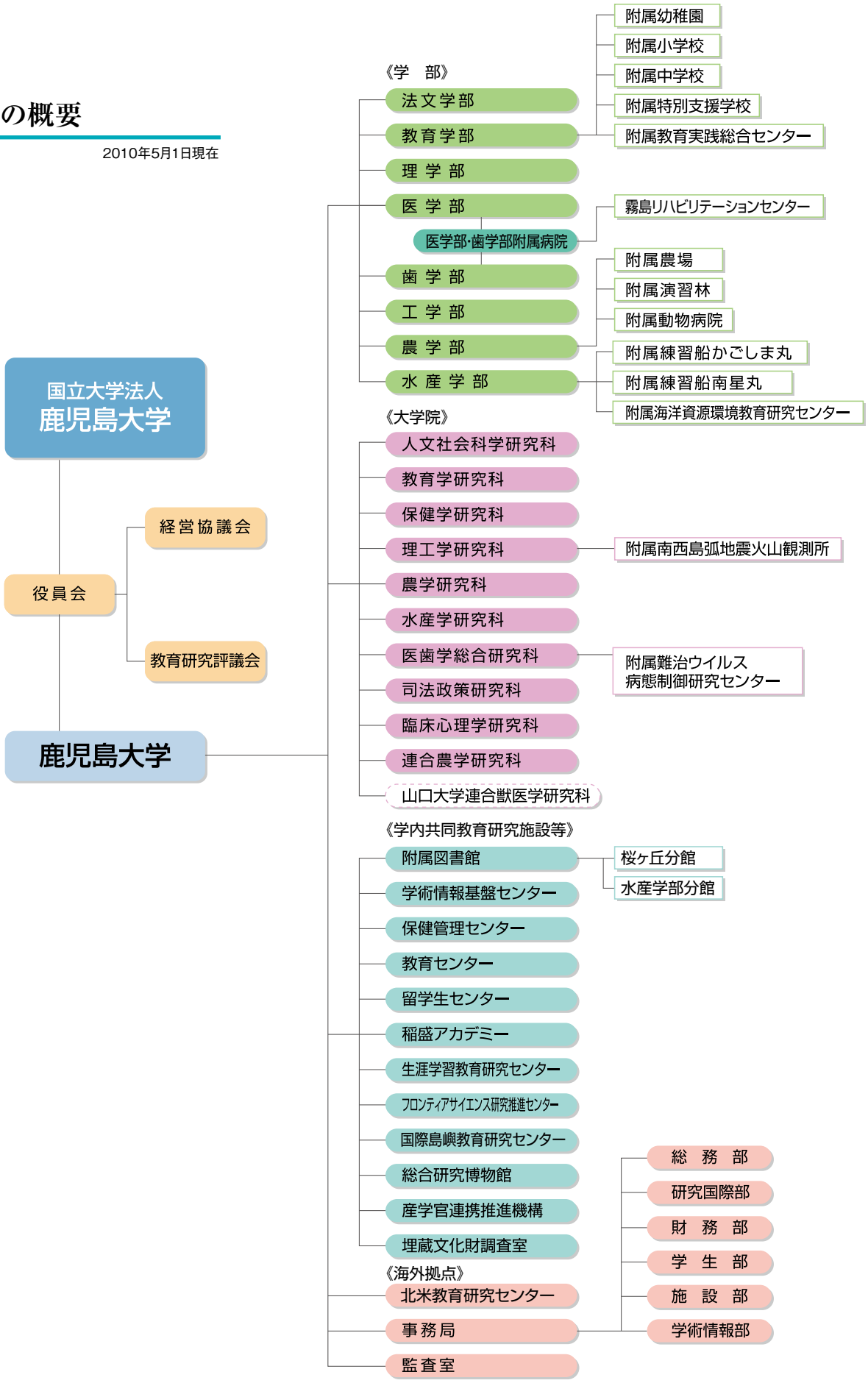
5.実施計画のPDCA

キャンパス計画室(環境WG)において、本計画の実施状況を点検し、必要に応じ、本計画の見直しを行う。

3 大学の概要

2010年5月1日現在

■組織図



■教育研究組織

《学部》

- 法文学部
  - 法政策学科：政策科学、市民法 法交渉
  - 経済情報学科：経済システム、経営情報 地域計画、国際協力
  - 人文学科：人間科学、地域環境 日本・アジア総合文化 ヨーロッパ・アメリカ総合文化
- 教育学部
  - 学校教育教員養成課程：国語教育、社会科教育 数学教育、理科教育 音楽教育、美術教育 保健体育、技術教育 家政教育、英語教育 教育学、心理学
  - 特別支援教育教員養成課程：障害児教育
  - 生涯教育総合課程：地域社会教育、国際理解教育、健康教育
- 理学部
  - 数理情報科学科
  - 物理科学科
  - 生命化学科
  - 地球環境科学科
- 医学部
  - 医学科：医学概説学、疾病病因学、疾病病態学、医学実践学、臨床実践学
  - 保健学科：看護学専攻 総合基礎看護学 臨床看護学 母性・小児看護学 地域看護・看護情報学 理学療法学専攻 基礎理学療法学 臨床理学療法学 作業療法学専攻 基礎作業療法学 臨床作業療法学
- 歯学部
  - 歯学科：歯科常態学、歯科病態学、発達育成歯科学、口腔顎顔面歯科学
- 工学部
  - 機械工学科
  - 電気電子工学科
  - 建築学科
  - 環境化学プロセス工学科
  - 海洋土木工学科
  - 情報生体システム工学科
  - 化学生命工学科
- 農学部
  - 生物生産学科：作物生産学、園芸生産学、病害虫制御学、家畜生産学、農業経営経済学
  - 生物資源化学科：生命機能化学、食品機能化学、食糧生産化学
  - 生物環境学科：森林管理学、地域資源環境学、環境システム学、生産環境工学
  - 獣医学科：基礎獣医学、病態・予防獣医学 臨床獣医学 先端獣医科学
- 水産学部
  - 水産学科：水産生物・海洋学分野 養殖学分野 食品・資源利用学分野 漁業工学分野 水産経済学分野
  - 水産教員養成課程：水産教員養成課程分野

《大学院》

- 人文社会科学研究科（博士前期課程）
  - 法　学
  - 経済社会システム
  - 人間環境文化論
  - 国際総合文化論
- 人文社会科学研究科（博士後期課程）
  - 地域政策科学
- 教育学研究科（修士課程）
  - 教育実践総合専攻
- 保健学研究科（博士前期課程）
  - 看護学領域
  - 理学療法･作業療法学領域
- 保健学研究科（博士後期課程）
  - 保健看護学分野
  - 神経運動障害基礎学分野
  - 臨床精神神経障害学分野
- 理工学研究科（博士前期課程）
  - 機械工学専攻
  - 電気電子工学専攻
  - 建築学専攻
  - 化学生命･化学工学専攻
  - 海洋土木工学専攻
  - 情報生体システム工学専攻
  - 数理情報科学専攻
  - 物理･宇宙専攻
  - 生命化学専攻
  - 地球環境科学専攻
- 理工学研究科（博士後期課程）
  - 物質生産科学専攻
  - システム情報科学専攻
  - 生命環境科学専攻
- 農学研究科（修士課程）
  - 生物生産学
  - 生物資源化学
  - 生物環境学

- 水産学研究科（修士課程）
  - 水産学専攻
- 医歯学総合研究科（修士課程）
  - 医科学専攻
- 医歯学総合研究科（博士課程）
  - 健康科学専攻
  - 先進治療科学専攻
- 司法政策研究科（専門職学位課程（法務博士））
  - 法曹実務
- 臨床心理学研究科（専門職学位課程）臨床心理修士
  - 臨床心理学
- 連合農学研究科（博士課程）
  - 生物生産科学専攻
  - 応用生命科学専攻
  - 農水圏資源環境科学専攻
- 山口大学連合獣医学研究科（博士課程）
  - 獣医学専攻

■教職員・学生数等

■役員

学長	役員	計
1	8	9

■教職員

教授	准教授	講師	助教	助手	教諭	事務・技術職員	計
353	288	88	290	3	100	1,334	2,456

■学部学生数

1年	2年	3年	4年	5年	6年	計
2,088	2,054	2,178	2,293	175	181	8,969

■大学院学生数

修士課程		博士課程				計
1年	2年	1年	2年	3年	4年	
513	576	159 (5)	146 (6)	189 (3)	251 (6)	1,834 (20)

※（ ）は、山口大学大学院連合獣医学研究科の鹿児島大学（指導教員）に属する学生数（外数）です。

■附属学校

	1年	2年	3年	4年	5年	6年	計
教育学部附属小学校	167	165	167	164	154	159	976

	1年	2年	3年	計
教育学部附属中学校	200	199	198	597

		1年	2年	3年	4年	5年	6年	計
教育学部附属特別支援学校	小学部	3	3	3	3	3	3	18
	中学部	6	6	6				18
	高等部	8	8	8				24

	3歳児	4歳児	5歳児	計
教育学部附属幼稚園	19	35	32	86

■土地・建物・船舶

	土地（m²）	建物（m²）
郡元キャンパス	351,895	190,529
桜ヶ丘キャンパス	218,726	138,080
下荒田キャンパス	49,154	15,558
その他 （演習林）	35,952,956 (33,592,618)	29,406 (1,789)
合計	36,572,731	373,573

（ ）は内数です。

船名	トン数
かごしま丸	1,297
南星丸	175

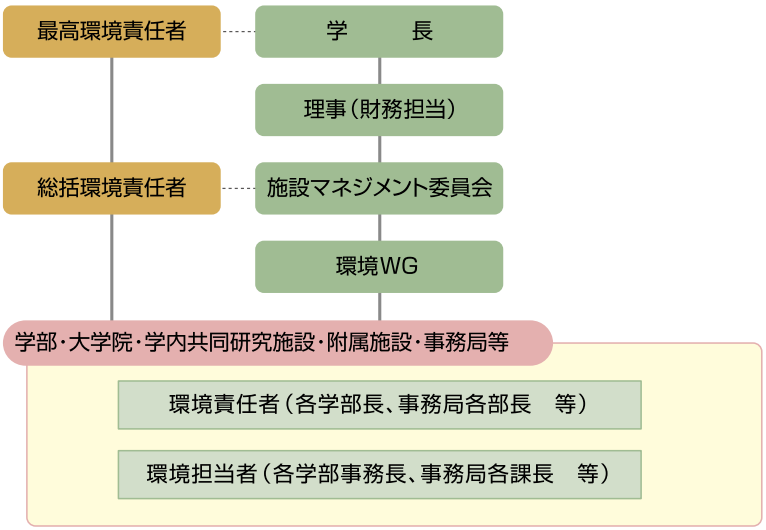
■郡元キャンパス

■桜ヶ丘キャンパス

■下荒田キャンパス

4 鹿児島大学の環境マネジメントの仕組み

■組　織



■鹿児島大学環境マネジメント実施要項（平成18年9月26日　学長裁定）

（趣　旨）

【第1】この要項は、環境情報の提供の促進等による特定事業者等の環境に配慮した事業活動の促進に関する法律（平成16年法律第77号）に基づき、鹿児島大学における環境に配慮した活動（以下「環境マネジメント活動」という。）に関し、必要な事項を定める。

（最高環境責任者）

【第2】環境マネジメント活動を運営管理するため、最高環境責任者を置く。

2）最高環境責任者は、学長をもって充てる。

（最高環境責任者の職務）

【第3】最高環境責任者の職務は、次のとおりとする。

①環境マネジメント活動の基本となる環境方針の策定に関すること。

②環境マネジメント活動の環境報告書に関すること。

（総括環境責任者）

【第4】環境マネジメント活動を運営管理するための役割、責任及び権限を有する総括環境責任者を置く。

2）総括環境責任者は、施設マネジメント委員会の長をもって充てる。

（総括環境責任者の職務）

【第5】総括環境責任者の職務は、次のとおりとする。

①環境マネジメント活動の運営管理に関すること。

②環境マネジメント活動運営状況の最高環境責任者への報告に関すること。

③環境マネジメント活動に関する目的、目標及び実施計画の作成に関すること。

④教職員、学生に対する環境マネジメント活動に関する啓発及び研修に関すること。

⑤環境マネジメント活動の評価結果のフォローアップに関すること。

⑥最高環境責任者である学長の業務の補佐及び代行に関すること。

（環境責任者及び担当者）

【第6】各部局等における、環境マネジメント活動を運営管理するための環境責任者及び環境担当者については、別表に掲げるものをもって充てる。

（環境責任者の職務）

【第7】環境責任者の職務は、次のとおりとする。

①部局内の環境マネジメント活動実施計画の作成、実施、変更及び実施結果に係る総括環境責任者への報告に関すること。

②環境マネジメント活動に係る連絡調整に関すること。

③その他、環境マネジメント活動に関すること。

（環境担当者の職務）

【第8】環境担当者の職務は、次のとおりとする。

2）環境担当者の職務は、環境責任者を補佐し、環境マネジメント活動を実施すること。

（雑　則）

【第9】この要項に定めるもののほか、必要な事項は別に定める。

（附　則）

この要項は、平成18年10月1日から実施する。

（附　則）

この要項は、平成19年4月1日から実施する。

5 環境マネジメント活動についての2010年度実績及び2011年度目標

鹿大環境基本方針	報告書目次	事項	2010年度 目標	2010年度 実績	2010年度 達成度	2011年度 目標
5	①環境マネジメント	環境方針の制定と公表	環境方針の学内外への周知を継続する。	環境方針を引き続きホームページに掲載し、学内外に周知した。	○	環境方針の学内外への周知を継続する。
		環境マネジメント体制の確立	地球温暖化対策を策定する。	「鹿児島大学における地球温暖化対策に関する実施計画」を策定した。	○	「鹿児島大学における地球温暖化対策に関する実施計画」を着実に実行する。
4	②環境保全活動への取り組み	法規制の順守	法規制の遵守、コンプライアンスについて引き続き徹底を図る	法規制の遵守、コンプライアンスについて徹底を図った。	○	法規制の遵守、コンプライアンスについて引き続き徹底を図る
		省エネルギーの推進	エネルギー使用量(原単位)前年度比で1%減	エネルギー使用量(原単位)前年度比で 1.9%増	×	エネルギー使用量(原単位)前年度比で1%減
		CO_2排出量の削減	前年度比 1%削減	前年度比 2.8%増	×	前年度比 1%削減
		水の消費削減	前年度比1%削減	前年度比 6.0%削減	○	前年度比1%削減
		省資源の推進(紙等の循環利用)	前年度比 1%以上削減	前年度比 5.2%削減	○	前年度比 1%以上削減
			リサイクル用紙の 100%利用	リサイクル用紙を 100%利用した。	○	リサイクル用紙の 100%利用
		廃棄物排出抑制、分別の徹底、リサイクル	前年度比 1%以上削減	前年度比 28%増	−	前年度比 1%以上削減
		グリーン購入の推進	調達方針に基づく対象物品の100%調達	調達方針に基づく対象物品の100%調達を達成した。	○	調達方針に基づく対象物品の100%調達
		化学物質の適正管理	引き続き適正管理の継続と徹底を行う。	適正管理の継続と徹底を行った。薬品管理システムを稼働した。	○	引き続き適正管理の継続と徹底を行う。
		キャンパス空間の整備	環境に配慮したキャンパス空間の更なる推進	学生等の憩いのスペースの整備を行った。	○	環境に配慮したキャンパス空間の更なる推進
1	③環境教育	環境教育・学習の推進	環境教育・学習の継続と充実	特色ある環境教育を行った。	○	環境教育・学習の継続と充実
2	④環境研究	環境研究の実績	環境研究の継続と充実	特色ある環境研究を行った。	○	環境研究の継続と充実
3	⑤地域での取り組み	地域と一体となった環境保全活動	引き続き地域と連携して環境活動を行う。	地域と連携して環境活動を行った。	○	引き続き地域と連携して環境活動を行う。
6	⑥環境コミュニケーション	社会に開かれた環境マネジメント	部局による環境関連事項のホームページへの掲載を積極的に行う。	部局のホームページに環境関連事項の掲載を行った。	○	部局による環境関連事項のホームページへの掲載を積極的に行う。
		学内の環境コミュニケーション	引き続き環境に関する情報の学内への発信を徹底する。	電子掲示板等により省エネルギー目標達成への呼びかけを行った。	○	エコモニターを整備し、学内構成員の省エネ意識をより一層高める。

注1)達成度については、環境ワーキンググループが、○…達成した　△…達成が不十分であった　×…達成できなかった　の3段階で自己評価を行った。

注2)事項「廃棄物排出抑制、分別の徹底、リサイクル」については、2010年度より一般廃棄物処理業者が変わり、契約内容や処分方法が2009年度以前と異なり、前年度との単純な比較ができないため評価を行わなかった。

1 法の遵守(コンプライアンス)

1.「エネルギーの使用の合理化に関する法律」に係る本学の取組

平成20年5月に「エネルギー使用の合理化に関する法律」(以下「省エネ法」という)が改正され、平成22年度から従来のキャンパス単位でのエネルギーに加え、大学単位でのエネルギー管理が導入されました。これを受け、本学は平成22年9月30日に九州経済産業局長より特定事業者の指定を受けました。

本学では省エネ法による努力義務である「毎年1%以上のエネルギー使用効率の改善」に向け、「鹿児島大学エネルギー管理規則」を制定し、エネルギー管理組織を整備し、省エネ化を推進しているところですが、今後、省エネルギー及び地球温暖化対策の双方に対応し、より実効性のある学内体制の構築へ向けて現在検討を進めているところです。

なお、平成22年度以降の本学の省エネ法についての取組は以下のとおりです。

○「定期報告書」「中長期計画書」の提出(平成22年11月及び平成23年7月に提出済)
○エネルギー管理統括者、エネルギー企画推進者、エネルギー管理員の選任・解任届の提出(平成23年7月に提出済み)

2.排水の水質検査

2010年度については2009年度に引き続き下水道法等における基準値を上回った排水の事例がありましたが、今後このようなことがないよう改善を図っていきます。

なお、この基準値を超えたものについては、後日再検査をおこなったところ、いづれも基準値内であったため経過観察することとしています。

基準値を超過した排水

検査年月	排水系統名	分析項目	基準値注(1)	水質検査結果
H 23. 2	郡元地区 農学部系統	n-ヘキサン抽出物 (動植物)	≦ 30mg/L	47mg/L

(1)基準値:公共下水道の流入規制値(平成11年12月27日　政令435号　下水道法施行令　第9条、9条の4)

2 省エネルギーの推進

1.総エネルギー投入量

下の表は、主要3キャンパスにおける電力、都市ガス、重油の総エネルギー投入量を建物延べ面積で除した原単位の推移を示しています。

総エネルギー投入量

キャンパス名	項　　目	2008年度	2009年度	2010年度
郡　元	原油換算使用量　(kL)	4,423	4,407	4,417
	延床面積　(㎡)	184,816	183,943	188,513
	原単位　(kL/㎡)	0.02393	0.02396	0.02343
	原単位前年度比　(%)	△ 1.3	0.1	△ 2.2
桜ヶ丘	原油換算使用量　(kL)	7,106	7,449	7,903
	延床面積　(㎡)	126,906	134,208	136,209
	原単位　(kL/㎡)	0.05599	0.05550	0.05802
	原単位前年度比	△ 3.7	△ 0.9	4.5
下荒田	原油換算使用量　(kL)	272	270	283
	延床面積　(㎡)	11,876	11,878	11,878
	原単位　(kL/㎡)	0.02290	0.02273	0.02382
	原単位前年度比　(%)	△ 4.2	△ 0.7	4.8
計	原油換算使用量　(kL)	11,801	12,126	12,603
	延床面積　(㎡)	323,598	330,029	336,600
	原単位　(kL/㎡)	0.03647	0.03674	0.03744
	原単位前年度比　(%)	△ 3.4	0.7	1.9

郡元キャンパスでは、前年度比2.2%減少しています。

これは、2009年度に法文学部1号館・共通教育棟3号館・附属中学校の耐震改修に伴い空調機・照明器具・変圧器などを省エネルギーに配慮した高効率型の機器へ更新を行ったことによるものと考えられます。

桜ヶ丘キャンパスでは、前年度比4.5%増加しています。これは、気温の影響により冷暖房時間が増加したものと考えられます。

下荒田キャンパスでは、前年度比4.8%増加しています。これは、桜ヶ丘と同様に気温の影響により冷暖房時間が増加したものと考えられます。

総エネルギー投入量の低減対策につきましては、エネルギーの種別ごとに取組みを揚げ、実施しています。

■温室効果ガス(CO_2)排出量

郡元キャンパスでは、前表のとおり総エネルギー投入量が、前年度比2.2%減少しており、次表に示すとおり、CO_2ガス排出量も前年比0.9%減少しています。

桜ヶ丘キャンパスでは、5.1%増加しており、これは医歯学総合研究科棟5の新築や中央診療棟の本格稼働が2009年度途中の10月からだったことが主な要因と考えられます。

温室効果ガス(CO_2)排出量

(t-CO_2)

キャンパス名	2008年度	2009年度	2010年度	前年度比増減率(%)
郡　元	7,752	7,811	7,742	△ 0.9
桜ヶ丘	11,756	12,018	12,629	5.1
下荒田	426	410	426	3.9
計	19,934	20,239	20,797	2.8

■電力使用量

電力使用量は、3キャンパス合計で前年度比3.3%増となっています。これは、桜ヶ丘キャンパスで気温の影響により空調用熱源機器として高効率の電気式空冷ヒートポンプチラーの運転時間が増加したことが要因と考えられます。

電力消費低減対策としては、昼休み時の消灯、空調設定温度の適正化、高効率蛍光灯やトップランナー型変圧器への改修など取り組んでいますが、引き続き電力使用量低減に取り組んでいきます。

電力使用量

(千kwh)

キャンパス名	2008年度	2009年度	2010年度	前年度比増減率(%)
郡　元	14,636	14,474	14,239	△ 1.6
桜ヶ丘	21,545	22,383	23,806	6.4
下荒田	1,004	986	1,032	4.7
計	37,185	37,843	39,077	3.3

■ガス使用量

ガス使用量については、郡元キャンパスにおいては、

前年度を大幅に上回っています。これは、応用化学工学科1号棟が稼働したことが要因と考えられます。また、桜ケ丘キャンパスにおいても前年度を上回っていますが、これは、同キャンパスにおいて、冷暖房の熱源の24時間稼働を開始したことが要因と考えられます。

ガス使用量

(km³)

キャンパス名	2008年度	2009年度	2010年度	前年度比増減率(%)
郡　元	549	610	670	9.8
桜ヶ丘	1,256	1,348	1,427	5.9
下荒田	16	18	20	11.1
計	1,821	1,976	2,117	7.1

■重油使用量

重油使用量について、郡元キャンパスは今年度は使用はありませんでした。これは空調用熱源機のエネルギーを重油からガスまたは電気に完全に転換したためです。

桜ケ丘キャンパスでは、ピークカットのため自家発運転を行っており、運転時間の増加に伴い、重油使用量が前年よりも3.7%増加しています。

重油使用量

(kL)

キャンパス名	2008年度	2009年度	2010年度	前年度比増減率(%)
郡　元	46	2	0	△ 100
桜ヶ丘	170	191	198	3.7
下荒田	0	0	0	ー
計	216	193	198	2.6

2.省エネルギーの取組

■高効率蛍光灯照明器具への改修

照明による電力消費を削減するため、平成22年度は誘導灯及び比較的照明による消費電力の大きい講義室を対象に19棟900台の照明器具を、高効率蛍光灯照明器具に取り替えました。これにより、次のような電力消費量削減並びに二酸化炭素排出量削減の効果を上げることができました。なお、このことにつきましては、次年度以降も計画的に実施していくこととしています。

	改修前	改修後	削減量
電力消費量 (Kwh)	124,052	88,553	35,499
CO_2排出量 (kg−CO_2)	45,775	32,676	13,099

■太陽光発電

共通教育棟3号館･法文学部1号館･附属幼稚園･小学校･中学校では、自然エネルギーを利用した太陽光発電設備により、電力料金の削減と温室効果ガスの削減に貢献しています。下の表は、2010年度のおける太陽光発電による環境負荷低減効果を示したものです。

郡元団地電力使用量 (Kwh)	太陽光発電		CO_2削減量 (kg−CO_2)
	発電量 (kwh)	割合 (%)	
14,238,887	175,093	1.2	75,115

■夏季一斉休業による省エネルギー

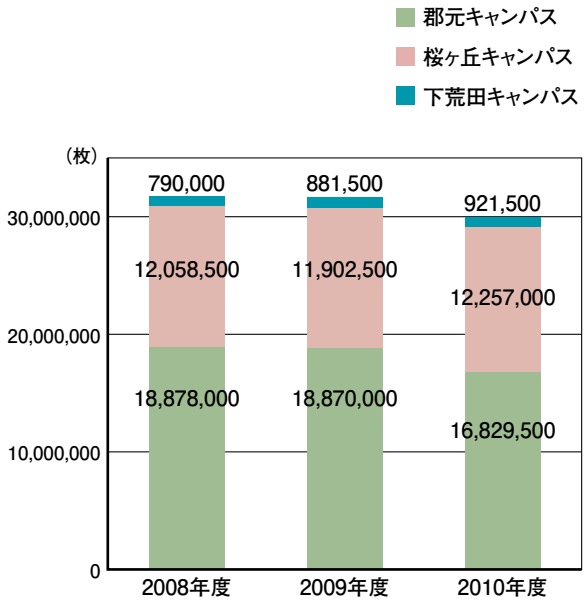
本学では、平成17年度から2日間の夏季一斉休業を実施しています。下の表は、平成22年度における夏季一斉休業による環境負荷低減効果を示したものです。

削減電力量 (kwh)	削減ガス量 (m³)	削減重油量 (L)	CO_2排出量 (kg−CO_2)
35,730	321	0	15,996

3 省資源の推進（紙等の循環利用）

リサイクル用紙とは古紙パルプを配合する紙であり、現在すべての公式文書での使用が許されております。鹿児島大学で一括購入されるコピー・プリント用紙はすべてこのリサイクル用紙で、古紙パルプ配合率の高いリサイクル用紙の購入に努めています。

コピー・プリント用紙（リサイクル用紙）の購入量（枚）



2010年度においては、総購入量は30,008,000枚にのぼり、前年比5.20%減。内訳を見ると、郡元キャンパスでは10.81%減、桜ヶ丘キャンパスでは2.98%増、下荒田キャンパスでは4.54%増と、増減が確認されました。

省資源の推進（紙等の循環利用）は、世界全体が推し進めている二酸化炭素排出削減に大きく寄与するものと認識しており、各種プロジェクトが拡大する中で、今後も削減率1%を目標に掲げて努力したいと考えています。

■今後の対策

①ペーパーレス化の更なる推進、特に会議における配布資料のデジタル化（PDF化）及びOHP使用によるコピー用紙の削減。
②複写機近くに設置した共通リサイクルボックスを利用した、裏紙使用。
③両面使用・2分割縮小コピーの推進。
④文書等の電子媒体保存
等により、今後も使用紙資源の削減を進めていきます。
また、事務組織として「管理的経費節減WG」を定期開催し、具体的方策、実施方法等の検討を進めています。

4 水資源投入量とその低減対策

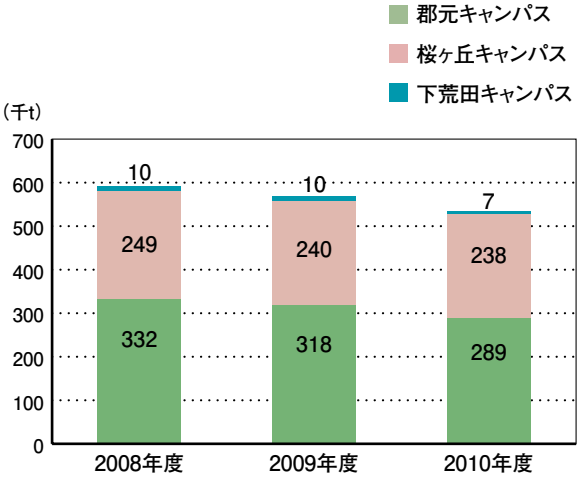
下のグラフは、上水、井戸水の使用量を合算した水資源投入量を示しており、使用量は前年度比で6.0%の減となっています。

郡元キャンパスでは、構内4か所からの井戸水を教育、研究、生活用及び農場灌漑に使用し、市水を飲用の一部に使用しています。井戸水と市水の割合は、約9:1となっています。

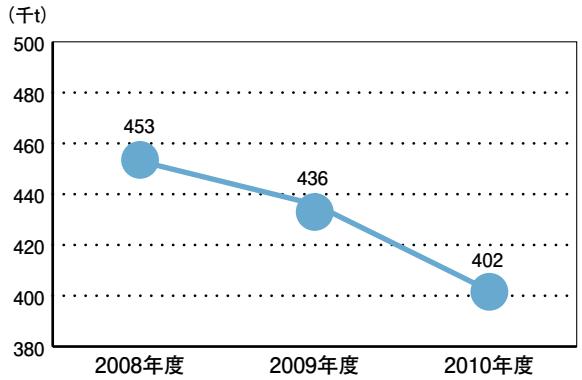
桜ヶ丘キャンパスでは、市水を医療、教育、研究用に使用し、構内2か所からの井戸水を便所洗浄水に使用しています。

下荒田キャンパスは、市水のみを使用しています。

3キャンパスの年度別水資源投入量（千トン）



■地下からの井戸水の揚水量



◎大気汚染物質の排出状況とその低減対策

右の表は、空調用に運転されるボイラー、冷温水発生機の燃料中に含まれる硫黄分を原因とする硫黄酸化物（SOx）の排出量を示しています。

郡元キャンパスでは、2008年度より重油を使用した中央式の空調方式を硫黄分の全くない天然ガスを使用のガスヒートポンプ式エアコンによる個別空調方式へ変更したことにより排出量はゼロとなっています。

桜ヶ丘キャンパスでは、2008年度に空調用熱源機器のエネルギー源を重油から電気と天然ガスに転換したことにより激減しましたが、重油を燃料とした自家発の稼働があり、気象条件により変動があることから2010年度は若干の増加が見られました。

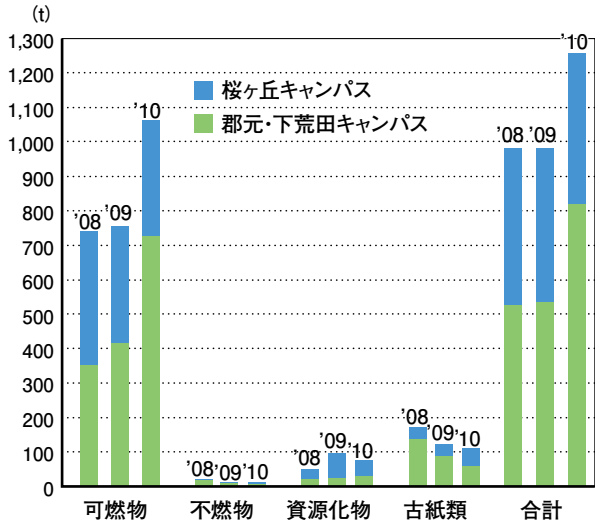
m^3N

キャンパス名	2008年度	2009年度	2010年度	前年度比増減率（%）
郡　元	0	0	0	-
桜ヶ丘	67	80	84	5.0

空調用に運転される機器による大気汚染物質は、硫黄酸化物以外に窒素酸化物（NOx）、ばいじん等がありますが、その排出はいずれも減少傾向にあります。

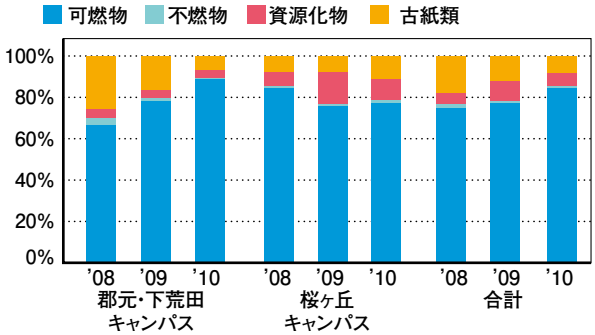
5 廃棄物等総排出量、廃棄物最終処分量及びその低減対策

鹿児島大学における一般廃棄物の排出量は下図のとおりです。2010年度の総排出量は前年より約28%増加しました。2010年度より処理委託業者が変わり、契約内容や処分方法等が異なるため、前年度との単純な比較ができない面がありますが、今後とも排出量の抑制に努めていきます。



■廃棄物分別について

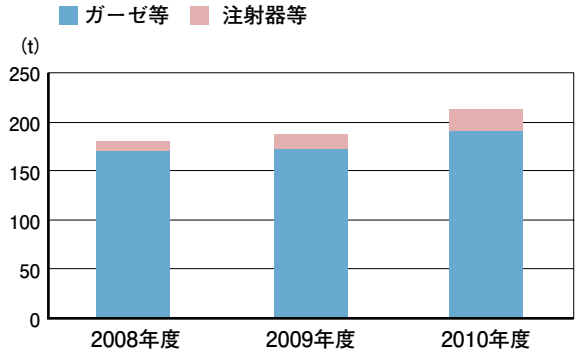
総排出量に対する資源化物及び古紙類の割合、つまりリサイクル割合は、14.5%でした。この割合は、年々減少しています。2010年度は桜ヶ丘キャンパスで対前年度比1.8%減少し、郡元・下荒田キャンパスでは同比9.9%の減少となっています。特に、郡元・下荒田キャンパスでのリサイクル割合の向上が必要です。



■医学部・歯学部附属病院での廃棄物について

桜ヶ丘キャンパスでは、感染性廃棄物の適正な処理を行うために感染性廃棄物処理委員会を設置しており、感染性廃棄物処理規則に基づき、生活環境の保全及び公衆衛生の向上を図っています。

桜ヶ丘キャンパスの感染性廃棄物については、規則で定める処理方法に基づく分別後、外部委託業者に処分委託を行っています。2010年度の廃棄物量は前年度より13.8%増加したので、今後は、感染性廃棄物の排出量削減のため、各部署への協力依頼をより一層促し排出量抑制に努める必要があります。



■今後の対策

①可燃物・不燃物の排出量は前年度比1%の削減を目指します。そのために、廃棄物とるなるものを持ち込まない、作らない、また廃棄物分別を徹底しリサイクル割合を高める運動を展開します。

②感染性廃棄物についても各部署に協力依頼し、前年比1%の削減を目指します。

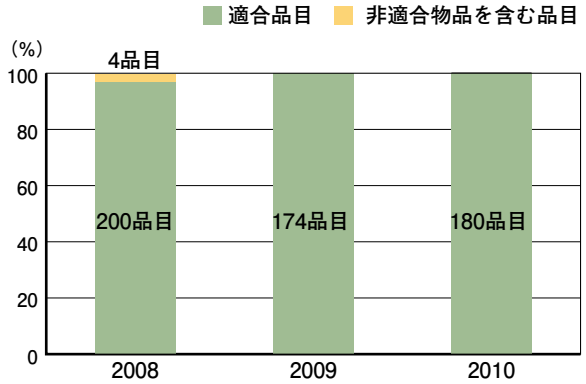
6 グリーン購入の状況及びその推進方策

■グリーン購入・調達の状況

鹿児島大学では、国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律に基づき、環境物品等の調達の推進を図るための方針（調達方針）を策定し、これに基づいて環境物品等の調達を推進しています。

その結果、2010年度に調達した全品目において判断の基準を満足する物品等を100%で調達しています。

グリーン購入物品の品目数と割合



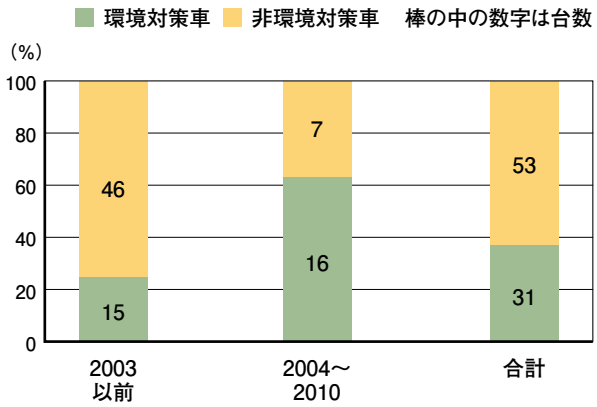
■低公害車、低燃費車の導入台数及び保有台数

鹿児島大学における2010年度末の自動車登録台数は、原動機付自転車を含めて84台です。

このうち、環境対策に適応した「低公害車」、「排ガス・騒音規格適合」の車輌は、31台で総登録台数に対して36.9%です。

なお、購入状況については、2004年度以降の7年間に23台を更新して、16台を対策車に更新しています。

今後、更新する際は、対策車の購入を推進する必要があります。



■今後の対策

①環境物品及びグリーン購入法適合品がない場合もエコマーク等の認定を受けている製品の調達に努め、これらを合わせて100%の調達率を目指します。

②自動車の更新に当たっては、100%の環境対策車の導入を目指します。

7 化学物質の適正管理

大学では教育･研究･医療活動等に伴い、家庭から出るごみと同様な生活系廃棄物に加え、有害物質を含む実験系廃棄物や病原微生物等を含む医療系廃棄物などが発生しています。鹿児島大学では実験系廃棄物のうち、有害金属や廃溶媒を含む廃液について、関係法令に従って適正に処理し、環境の保全と教育研究の進展に寄与することを目的とし「国立大学法人鹿児島大学廃液等処理規則」が定められています。この規則のもと、廃液処理室は廃液等の処理や取扱いに係る指導助言及び教育･啓発活動を主な業務として2010年1月に設置されました。

■実験廃液処理状況

鹿児島大学では2009年度の無機廃液処理施設廃止により、2010年度から無機系および有機系廃液ともに外部委託処理が行なわれるようになりました。2010年度は、約3,200Lの無機系廃液と約18,000Lの有機系廃液が処理されました。廃液処理室では、廃液が適正に処分できるよう、分別方法等について指導･助言を行なっています。また、廃液回収当日は、実際に回収業者とともに各部局の回収場所を回り、廃液搬出の監督を行ないます。廃液回収後には「廃液処理室だより」を発行し、廃液処理量、廃液搬出から処分までの工程における問題点や注意事項について報告しています。

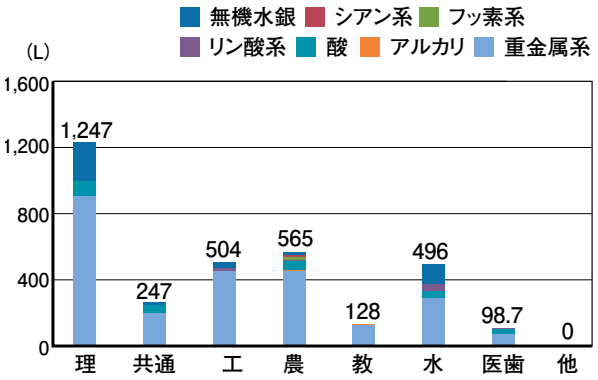
■実験廃液の貯留区分表の改訂

廃液処理の完全外注化と法令順守のため、区分表の改訂をおこないました。新しい区分表は2011年度から適用されています。これと同時に、廃棄物量と廃液処理経費の削減のため、これまでは廃棄されていた薬剤輸送用の10Lポリ容器や有機溶媒輸送用の金属缶を廃液回収容器として再使用する取り組みを行なっています。

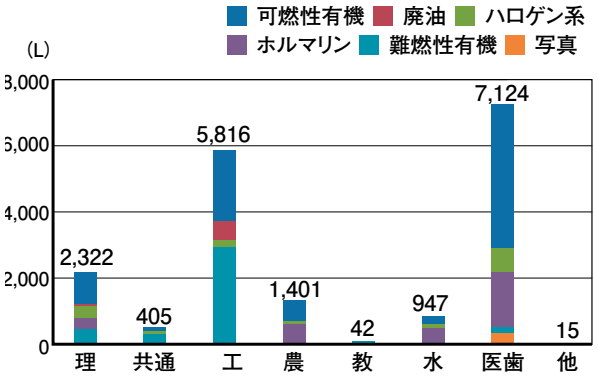
■排水管理や廃液処理に関する教育活動

共通教育の化学実験A･Bの受講者に対し、鹿児島大学における排水管理や廃液処理について解説を行ないました。化学実験で扱う薬品について、危険物や有害物質を使用･処理する時に注意すべき点を具体的に示すことにより、適正な取扱いや分別方法を身につけることができます。また、大学院全学横断的教育プログラム「環境学教育コース」環境化学特論において、有害廃棄物の適正処理について解説を行ないました。有害物質が環境中へ排出されることで生じる環境負荷を低減するために排出者が負うべき責務と原点処理の重要性を修得します。

研究活動における化学物質の管理として、未使用薬品に注目しがちですが、成果とともに生じる廃棄物･廃液にも同等の注意を払い、環境の保全に取り組む必要があります。



2010年度　部局別無機系廃液処理量



2010年度　部局別有機系廃液処理量

≪文責　廃液処理室特任助教　河野　百合子≫

8 キャンパス空間の整備

■長期的視点に立ったふれあい通りの形成とキャンパス環境の向上

大学のキャンパスは、常に完成された状態にはなく、その理想像に向け、さらには教育研究の変化や時代に応じて変化してゆくものです。そのキャンパスには変わってゆく部分と変わらない部分があり、それをキャンパスマスタープランやキャンパスフレームワークプランとしてまとめ、あるべき姿に向けて、整備をしてゆくことが求められます。

特にキャンパスの骨格は変わらない部分として長期に掛けてその形を形成してゆく必要があります。

工学部応用化学工学科１号棟の整備においては、郡元キャンパスのフレームワークプランとして整備を行っているキャンパスの東西軸（ふれあい通り）の形成の一環として、支障建物の撤去を行い、大学キャンパス計画に多く用いられるQuadrangle（中庭）的なものとして整備を行うことで、キャンパス環境の向上を図ったものです。

これにより、規模の小さな建物で建て詰まりを来している郡元キャンパスの環境改善となり、緑豊かなスペースが新たに形成されたことにより、昼食時や休憩時における学生等の格好の居場所が誕生しました。

整備前

整備後の中庭とふれあい通りの一部

第3章 環境教育

1 「持続可能な社会」を構築するための小さな一歩

■身近なことから「気づき、考え、行動する」

稲盛アカデミーでは環境教育･ESD（持続可能な開発のための教育）に関わる教科として、2009年度から「環境教育･ESD入門」、「エネルギー環境教育論」、「持続可能な開発と東洋の環境思想」、「ESDとサブカルチャー」（2010年度より）を共通教育科目に提供しています。

「持続可能な社会」を構築するための手法のひとつである環境教育･ESDの考え方を基軸とし、稲盛和夫氏が環境に対して常に言われている「足るを知る」「利他の心」「共生」というキーワードを絡めながら、身近なことから「気づき、考え、行動する」ことを学生と一緒に検討しています。いずれの授業でも、自分たちの身の回りにはどんな問題が存在しているのか、さまざまなモノやコト同士の「つながり」がどうなっているのか、ということを可視化していくことから始め、そしてそうして気づいたことや知ったことをどうやって他の人たちと共有していくかについてについて考えていきます。そして理論だけではなく実践につなげていくための環境教育･ESDプロジェクトを企画立案していきます。

■かごしま環境未来館での研究報告会

ここで企画立案するプロジェクトは「お金をかけず、誰でも手軽にできるもの」であることを条件としています。一般的に、このような企画は理想論を出すことだけで終わってしまうことが多いため、実際に自分たちでできること、他の人たちにも問題に気づいて簡単に行動してもらえること、を重視しました。

学生たちが授業で討議をしながら企画立案した環境教育･ESDプロジェクトは、学期末にかごしま環境未来館で研究報告会を行っています。これは学生が企画したプロジェクトについて、広く一般の人にも開示するだけではなく、広く意見を取り入れることによって当該プロジェクトの実現可能性をより高めるためのものです。

この研究報告会には受講生以外の鹿大生のほか、社会人だけではなく、市内の高校生も来場してくれました。そして報告に対してはフロアから活発な質問や意見が出されました。フロアからは「自分たちが気にも留めなかったことを気づかせてくれた」、「簡単にできることはすぐにでもやってみたい」、「せっかくこのような企画があるのならばぜひ実現してほしい」といった声が上がりました。

【写真1】最終報告会の様子

■授業から生まれた環境教育プロジェクト～「モアタン･プロジェクト」

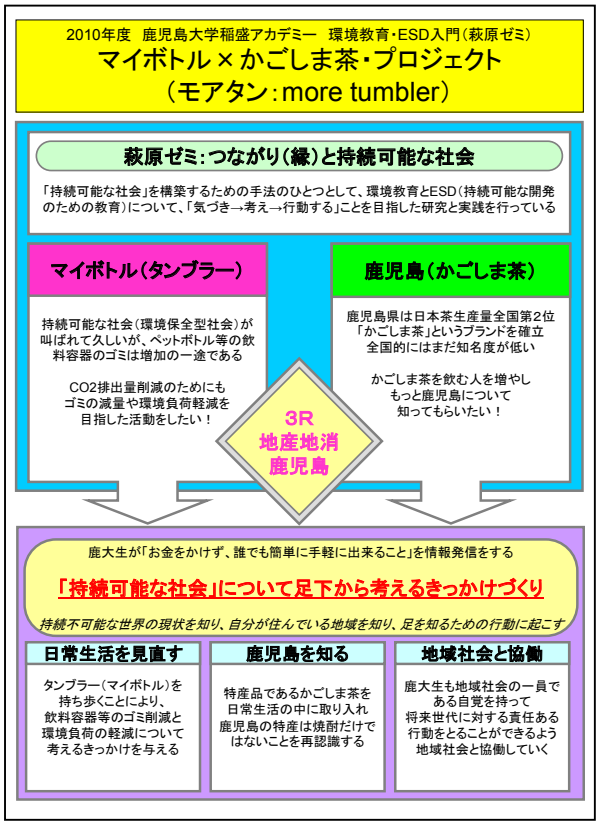
これまで学生たちが企画立案してきた「持続可能な社会」を構築するための環境教育･ESDプロジェクトのうちいくつかは、授業という枠組みを離れて、プロジェクトに関心のある学生有志が集まって、周囲の学生たちを巻き込みながら自主的に取り組んでいます。学生有志が行っている活動として「鯨プロジェクト」と「モアタン･プロジェクト」があります。ここでは「モアタン･プロジェクト」について紹介していきます。

「モアタン･プロジェクト」は2009年度「環境教育･ESD入門Ⅱ」の受講生が提案した企画です。ちなみに「モアタン」というのは、「more tumbler（もっとタンブラーを使おう!）」から、学生がネーミングしたものです。このプロジェクトは日常的に消費しているペットボトルなどの飲料容器のゴミ削減と、環境配慮の意識向上

を目的として、鹿児島大学の学生を主たる対象にして、学内でのタンブラーの利用率を向上させるというものです。

2010年度は、この学生発の環境教育･ESDプロジェクトのアイデアを発展させた形で継続するため、タンブラーの中に入れる飲料にも着目してみた。「鹿児島を知る」ということと「地産地消」という視点から、かごしま茶を入れる追加提案をし、新たな「モアタン･プロジェクト」を進めることになりました。

学生たちは天文館にある日本茶販売店へのインタビューや、鹿児島県茶市場（ちゃぴおん）への見学などを行い、どうしたら鹿児島県産の日本茶についても知ってもらえるかについて、タンブラーの普及活動と一緒に検討していきました。学内外の関係各位からの協力や助言を仰ぎながら、プロジェクト実施まで後一歩というところまで進みましたが、残念ながら2010年度は時間切れとなってしまい、プロジェクト実施は2011年度に持ち越しとなりました。



【図表1】モアタン･プロジェクト説明図

■今後の展望

2011年度は、2010年度に受講生が企画立案したプロジェクトのうち、いくつかについては授業の中で、改良した上で実現させていきたいと思っています。

環境教育･ESDに関する授業を通じて、学生たちは多くの知識を得ることができます。しかし一方的に与えられる知識よりも、自分たちで問題に気づき、調べて話し合ったものの方がより多くのことを得ることができます。

「持続可能な社会」をつくることは夢物語ではなく、実際に自分たちが当事者であるという自覚をする、ということが重要なことです。受講生たちは当事者意識を持ちながら、授業を通じて問題に気づき、企画立案を通じて考えることをし、研究報告会を通じて第三者に影響を与える、という過程を体験していきました。そして、学生有志が自分たちで、自分たちの周りの学生を巻き込みながら、自分たちのできる範囲で自主的に行動を始めました。これは「持続可能な社会」を構築するために、学生たちが歩み始めた小さな一歩です。

【写真2】授業風景
ー実際に自分たちで気づき、考え、行動するプロセスを体験ー

≪文責　稲盛アカデミー特任講師　萩原　豪≫

2 砂漠緑化プログラム

本プログラムは、鹿児島大学名誉教授であり、中国東北大学名誉教授でもある野崎勉先生が、東北大学で「科学技術と環境」をテーマとした授業を行われてきた中で生まれた中国ホルチン砂漠での鹿児島大学の海外短期海外学生研修の提案に端を発したものである。更に、平成22年4月に、東北大学赫翼成学長一行が鹿児島大学の吉田浩己学長を訪問された折りに、合意された両大学の学生による双方向の交流計画に沿って具体的な計画の策定が始まった。

計画策定に際しては、以下の3点を海外短期海外学生研修の教育効果として考えた。

1)日本から最も近い砂漠である中国内モンゴル自治区のホルチン地区が同地域の人口増加及び過放牧等の経済活動及び人為的影響によって砂漠化が進んでいる。このような人類が地球環境に与える影響が明らかに見える最前線に、若い人々が短期といえども訪問し、地球環境の現状を体験する教育効果は非常に高い。

2)著しい経済発展が進められているにもかかわらず、幾つかの理由から、若い人々の交流が積極的に進められてこなかった中国の実情を、自分の目で確認し、自由な交流の基礎を築くことは、国際教育の重要な活動の一つである。

3)鹿児島大学が促進している「進取の気風」の育成を掲げた教育目標を達成する上で、異文化の中に身を置いて、それを理解し、自分の立ち位置を確認することができる海外学生研修は、学内の座学に加えて得難い教育効果を持つ。

このような見地から、国際戦略本部が、共通教育課程の授業科目として「鹿児島大学砂漠緑化プログラム」を、平成22年8月に開始された「鹿児島大学学生海外研修事業」による支援を受けて、共通教育課程の18名の受講生に対し実施した。研修計画では、小野寺浩(環境プロジェクト担当・学長補佐)教授による人為的影響を中心とした「環境総論、」、尾崎孝宏(法文学部)准教授による、モンゴル族の統一国家設立を妨げた日本の関わり、緑化プロジェクトの背後にある問題点などを中心とした「モンゴルと内モンゴルの比較」、溝辺町竹子の萬田農園での一日農業体験等の事前講義を行い現地踏査の準備を行った。

海外短期海外学生研修は、平成22年9月4日から9月11日の8日間行われた。まず、東北大学の所在する瀋陽を経由して、ホルチン砂漠緑化プログラムの基地となった、内モンゴル・カンチカに移動した。カンチカでは、野崎勉名誉教授から「地球環境と砂漠化」についての講義を受け、現地で緑化運動を行っているFoE Japan(NPO法人)の成田正之氏から緑化活動の実際についての講義及び説明を受けた。三日間の研修期間中に、砂漠と沙地(植林を施せる乾燥地)の違いを理解するために、それぞれ場所を訪問する機会を得た。そして、植林が計画されている沙地においてFoE Japan の成田正之氏の指導の下、約200本の松と楡の植林実習が行われた。また、この沙地では風などの影響で動く砂をコントロールすることが沙地の緑化には重要な要因であるため、砂止めを目的とした「草方格」の作り方も実習した。広大な砂漠と沙地を訪問し、砂漠化が進む環境の中で、植林活動を始めとする人間の砂漠化に対する戦いの小ささが浮き彫りになった活動とも言える。また、現地の集落を訪問し、その人々と交流することによって、環境保全とこのような厳しい環境の中で生き抜く人達が抱える現実の問題とのギャップも感じ取ることができた。限られた水資源をどのように利用するかという点である。国際的な環境保全活動では、緑化を進めることが是であるかも知れないが、このような地域で住む人たちに取っては、目に見えた森を作るために30年以上を要する樹木よりも、約10年で木材として販売できる経済林(ポプラのような樹木)を作る植林活動を望む現地の人々の緑化に対する考え方の違いなどが明らかになった。

ホルチン砂漠での研修旅行を終え、瀋陽に戻り、東北大学の学生との交流、或いは満州国の中心地であった瀋陽の歴史的な史跡や日本が嘗て行った活動が伺える旧跡を見学したことなども、自分達、日本人を見つめ直す貴重な経験となった。この研修旅行が受講生にとって印象深く、効果的に行えた大きな理由として、東北大学国際交流センターの魏俊霞先生と日本語学科の5名の学生が常時同行されたことが挙げられる。研修活動を通じて、お互いの文化を語り合い、これまで知らなかった中国の人達と理解し合う機会が持てたことは、受講生にとって今後、いろいろ巻き込まれて行くであろう国際活

動を考えた場合に得難いスタートになったはずである。

平成23年度においても、本計画は「鹿児島大学学生海外研修事業」のもとで継続して実施される（平成23年9月）予定で、これに加え、本年度は、東北大学の学生による鹿児島での「ゴミ処理及び再利用」に関する研修が行われる予定（平成23年11月）である。この姉妹大学による双方向の研修計画に対しては、独立法人日本学生支援機構による追加的な奨学金（SS&SVプログラム）が付与される。

≪文責　国際戦略本部教授　加藤　泰久≫

ホルチン砂漠、沙地での植林実習（2）

ホルチン砂漠での風景

草方格実習

ホルチン砂漠、沙地での植林実習（1）

植林実習を終えて

第4章 環境研究

1 「鹿児島環境学」プロジェクト

■プロジェクトの概要

平成20年10月に全学横断型の取り組みとして「鹿児島環境学」プロジェクトがスタートし、平成22年度までの3か年の間に、地球環境から自然保護にわたる広汎な環境問題の整理･体系化、全学レベルで環境学の教育と研究の基礎を確立することを目指して活動してきました。プロジェクトメンバーは、学内の若手研究者を中心に、学外からも参加しています。

このプロジェクトでは、これまでの本学における環境研究のバックボーンを整理するとともに、鹿児島の多様で独特なフィールドにおける研究成果の分析や検証等を通じて、環境型社会や自然共生型社会に向けた具体的モデル（例:屋久島モデル、奄美モデル）を提示し、教育カリキュラムへの反映や新たな研究プロジェクトの立ち上げを視野に入れた活動を行っています。大学によるこうした「地域環境学」構想は全国的にも例がなく、多様な自然環境に恵まれた鹿児島の地を拠点とした総合大学である鹿児島大学ならではの取り組みです。

■鹿児島環境学の刊行

平成22年度には、前年夏に刊行した『鹿児島環境学I』･『鹿児島環境キーワード事典』に続いて、『鹿児島環境学II』を刊行しました。（写真1）本書では、全体のテーマとして「奄美を世界遺産へ－その課題と展望」を掲げ、行政関係者等の寄稿も含め、プロジェクトメンバーを中心とした13名が奄美について様々な角度から論じ、遺産登録や奄美自立への道筋を探っています。（図1）

全国の大学や関係機関などへ配布されたほか、一般の書店やAmazonなどインターネット上でも購入が可能です。

【写真1】『鹿児島環境学II』表紙

『鹿児島環境学II』目次

I 環境から奄美を捉える視座
1、環境を軸とした奄美論
2、奄美から考える環境－奄美型環境モデルのために－
II 奄美の今を探る
1、植　物　奄美群島の植物
2、外来種　マングースと外来生物問題
3、農　業　奄美農業論
4、教　育　奄美の環境教育に思う
5、地　形　奄美諸島の地形を読む
6、海　洋　奄美群島における海と陸の境界線からの景観
◎文献から見た奄美
薩摩博物学と奄美
◎国立公園と世界遺産
世界自然遺産への道のり
奄美の国立公園像
◎研究ノート
原始の島と電気自動車
－屋久島における「CO2フリーの島づくり」の取り組み－
水質保全活動と環境文化論－水質保全論II－
附録　鹿児島環境学活動経緯
鹿児島環境学宣言
奄美公開セミナー抄録

【図1】『鹿児島環境学II』目次

■徳之島フォーラムの開催

2011年1月10日、「徳之島の未来、世界遺産～島の暮らし、産業･環境はどのように変わっていくのか」をテーマに、フォーラムを開催しました。会場の徳之島交流ひろば「ほーらい館」（伊仙町）には、437人の参加者が集まり、会場に入りきれなかった人々も、ロビーに用意されたプロジェクターでフォーラムに耳を傾けました。（写真2）

基調講演では、奄美諸島史に詳しい人間文化研究機構理事の石上英一氏が、徳之島から日本史を捉えなおすことの重要性を強調し、奄美群島の文化財の保全活用を進めて、環境文化型の国立公園と世界遺産の連携を提案されました。本学学長補佐の小野寺浩氏は、徳之島の現状をデータで解説

し、島の発展が無名の人々の努力の積み重ねで成り立ってきたとして、世界遺産に向けた住民の努力を呼びかけました。

「徳之島はとは何か」と題したパネルディスカッションのI部では、歴史文化と自然の面から奄美大島とは異なる徳之島の魅力やユニークさが「島の宝」として議論されました。そして、世界遺産を目指す過程で、島を見直し、将来を語り合うことの大切さが確認されました。

「徳之島の地域づくりを考える」と題したII部では、地元パネリストから地域づくりに大切なことは、地域を知ることと、地域が自ら動くこととの発言があり、フロアの地元高校生からも島の将来を思う発言がありました。(写真3)

また、地元3町長からは徳之島が奄美群島の先頭に立って世界遺産に向けた取組を進めたいとの力強い発言があり、最後に「徳之島フォーラム宣言」が謳われました。(図2)

【写真2･3】
徳之島フォーラムの様子

「徳之島フォーラム宣言」～徳之島の未来に向けて～

一、徳之島が日本のみならず、世界でも類いまれな自然と歴史文化の島であることを、本日のフォーラムで確認した
一、地域づくりの基礎は、この島の多様で豊か自然と、先人たちが築いてきた歴史、文化の積み重ねにある
一、これらの資産は、豊かな徳之島づくりのために資するものとして、将来の世代に受け継いでゆかなければならない
一、しかしながら、もっとも大事なことは、島で生きる人々の存在であり、自信であり、誇りである
一、これらの思いを込めて、国立公園指定、そして世界遺産登録に全力をつくす

【図2】「徳之島フォーラム宣言」全文

■環境省委託調査

本プロジェクトでは、環境省より「平成22年度持続的な地域づくりに資する琉球弧の世界自然遺産登録に向けた課題と方策に関する検討業務」の調査委託を受けました。これは「平成21年度自然共生型地域づくりの観点に立った世界自然遺産の在り方に関する検討業務」から引き続き実施しているもので、世界遺産一覧表への登録が期待されている「琉球弧」のうち、人の生活と森林が密接に関係してきた奄美群島とやんばる地域を検討の対象として、遺産登録が地域の社会経済に与える影響と効果、国内の既登録地である白神山地や知床との比較分析、琉球弧世界自然遺産地域における地域づくりの方向性について提言を行いました。

■平成23年度以降の予定

大学院博士前期課程の全学共通コースの一つとして平成23年度前期より環境学教育コースが立てられ、「鹿児島環境学I･II」がコア科目として開設されます。また3巻シリーズを目標としてきた『鹿児島環境学』については、徳之島を特集した『鹿児島環境学III』を平成23年9月に刊行する予定です。一般の読者に向けて情報発信するために、論文ばかりではなく、鹿児島県知事や学長へのインタビューをはじめ、プロジェクトメンバーへのインタビュー、対談などを盛り込み、多様な切り口から地域と環境のことについて学べる内容となっています。

本年度で一つの区切りを迎えましたが、新たなメンバーも加わり、今後も積極的な活動を展開する予定です。平成23年には、小笠原諸島の世界自然遺産登録も決まり、奄美･沖縄が次の登録候補地として注目されています。本プロジェクトでも、平成23年6月開催の世界遺産委員会への視察団の派遣(教育センター岡野准教授･法文学部西村准教授)をはじめ、奄美地域での具体的な調査･研究を進めていくことで、鹿児島という地域に根差した環境学の存在をより確かなものとしていく努力を続けていきます。

鹿児島環境学プロジェクトHP:http://www.rdc.kagoshima-u.ac.jp/env/

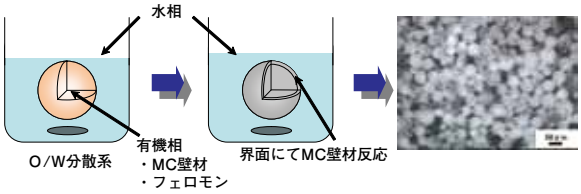
≪文責　法文学部准教授　西村　明≫

2 工学部環境化学プロセス工学科における環境研究

環境に優しいマイクロカプセル化農薬製剤の開発 ー昆虫フェロモンのマイクロカプセル化技術ー

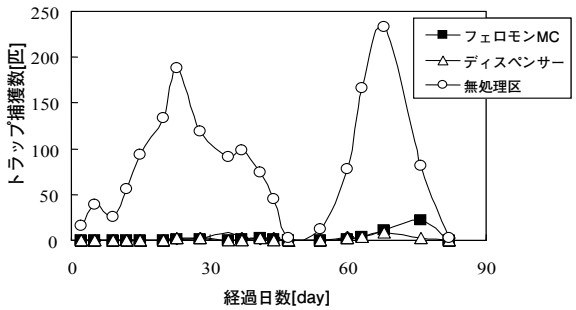
農業圏の産業政策の重要な柱である農業にとって、その生産性向上を第一に考えた場合、農薬･化学肥料等は命綱といえる重要な製品であり、化学産業にとっても多くの製造物の中で重要な工業製品である。しかし、その便利さゆえに農作物に対する過用や誤用が土壌環境を悪化させ、さらに土壌を通して川や海に流れた化学物質が水質環境をも汚染すると考えられる。また、食の安全性に対するニーズが高まり、このような背景から今後持続可能な農業を行うためには、理にかなった新しい農業技術の提案が必要である。その技術の一つは、農薬等を製剤化（マイクロカプセル化）することである。農業分野への応用展開を目指し、減農薬を目的とした昆虫フェロモンのマイクロカプセル化に関する環境研究の開発事例を紹介する。

農作物の害虫防除の現場からは、次々に殺虫剤に抵抗を獲得する害虫の難防除化、殺虫剤の多用による二次害虫の出現の懸念から、化学殺虫剤以外の防除手段を求める声が多くなっている。一方、消費者からは、外観･味･安全性という生産物に対する新たな付加価値が求められるようになっている。このような背景から、農作物の害虫の総合防除の重要性が提唱されている。害虫の総合防除とは、害虫を殺虫剤等の使用により徹底的に絶滅させるのではなく、農作物に被害を出さないレベルに害虫の密度を抑えて共存しようという考え方である。その害虫防除の一つの手段として、昆虫フェロモンの利用が着目されている。昆虫フェロモンは、1）非常に少ない量で活性を示し、2）同種間にしか効果を示さない、3）安全性が高く、4）環境中や農作物中への残留の心配が無い等の特徴がある。昆虫フェロモンの害虫防除のへの応用場面として特に最近注目されているのが、フェロモンの特徴を利用した直接防除に応用する方法である。特にフェロモンをマイクロカプセル化することで必要最小限の徐放によるフェロモンの長期間の有効成分の劣化防止によって、省力、省エネルギー化および環境汚染防止を推進でき、環境保全型農業の趣旨にも合致する。当研究室では交信撹乱作用を有する昆虫フェロモン（Z-11-テトラデセニルアセタートが主成分）のマイクロカプセル化に成功し、その実証試験を行った。ここで使用した昆虫フェロモンは、お茶の難防除害虫であるにチャノコカクモンハマキに効くフェロモンである。マイクロカプセル調製に関しては、壁材物質がポリウレア骨格を有する界面反応を利用した（モデルスキーム参照）。



界面反応モデルスキーム

この調製技術を用いることによりフェロモン含有率を60%というこれまでにない高含量化が達成できる。さらに本製剤を使用し、フィールド試験を行ったところ、良好な結果を得ることができた。フィールド試験は、茶畑に市販されているフェロモンディスペンサー（昆虫フェロモンを封入したポリプロピレン製のチューブ）、昆虫フェロモンマイクロカプセル、さらにフェロモンなし（無処理）を適用することで実施した。ここで使用するフェロモンは交信撹乱作用を有するので、雄が雌を判別できなくなる働きをする。つまり、昆虫フェロモンをフィールド上に設置すれば、交尾機会が減少することに繋がり次世代以降の個体数の減少という結果となる。フィールドテスト結果における昆虫トラップ捕獲数は、昆虫フェロモンMCは市販のフェロモンディスペンサーと同等の交信撹乱能力を有することが確認でき、その残効期間は約70日であった。



フィールドテスト結果

市販のディスペンサーは薬効がなくなればポリプロピレン製チューブの回収をしなければならず、省力化の観点からすれば問題である。一方、フェロモンマイクロカプセルは膜材質を環境分解性の材質を用いることで、使用後にそのまま放置あるいは土に返すだけでよいという利点がある。さらに、開発したフェロモンマイクロカプセルは、散布剤としても利用可能であり、その有用性は高い。

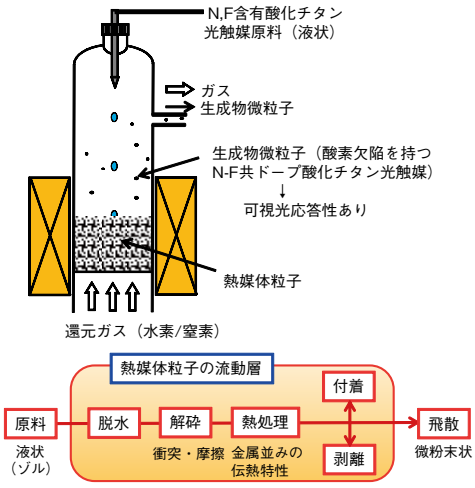
吉田研究室

■光触媒の可視光活性化処理方法に関する研究

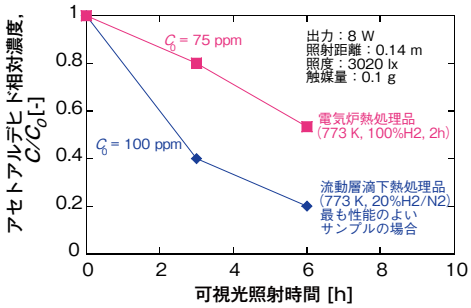
光触媒への可視光活性の付与は、現代の環境調和型触媒開発の目指す最重要課題の1つである。人体に害のない可視光で十分に作用する光触媒が開発されれば、住空間はもとより地球規模での用途拡大へと展開できる。現在広く利用されているアナターゼ型酸化チタンに可視光応答性を付与するには(1)酸素欠陥形成、(2)異種元素(NやFなどの元素)ドープが有効とされている。

上記(1)、(2)はいずれも熱処理によって実現できる操作で、同時に実現できればさらなる相乗効果が期待される。しかし、(1)、(2)の熱処理はそれぞれの最適条件が異なるため、同時に実現するための簡便な手法の開発はあまりない。またTiO_2粉末は通常一次粒子径が数nmからサブミクロンの超微粒子であり、付着･凝集性が非常に強く、粉体処理操作においては数百μm程度の凝集状態での処理を余儀なくされる。このような凝集体の熱処理では粒子内部の熱処理が不完全な熱処理むらが生じるので、必要以上の高温あるいは長時間の熱処理を施すことになる。

もし凝集体の形成をなるべく抑え、かつ熱伝導性のよい反応器を用いる事ができれば、従来よりも低温で短時間の熱処理が実現できる。これを実現するものとして、熱媒体粒子の流動層の利用を検討している(図1)。この装置では液状原料



【図1】流動層滴下熱処理による光触媒の可視光活性化



【図2】熱処理操作の違いによる光触媒性能比較

の脱水、凝集物の解砕、熱処理を1つの装置内で同時に達成できるのが特徴で、熱処理済みの生成物微粉末を直接合成できる。また生成物微粉末は熱媒体粒子表面への付着･剥離を繰り返しながら流出するので、装置内での反応時間をある程度稼ぐことができ、装置のコンパクト化にも寄与する。検討の結果、通常の電気炉熱処理では困難な(1)と(2)を同時実現する操作領域を見出すことができ、酸化チタン光触媒の可視光活性化を効果的に行うことができた。

図1の手法で熱処理して得た光触媒微粒子と同一温度(773K)の電気炉で熱処理して得た光触媒微粒子の表面の構造を電子顕微鏡で観察したところ、前者の方が起伏にとんだ多孔質な構造であることが分かった。BET比表面積は電気炉熱処理品に比べ3倍程大きいもの(100m^2/g以上)が得られている。吸光度を調べた結果、可視光領域だけでなく紫外光領域の光も電気炉熱処理品に比べよく吸収することが分かった。光触媒の可視光活性をガスバッグB法によるアセトアルデヒド分解試験(100ppm)で評価した結果、図1の手法から得られる可視光応答型光触媒の方が高い活性を示すことが分かった(図2)。

光触媒の可視光活性化処理法は様々に存在するが、RFプラズマ装置やスパッタ装置などの高価な付帯設備を必要とせず簡便な熱処理操作の原理を用いてシンプルに実現する我々のようなアプローチもあり得る。酸化チタン光触媒への可視光活性付与だけではなく、微粒子材料に機能性を付与する手法としての応用にも着目して様々な研究を展開している。

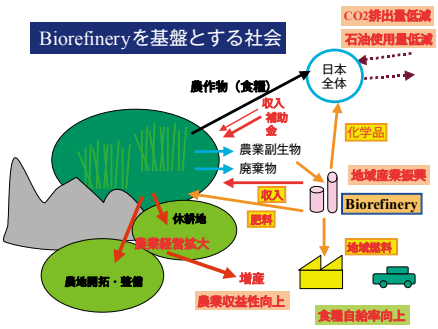
甲斐研究室

■バイオリファイナリー技術の開発

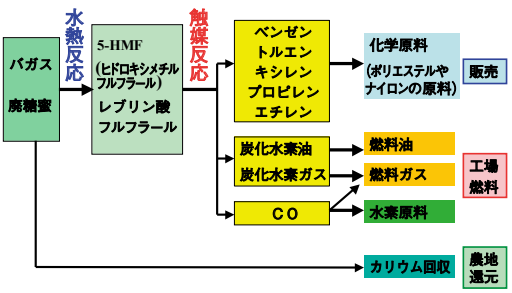
[バイオリファイナリーの目的と意義]

バイオリファイナリーは、人類社会に必要な燃料や化学原料を、石油などの化石資源に代わりバイオマスから製造する総合技術である。これまで、ガソリンや軽油などの輸送燃料、LPガス、重油などの産業用･家庭用燃料、あるいはプラスチックなど化学製品の原料である芳香族や低級オレフィンは主として原油の精製によって製造されてきた。しかし、温暖化防止や将来のエネルギー資源の確保の観点から、再生可能な資源を活用する技術の必要性が強く認識されるようになってきた。

また、農業副生物であるバイオマスの利用は、食糧供給の安定化や地域産業の強化にも貢献するものである。これまで石油リファイナリーが果たしてきた役割をバイオリファイナリーが担うことにより、温暖化対策、資源エネルギーのセキュリティー確保に資するとともに、地域社会における農業振興、農工連携産業創出、地域自立社会構築という、未来に向けた社会変革の方向性を示すものである。



【図1】バイオリファイナリーを基盤とする社会



【図2】バイオリファイナリー技術

[バイオリファイナリー技術の開発]

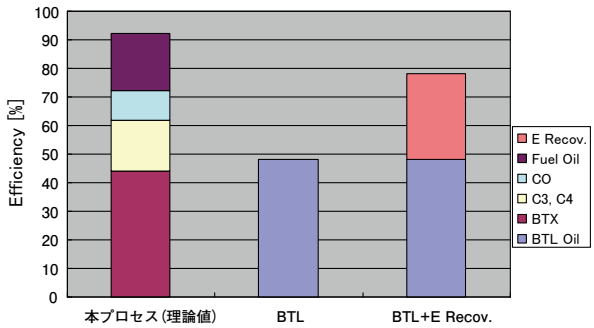
当研究室では、これまで、バガス、廃糖蜜などのバイオマス原料から化学原料あるいは高発熱量燃料への転換技術の研究を行ってきた。図2は、その方法と物質の変換過程を示すものである。バガスや廃糖蜜は水熱反応により、5-ヒドロキシメチルフルフラール(5-HMF)やレブリン酸、フルフラールに転化する。また、廃糖蜜は酸発酵により、乳酸、酢酸、酪酸などの有機酸に転化する。

これらのフラン類、有機酸類はゼオライトを用いた触媒反応により、直接、芳香族や低級オレフィンなどの製品となる。すなわち、付加価値の高い化学原料や、高発熱量の燃料に転換することができる。

[バイオリファイナリーの実現に向けて]

南九州(鹿児島県島部、沖縄県)ではサトウキビ栽培が行われ、製糖工場で原料糖が製造されている。バイオリファイナリー技術は製糖工程で副生するバガスや廃糖蜜の高度利用の方法として有意義であろう。このため、種子島や徳之島などにおける製糖工場へのバイオリファイナリー技術の適用検討を進めている。

この製糖-バイオリファイナリーハイブリッドシステムにより、図3に示すように高いエネルギー効率で高付加価値の化学品･燃料製品への転化が可能であることが示された。また、廃糖蜜に含まれているカリウムなどの成分の回収も考えられ、農業用肥料の自給にも貢献することが期待される。



【図3】エネルギー転換効率の比較

筒井研究室

■Ni及びRu電極付き多孔質ガドリニウム固溶セリアを用いたCH_4-CO_2混合ガスの電気化学的改質

食物残渣や焼酎滓のメタン発酵で発生するバイオガスはメタン(CH_4, 60%)、二酸化炭素(CO_2, 40%)を含んでいる。これらのガスを用いたCH_4のCO_2ドライリフォーミングはNi触媒下、次式のように表される($CH_4 + CO_2 \rightarrow 2H_2 + 2CO$, (1))。改質ガスは固体酸化物形燃料電池用燃料にも利用できる。ドライリフォーミングは500°C以上の温度が必要であり、CH_4の熱分解が同時に進行する($CH_4 \rightarrow 2H_2 + C$, (2))。析出した炭素はNi触媒を覆うため、触媒能が時間とともに低下する。本研究では独自に開発した多孔質ガドリニウム固溶セリア(GDC)電気化学セルに外部より電流を流し、ドライリフォーミングの促進および炭素析出の抑制を試みた。セルのカソード側では電子が導入され、CO_2の還元が促進される($CO_2 + 2e^- \rightarrow CO + O^{2-}$, (3))。アノード側では多孔質な電解質を通して輸送された酸化物イオンとCH_4が反応する($CH_4 + O^{2-} \rightarrow CO + 2H_2 + 2e^-$, (4))。総括反応は(1)式である。

セル作製方法の詳細は下記の文献［1, 2］に示されている。セルA(Ni-GDCアノード / GDC電解質 / Ni-GDCカソード)，セルB（Ru-GDCアノード / GDC電解質 / Ru-GDCカソード)及びセルC（Ni-GDCアノード / GDC電解質 / $SrRuO_3$-GDCカソード)の3種のセルに、ポテンショスタットで1Vを印加した。カソード側にCH_4とCO_2を各25ml/minで混合して流した。

図1に電気化学セルA、BおよびCにおける出口ガス割合を示す。改質温度が上昇するにつれてCH_4、CO_2の割合が減少し、H_2、COの割合が増加した。セルAでは、500°Cでアノード極のNiにより(2)式が進行し、ガス閉塞が起きた。また、800°Cでの(b)と(c)を比較すると、ガス改質は Bセルよりセルで促進されることがわかった。B、Cセルでは反応時間12−13hまでガスの流量低下はなかった。

[1] Y. Hirata, Y. Terasawa, N. Matsunaga, S. Sameshima, *Ceram. Inter.*, 35 (2009) 2023−2028.

[2] S. Matayoshi, Y. Hirata, S. Sameshima, N. Matsunaga, Y. Terasawa, *J. Ceram. Soc. Japan*, 117 (2009) 1147−1152.

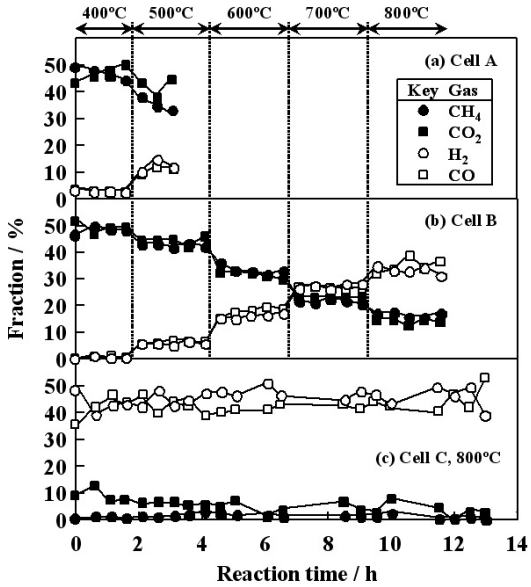


Fig. 1 Fractions of CH_4, CO_2, H_2 and CO through electrochemical cell A at 400−500°C (a), cell B at 400−800°C (b) and cell C at 800°C (c).

■電解法で合成したアルミナ-ITO-チタニア系膜の光化学特性

酸化チタン(TiO_2)は紫外光で優れた光触媒機能を有する。しかし、可視光を含む長波長域(低エネルギー)の利用率はわずかである。本研究では直流電場下でのアルミナ(Al_2O_3)/ITO（インジウム-スズ酸化物固溶体)電極の溶解再析出プロセスを利用して、この電極上にAl_2O_3−ITO−TiO_2系膜を合成することに成功した[3]。この膜は、200−800nm波長の紫外可視光を高効率で吸収する。本研究では0.505 μMのシュウ酸塩水溶液中でこの膜とPt白金線間に電圧を印加し、300−700nmの波長での光電流を測定した。

陽極にα−Al_2O_3粉体とITO粉体(90mass%−$In_2O_3$10mass% SnO_2)を体積比60:40で混合した緻密焼結体(相対密度98.7%)、陰極に黒鉛型、基準電極にAg/AgClを使用した。電解液には0.10Mの四塩化チタン溶液100mlに硫酸アンモニウム2.64g（0.2M溶液)を混合した溶液を使用した。直流10Vで24h電解後、電析膜を200°Cで焼成し、光電流を測定した。

電解後、電極表面に数十nm厚さのTiO_2膜が生成した。室温から400°Cまでは非晶質、400°C以上でルチル型に相転移することが分かった。電極上へのIn_2O_3、Al_2O_3、SnO_2及びTiO_2の電析プロセスを以下に示す。(M = In, Al)

$$M_2O_3 + 2H_2O \rightarrow 1/2O_2 + 2e^- + M(OH)_3 + M^{3+} + OH^- \quad (5)$$

$$SnO_2 + 3H_2O \rightarrow 1/2O_2 + 2e^- + Sn(OH)_4 + 2H^+ \quad (6)$$

$$TiCl_4 + 4H_2O \rightarrow 4H^+ + 4Cl^- + Ti(OH)_4 \quad (7)$$

電析膜は200−800nmの波長域で10-20%の低い反射率を示した。図2に、シュウ酸溶液中でのアルミナ−ITO−チタニア電析膜の光電流を示す。ここでは、暗室での溶液の電流(I_0)を基準とした。図2より、光照射による電流値の増加(1.6−4.5倍)が測定された。これは光照射によりTiO_2膜で電子とホールが生成し、それらがシュウ酸イオンと反応するためである。

陽極(Al_2O_3−ITO−TiO_2膜)　$C_2O_4^{2-} + 2h^{\bullet} \rightarrow 2CO_2$　(8)

陰極(Pt線)　$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$　(9)

TiO_2内で生成した電子は陰極に運ばれ、H^+と反応するため、溶液のpHが増加した(pH5.8 → pH7−8)。一方、フタル酸水素カリウム溶液を用いた緩衝液中で光照射したが、電流とpHの変化は生じなかった。これは、溶液中のH^+の反応が抑制されたためである。

[3] N. Matsunaga, Y. Hirata, Y. Fukuda, S. Sameshima, *Ceram. Inter.*, 35 (2009) 693−698.

平田研究室

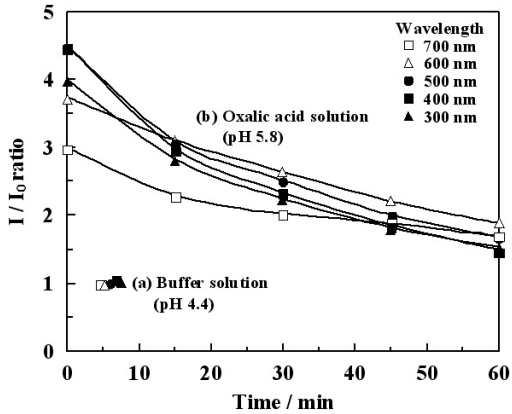


Fig. 2 Photocurrent between Al_2O_3−ITO−TiO_2 film and Pt wire as a function of irradiation time. I and I_0 represent the current in the dark and irradiated solutions, respectively.

3 環境問題の経済学的研究

1.はじめに

人々の経済活動が環境に与える影響は非常に大きい。生産者は製品を産出する際、環境から多量のエネルギーや資源を採取し、環境へ汚染物質を排出する。消費者は製品を消費する際、環境へ多量のゴミ(廃棄物)を排出する。経済活動は、人々に豊かな生活をもたらす一方で、地球温暖化、オゾン層破壊、酸性雨、森林減少、地下水汚染、大気汚染、廃棄物問題などの環境問題を引き起こす原因となっている。

人々の経済活動が環境に及ぼす影響を明らかにし、経済発展と環境保全を両立させるような社会経済システムとはいかなるものかを経済学の観点から解明していく研究分野は環境経済学と呼ばれる。

以下では、科学研究費補助金(若手研究B)の研究成果の一部の概略を紹介する。

2.途上国の失業問題とリサイクル事業

途上国の都市部では、人口の増加により廃棄物の発生量が爆発的に増え大変深刻な問題となっている。先進国と比較し途上国の廃棄物問題の特徴として、①廃棄物収集サービスが十分でない、②資源回収(リサイクル)においてインフォーマル部門の関与が強い、③埋立地での環境汚染の発生等が挙げられる。

途上国は先進国に比べ、分別・収集・リサイクル・処分の各過程において技術や人材、資金において乏しく、また環境に対する意識も低いため、先進国以上に廃棄物問題の解決は難しいと言えるだろう。一方で、途上国の都市部では急速な経済発展に伴い農村部から都市部への大量の人口移動が起こり、多くの都市失業者(都市のインフォーマル部門の従事者)が発生している。したがって、途上国政府は廃棄物問題解決に向けた環境政策を実行しつつ失業問題にも配慮しなければならない。本研究では、都市におけるリサイクル部門(フォーマル部門)と都市失業者によるインフォーマルな廃棄物収集行動を考慮したハリス=トダロ・モデル(Harris and Todaro (1970))を用いて、途上国における廃棄物の処理・リサイクル問題と失業問題について考察を行っている。

分析の結果として、リサイクル部門への補助金率の上昇は社会厚生を上昇させ、逆にインフォーマルセクターへの支援金額の上昇は社会厚生を悪化させることを示した。これは、途上国で深刻な問題になっている廃棄物問題と失業問題を同時に考えた場合、これまで途上国のリサイクルにおいて重要な役割を担ってきたインフォーマルセクターを支援することよりもリサイクル部門に補助金を与え成長させることが途上国の社会厚生上昇に繋がるということを意味している。

3.廃棄物の分別行動とグリーン・デザイン投資

近年、ドイツを始めとした欧州諸国において、生産者に対する製品の物理的および経済的な責任を消費後まで拡大する「拡大生産者責任(Extended Producer Responsibility)」の原則が普及しており、わが国においても、「容器包装リサイクル法」や「家電リサイクル法」などにおいてその原則が導入されている。このように財の生産者である企業の環境問題に対する責任は年々増しており、企業は環境に配慮した製品を設計することが社会に求められている。

また、高度経済成長期以来、家庭から排出される廃棄物は多種多様化し、近年のリサイクルの重要性や最終処分場の減少に伴う廃棄物減量化の必要性が認識されるようになり、全国的に古紙や食品トレーなどのプラスチック類、缶・ペットボトルなどの分別回収が進んでいる。しかしながら、廃棄物の分別回収の細分化はリサイクルの促進、廃棄物の減量化に繋がる一方で、家計への負担を大きくする。また、廃棄物の分別が複雑になればなるほど、不適切な分別がなされる可能性も高まるであろう。

本研究では、家計の廃棄物の分別行動と企業のグリーン・デザイン投資行動をモデル化し、行政の廃棄物処理政策が企業の環境配慮レベルや家計の廃棄物分別

努力レベルに与える影響について考察を行っている。また、リサイクル市場が成立するための条件を導出し、最適な廃棄物処理政策とはどのようなものかを明らかにしている。

分析の結果として、可燃廃棄物排出への課税、ヴァージン資源利用への課税、そしてリサイクル資源利用への補助金の3つの廃棄物処理政策では市場均衡解を社会的最適解に導くことができないことが示された。なぜならば、資源可能な廃棄物が分別されずに可燃廃棄物に混ざって排出された場合、資源可能な廃棄物1単位の排出によって発生する外部費用よりも低い課税率（可燃廃棄物排出への課税率）でしか家計に費用負担を負わせることができないためである。したがって、資源可能な廃棄物を可燃廃棄物に混ぜて排出する不法分別に対する罰金政策を新たに廃棄物処理政策に加えて考えると、市場均衡解を社会的最適解に一致させるような最適な廃棄物処理政策の組み合わせが複数存在することが示されるが、その一方で、リサイクル市場の存在条件を考慮に入れると最適な廃棄物処理政策の組み合わせが制限されることを明らかにしている。

4.おわりに

今日までの環境問題への経済学的研究の発展は、現実の環境政策立案に多大な影響を与え多くの功績をもたらしてきた。しかしながら、廃棄物の総排出量はなお高水準を推移しており、廃棄物の不法投棄事件も後を絶たないのが現状である。これは、これまでの環境問題の経済学的研究が現実を極めて抽象化したモデル分析に止まっている点に一因があるといえる。今後はフィールド研究で得られた知見をアカデミックな理論に結びつけることでより現実的でかつ実行可能な政策提言を行うことが求められるであろう。

引用文献

Harris, J. R. and M. P. Todaro, “Migration, Unemployment and Development: A Two-sector Analysis,” American Economic Review, Vol.60, pp.126-142, 1970.

≪文責　法文学部准教授　福山　博文≫

第5章 地域での取り組み

1 鹿児島大学農学部附属農場における環境に配慮した取り組み

1.はじめに

農学部附属農場では1年間を通じて、ほぼ毎日、全体で延べ400名近い学生が実習を行い、その他にも圃場を利用して研究室所属学生の卒業、修士、博士論文の研究が行われている。農場においても、環境にも配慮した取り組みを行っており、今回は、その内の2例を紹介する。

2.減農薬、減化学肥料を目指す

郡元地区のメインキャンパスに位置する学内農場は、ほぼ1年を通じて休み無く作物が栽培されている。これは、土壌や環境面から見ると、決して好ましいことではない。同じ圃場で栽培が継続されるということは、農業機械や化学肥料、農薬の使用も含めて、環境に負荷を与えていることになるからである。そのため、農業では、休閑という期間を設けて、圃場を休ませることを行う。 3年ほど前から学内農場でも休閑を積極的に取り入れ、休閑中の圃場には、景観作物や緑肥となる作物を栽培し、土壌改善を実施している(写真1)。また、野菜類の残渣などは、堆肥化するために、積み上げておく必要があり、場所の確保やニオイの発生などの問題もある。この解決のため、平成23年度から、試験的に簡易式の梱包型ネットを導入し、堆肥化の実証試験を行っている(写真2)。

【写真1】景観・緑肥作物としてのヒマワリ栽培

【写真2】簡易式の梱包型ネット（中に作物残渣を入れ植物堆肥を作る）

さらに、実習で栽培する牧草や作物の残渣なども、学内で飼育する家畜に給与し、その家畜から排出される糞尿を堆肥として圃場に還元している。これは、農場というひとつの空間で物質を循環させることにより、出来る限り外部への排出を減らし、環境への負荷を小さくする方法である(写真3)。農薬の削減に向けては、「フェロモントラップ」なども利用している。これは、害虫が引き寄せられる匂いを発する物質をおき、そこに来た害虫を捕獲する方法である(写真4)。

【写真3】農場実習でのムギ収穫（ムギワラは家畜の飼料となる）

【写真4】フェロモントラップ（害虫は下の半透明部分に誘引され出られなくなる）

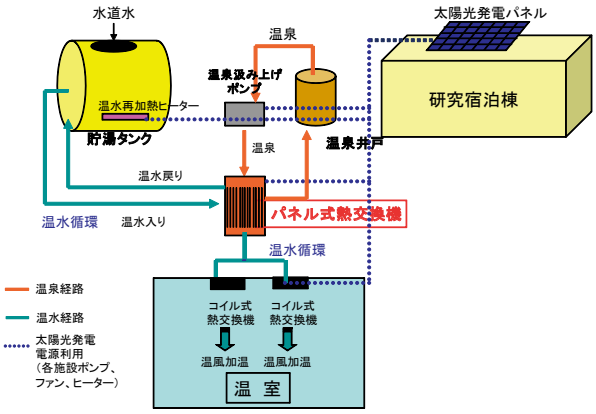
ただし、これらにより、ただちに無農薬、無化学肥料が実現されるわけではない。作物の病気や害虫は新しい種類も増え続けており、実際の現場では、「農業」という字のごとく、農を生業（なりわり）にしている以上、収量と品質の向上は価格形成にとって不可欠である。最低限の化学肥料・農薬で最高の収量と品質を目指す戦いは、農家だけでなく、大学の農場でも毎日続いている。

3.自然エネルギー利用型の農業施設加温システム

附属農場の1施設である指宿植物試験場は1918年に設立された。当初から温室・ハウスなどの農業施設（以下施設と記す）の冬季加温に温泉を利用している。一般的に、施設の加温は、重油もしくは灯油のいわゆる化石燃料を燃やすことで行われる。私たちが本来は夏野菜の代名詞とも言えるトマトやキュウリを1年中いつでも食べることが出来るのは、加温施設があることに大きく依存している。

近年の地球温暖化議論での二酸化炭素の排出削減は、国家の目標値としても掲げられるほどに重要である。指宿植物試験場では、平成20年度から太陽光発電と温泉熱を利用した施設加温方法を導入した（写真5、図1）。

【写真5】地域自然エネルギー利用による温室加温システム（パネル式熱交換機部分）



【図1】自然エネルギー利用による施設加温システムの概略

この方法では、パネル式熱交換機を介して、温泉により水道水を加温し、加温した水道水を貯水し、外気温が低下すると、この温水を各施設に送水し、加温を行う。また、送水するポンプなどの電源を一部太陽光発電でまかない、化石燃料を燃やすことで発生する二酸化炭素の排出がほとんど無い画期的な農法である。

40～45℃以上の温泉が産出される地域では、導入可能であり、エネルギー政策の転換が大きく議論されている現在、太陽と温泉という自然エネルギーを利用した新しい施設農業として広く提案していきたい。

≪文責　農学部教授　遠城　道雄≫

2 間伐材を利用した「木になる紙」について

鹿児島大学では、膨大な量のコピー用紙を利用している。このコピー用紙の原材料は、木材パルプチップと古紙であり、この間、資源の循環的利用、環境負荷の軽減のために、古紙のリサイクル率をあげることを目指してきた。その結果、2010年の我が国の古紙利用率は62.5%、古紙回収率は78.2%（日本製紙連合会発表）に達している。一方、残る木材パルプチップは、国内外の森林資源を利用してコピー用紙が生産されているものの、その7割は輸入木材に依存している。さらに、国内から供給されている木材チップ4,955千tのうち、スギ、ヒノキ等の人工林材は7割を占めており、人工林間伐材を主流とする人工林低質材は国産材チップの23.8%となっている。しかし、コピー用紙は、印刷用に使用されるため消費者に白色度の高い商品が求められることから、広葉樹の木材パルプチップを主要な原材料にしてきた経緯がある。

大学としては、コピー用紙を日常的に大量に利用しており、上述のようなコピー用紙の原材料について環境の視点から取り組みが求められているところである。世界の森林資源の維持と有効利用、国内の森林資源の管理の手助けになるという点を考えると、大学における環境への取り組みは、様々あるが、以下に説明する間伐材混入コピー用紙「木になる紙」の利用は、各研究室で取り組みやすく、環境問題への参加の意識を高めるとともに、国内に森林資源管理上問題となっている間伐の実施を押し進める活動である。

グリーン購入法において鹿児島大学法人は、物品の調達にあたっては、環境物品等を選択するよう努めなければならないこととなっている。コピー用紙は、原材料として古紙を使用したものを環境物品として流通していた。しかし、白色度が上がらないこと等から実際に利用していた原材料の中にしめる古紙の割合が少ないにもかかわらず、実際とは違い高い比率の古紙を混入しているとして販売された事例があることから、原料に対する基準の見直しを行い、古紙に加えて、環境に配慮した取り扱いを行った森林から生産される森林認証材や森林整備時に生産される間伐材を原材料とする環境に負荷の少ない木材から生産された原材料に用いたコピー用紙も対象となった。（写真1）。

さらに進んで林野庁九州森林管理局では、九州圏内で生産される間伐材を紙の原料として利用した「木になる紙」を試作・検討して完成し（写真2）、九州地域の行政機関での利用がはじまった。なお、この紙の特徴は、A4:1箱当たり50円の間伐促進費が付加して販売され、間伐材を生産した森林所有者、事業体に還元されるしくみになっていること、地球温暖化対策として森林の二酸化炭素吸収分をカーボンオフセットできるようにしており、消費者の利用により、地球温暖化防止、国内の森林整備につながるしくみが構築されている。

一方、鹿児島大学と九州森林管理局は、2009年10月に人材育成に関する協力協定を締結した中で、間伐材の需要拡大に協力することとしている。2010年なってから、九州森林局より、上述の「木になる紙」の利用の検討依頼があり、学内の部局で検討され農学部では、研究室購入分のほとんどが、「木になる紙」を利用することとなった。昨年度の農学部の購入量は、A4:960メ、B4:84メ、A3:153メとなっている。さらに、森林科学コースの教育において、個々人の木材利用について考える題材として講義で紹介している。

森林管理にかかわる教育コースを担当しているものとしては、環境に配慮した活動を進めている鹿児島大学でさらに「木になる紙」が利用され、間伐促進費の増加によって、一層、森林整備が進むことを期待している。

≪文責　農学部准教授　枚田 邦宏≫

写真1　グリーン購入法に基づくコピー用紙

写真2　「木になる紙」

写真3　地球温暖化への貢献について記載されている内容

3 砂浜の地下水

■砂浜の水みち

自然が砂浜に描いた幾つもの筋に、気付かれたことがあるでしょうか。写真1は、磯海岸に刻まれた多くの筋です。発生後、あまり時間が経過していなければ、筋の中に水の流れを見付けることができるでしょう。地下水が地上に現れ、それぞれの筋が恰も微細な河川であるかのように、海に向かう流れが形成されているのです。更によく観察すると、流量が大きな筋では、砂粒がどんどん海まで運ばれているのがわかります。筋が深く掘り込まれ、発達していく過程にあるのです。

水の流れによって形成される筋を「水みち」と呼ぶことにします。砂浜の水みちは、引き潮時に、砂浜が姿を現すにつれて、次第に形成されていきます。海水位が、砂浜内部の地下水位より低くなり、海に向かう浸透流が生じて、ある高さで地面から流出します。写真2は、吹上浜の水みちですが、一定の高さから水みちが始まっていることがわかります。また、降雨によって後背地に地下水が滞留した後、これが砂浜内部の浸透流となって、水みちを形成する場合もあります。

■前浜の砂流出

波が適度に寄せ来る砂浜では、上げ潮時に、波の遡上によって砂が陸側に戻ります。ところが、波が穏やかな内湾に位置する磯海岸では、その作用が弱いと言えます。その上、海岸の南側が埋め立てられて波の伝播が遮られ、稲荷川等からの砂の供給量が激減しました。毎年、鹿児島市は、海水浴シーズンが始まる7月の梅雨明け後に、約500m^{3}の砂を磯海岸に投入しています。磯海岸の砂浜は、消失の危機にあるのです。

こうした砂消失の原因として水みちに着目されたのが、鹿児島大学大学院理工学研究科の佐藤道郎名誉教授と中村和夫専任専門技術職員（写真3）です。地下水位が平均海面より高いと浸透流が斜面上に流出することを数値シミュレーションにより示されました。水みちによる砂の運搬が、前浜の砂流出の原因であれば、地下水位を下げることがその対策となります。波の荒い海岸で採用されるような、波の影響を弱める侵食対策工法では、効果が期待できません。写真4は、同研究科海洋土木工学専攻の大型平面水槽で形成された水みちです。

[写真1]磯海岸に形成された水みち（左: 錦江湾）

[写真2]吹上浜に形成された水みち（右: 東シナ海）

[写真3]佐藤名誉教授（右）と中村専任専門技術職員（左）

フラクタルを想起させる微細な水みちを通しての自然作用も、繰り返す潮汐に伴う累積を経て、一つの砂浜を消失してしまう可能性があるのです。

ただし、吹上浜では、砂浜の消失の心配は、今のところないことを付け加えておきます。その名が示す通り、冬期の強い西風が砂を陸側に吹き上げるためです。

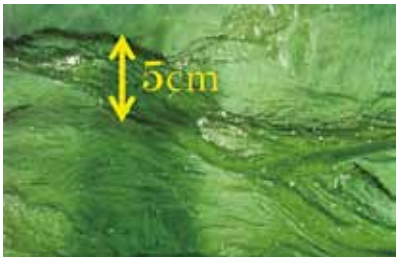
■波の作用による砂浜の浸透流

次に、波が作用する砂浜を見てみましょう。図1は、実験室に砂の斜面を作り、これに長時間波を作用させ、側方より砂浜内部の水の動きを撮影して浸透流速を求めた結果です。水は、汀線付近から砂浜内部に流入し、地下を徐々に沖向きに流れていきます。入射波の周期が長い方が、浸透流速が大きくなっています。波は、このように砂浜の内部に浸透流を発生させます。

■自然の浄化作用

砂中を水が通るとき、砂が「ろ紙」となり、水が浄化されます。従って、波は、浸透流を通して、砂浜の、延いては、沿岸域の水に纏わる環境の改善に一役買っているわけです。図2は、砂浜における波と浸透流の関係の概略図です。自然界は、生物を含む様々な要素が相互干渉をしながら形作るシステムです。

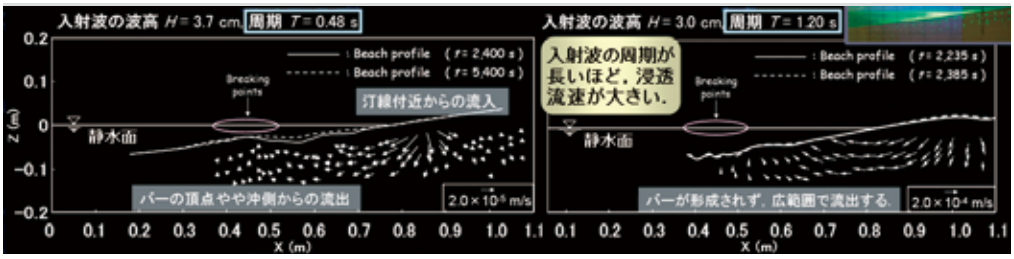
柿沼研究室では、浸透流の数値解析や室内実験と並行して、現地における水みち調査を行ない（写真5）、データを収集しています。自然本来の作用を無闇に消し去るのでなく、作用のバランスを熟考し、柔軟に変更可能な共存の方法を模索していきたいと考えています。



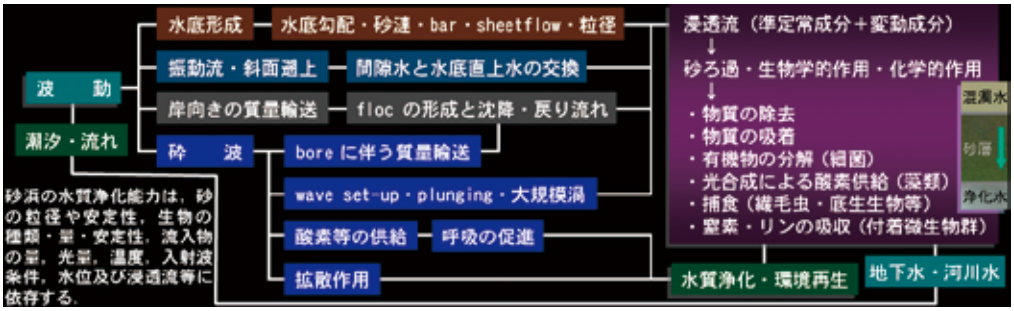
[写真4] 実験室で形成された水みち

[写真5] 平成23年度第2回鹿児島水みち調査

≪文責　大学院理工学研究科准教授　柿沼　太郎≫



[図1] 浸透流の時間平均速度ベクトルの実験結果（ウラニンで着色した間隙水にブラック・ライトを照射した。）



[図2] 砂浜における波と浸透流の関係

第6章 環境コミュニケーション

Environmental Communication

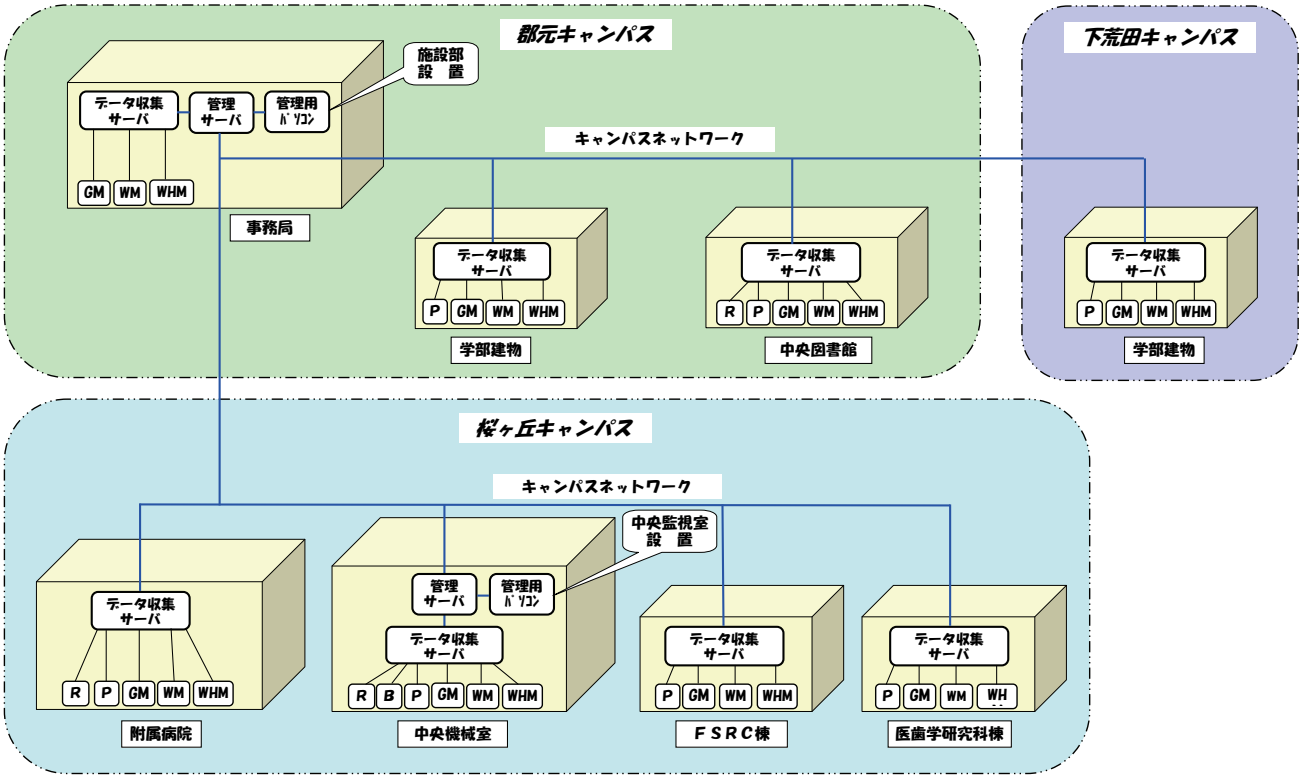
1 エコモニターの設置について

「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(省エネ法)により,本学においても2事業所がエネルギー管理第1種指定工場に指定され,エネルギー消費原単位において年平均1%以上削減の努力義務を課せられており,さらに地球温暖化対策の面でも,二酸化炭素削減の促進が求められ,エネルギー管理の重要性がますます高まっています

これまで本学は,学内構成員の省エネ意識の向上のため,電子掲示板等により,毎月の光熱水使用量の結果を学内構成員に対して通知してきましたが,この度,エネルギー使用がリアルタイムで把握できる「見える化」を推進するために,全学にエコモニターシステムを導入することとしました。

これは電気･ガス･水道のメーターを学内LANで結びデータを収集し, Webページによる表示やメールで配信するシステムで,リアルタイムにデータを把握することで省エネルギー活動に活かすことができるものです。

単にホームページに結果を表示するプル型の情報システムとは異なり,構成員に情報が必ず届くプッシュ型のシステムとなっていることから,建物単位の担当者を指定することで,全学的な省エネルギー活動にも大きな役割を果たすことが期待されます。



(エコモニターシステムの概略図)

1 環境省ガイドラインとの対照表

環境省ガイドライン項目		環境報告書記載ページ
(1)基本的項目[BI]	BI-1:経営責任者の緒言	3
	BI-2:報告にあたっての基本的要件	1〜2
	BI-3:事業の概要	7〜11
	BI-4:環境報告の概要	13
	BI-5:事業活動のマテリアルバランス	15〜20
(2)環境マネジメント等の環境経営に関する状況[環境マネジメント指標:MPI]	MP-1:環境マネジメントの状況	4〜6、12
	MP-2:環境に関する規制の遵守状況	14
	MP-3:環境会計情報	−
	MP-4:環境に配慮した投融資の状況	−
	MP-5:サプライチェーンマネジメント等の状況	19
	MP-6:グリーン購入・調達の状況	20
	MP-7:環境に配慮した新技術、DfE等の研究開発の状況	29〜32
	MP-8:環境に配慮した輸送に関する状況	20
	MP-9:生物多様性の保全と生物資源の持続可能な利用の状況	25〜28、35〜36
	MP-10:環境コミュニケーションの状況	41
	MP-11:環境に関する社会貢献活動の状況	25〜26
	MP-12:環境負荷低減に資する製品・サービスの状況	23〜34
(3)事業活動に伴う環境負荷及びその低減に向けた取組の状況[オペレーション指標:OPI]	OP-1:総エネルギー投入量及びその低減対策	15
	OP-2:総物質投入量及びその低減対策	17
	OP-3:水資源投入量及びその低減対策	18
	OP-4:事業エリア内で循環的利用を行っている物質量等	21
	OP-5:総製品生産量又は総商品販売量	−
	OP-6:温室効果ガスの排出量及びその低減対策	15〜16
	OP-7:大気汚染、生活環境に係る負荷量及びその低減対策	18
	OP-8:化学物質の排出量、移動量及びその低減対策	21
	OP-9:廃棄物等総排出量、廃棄物最終処分量及びその低減対策	19
	OP-10:総排水量及びその低減対策	18
(4)環境配慮と経営との関連状況[環境効率指標:EEI]	環境配慮と経営との関連状況	−
(5)社会的取組の状況[社会パフォーマンス指標:SPI]	社会的取組の状況	25〜26

鹿児島大学 Environmental Management Report 2011
〒890-8580 鹿児島市郡元一丁目21番24号

PRINTED WITH SOY INK
Trademark of American Soybean Association
この印刷物は、
環境に優しい大豆油インキを
使用しています。