

千葉工業大学 2013 環境報告書

Environmental Report 2013  Chiba Institute of Technology



千葉工業大学 安全委員会

Contents



1 学長のことば

1



2 大学の概要

1 設置する学部学科等	2
2 大学の沿革	2
3 事業内容	2
4 キャンパス概要	3



3 環境方針

1 基本理念	6
2 基本方針	6
3 環境報告の方針	6



4 環境基本方針に基づく取り組み状況

1 人材の育成と関連研究の推進	7
2 環境負荷の低減	10
3 キャンパスの環境保全と改善	13
4 環境関連情報の公開とコミュニケーションの推進	15
5 法規制等の遵守	16
6 環境マネジメントシステムの構築	17



5 環境教育・研究への取り組み

1 地域コミュニティと協同した実践式次世代環境リスクアセスメント教育の完成に向けて	18
2 グリーンセンサによる省エネ対策・設計技術の開発	21
3 房総半島の自然教材を活用した実感する地学（環境学）教育	24
4 結晶品質向上によるパワーデバイスの高性能化	27

付録

物質収支詳細データ（津田沼・新習志野キャンパス、茜浜運動施設、千種寮）	30
-------------------------------------	----



学長のことば



千葉工業大学 学長
小宮 一仁

現代社会はグローバル化の時代と言われています。グローバル化とは、国を介して物事が動く国際化というような単純なものではありません。従来人やものの行き来を阻害していた様々な垣根や境界が取り払われた、全地球的な社会の到来を意味します。これは、人々の活躍の場、人々が力を発揮することができるフィールドが大きく広がることを意味しています。しかし、環境破壊、地球温暖化、感染症、食糧、エネルギーなど、全人類が協力して取り組まなければならない課題が顕在化し、地球規模での持続可能性という視点による高度な協調・連携による解決が強く求められる時代でもあります。今や、一人一人がこの課題解決の重要性を理解し、個人、機関、地域、国を問わず、全地球が一致団結して持続可能な世界を構築していかなければなりません。

千葉工業大学は、「地球環境保全が人類共通の最重要課題のひとつであると認識し、未来世代とともに地球環境を共有するため、持続型社会の創生に貢献し、教育研究機関としての使命役割を果たす」という基本理念のもと、さまざまな環境保全のための活動に取り組んでいます。

更に、千葉工業大学は、環境保全への取り組みに対する社会的説明責任を果たすために、大学の概要、環境方針、環境基本方針に基づく取り組み等を環境報告書として取りまとめ公表致します。これは、本学の環境保全に向けた取り組みの自主的改善とともに、社会から信頼を頂くために大いに役立つと考えます。そして、教職員、学生及び御父母の皆様、産業界あるいは官公庁の皆様、高等学校関係者の皆様、地域の皆様等、本学に関係する方々に有用な情報を提供するものとして御活用頂けると考えます。

本書により千葉工業大学の環境保全への取り組みについて御理解を頂くと共に、環境保全のレベルアップに役立つ御意見・アイデア等をお寄せくださいますようお願い申し上げます。



大学の概要

1 設置する学部学科等



学部

工学部

- 機械サイエンス学科
- 電気電子情報工学科
- 生命環境科学科
- 建築都市環境学科
- デザイン科学科
- 未来ロボティクス学科

情報科学部

- 情報工学科
- 情報ネットワーク学科

社会システム科学部

- 経営情報科学科
- プロジェクトマネジメント学科
- 金融・経営リスク科学科



大学院

工学研究科

工学専攻
(博士後期課程)

- 機械サイエンス専攻
(博士前期課程)
- 電気電子情報工学専攻
(博士前期課程)
- 生命環境科学専攻
(博士前期課程)
- 建築都市環境学専攻
(博士前期課程)
- デザイン科学専攻
(博士前期課程)
- 未来ロボティクス専攻
(博士前期課程)

情報科学研究科

情報科学専攻
(博士前・後期課程)

社会システム科学研究科

マネジメント工学専攻
(博士前・後期課程)

2 大学の沿革

本学は、1942年（昭和17年）に「興亜工業大学」の名称で現在の玉川大学内に誕生しました。その後、1946年に千葉県君津への移転を契機に「千葉工業大学」に改称し、1949年に津田沼に移転、元陸軍鉄道第二連隊施設の払い下げを受け、現在の津田沼キャンパスとなりました。

1986年に芝園キャンパス（現新習志野キャンパス）が完成。以後新習志野キャンパスでは学部の1・2年生、津田沼キャンパスでは学部3・4年生及び大学院の教育を行っています。現存する私立の工科系大学としては日本で最も古い歴史を持つ大学です。

3 事業内容

本学は、1942年（昭和17年）に創設され、2012年に70周年を迎えた3学部を有する理工系総合大学です。

創立時から「師弟同行」、「自学自律」を建学の精神として掲げてきましたが、創立70周年を契機として当時の設立趣意書を改めて見直し、その表現を「**世界文化に技術で貢献する**」と改めました。さらに、「科学技術の理論と応用を教授研究するとともに、豊かな教養を備え、人類福祉のため進んで協力する意欲と識見をもつ人材の養成」を教育目的とし、師弟同行、師弟共生の教育をもって、次に掲げる5つの教育目標を定め、教育目的を達成するための実践的教育を推し進めています。



大学院では、学部教育の基礎の上に、工学における理論及び応用を教授・研究し、その深奥を究めて、文化の進展に寄与することを目的として教育・研究を行っています。

また、学生教育の他、産官学交流プロジェクト、社会や地域に還元するプロジェクトなども併せて推進し、留学生の受け入れ、連携大学院との交流も総合的に推進しています。

4 キャンパス概要

1 場 所



津田沼キャンパス
(3・4年生、大学院生)

〒275-0016

千葉県習志野市津田沼2-17-1



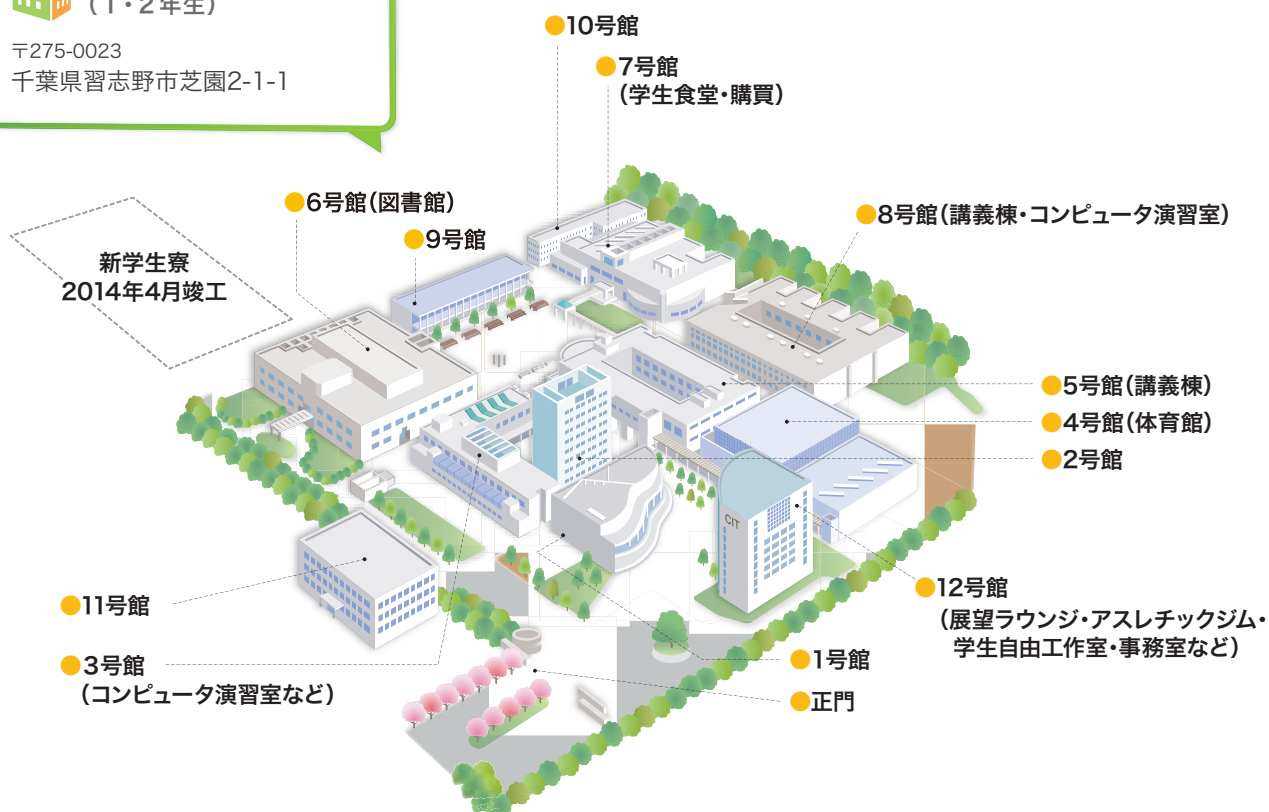


新習志野キャンパス

(1・2年生)

〒275-0023

千葉県習志野市芝園2-1-1



茜浜運動施設

〒275-0024

千葉県習志野市茜浜3-4-10



千種寮

(2014年度から新習志野キャンパス内の新寮へ移設)

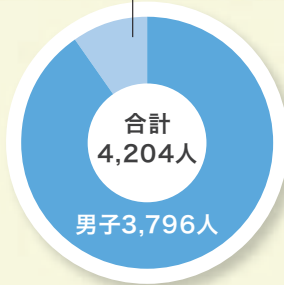
〒262-0012

千葉県千葉市花見川区千種町300

2 学生数

津田沼キャンパス

学部学生
女子408人

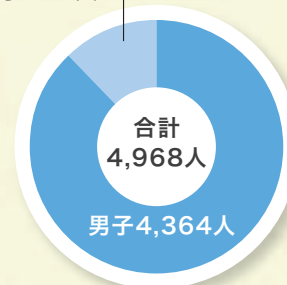


大学院生
女子68人



新習志野キャンパス

学部学生
女子604人

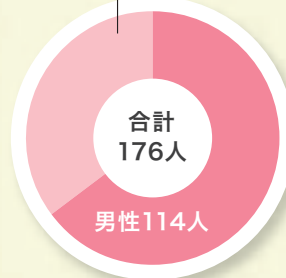


3 教職員数

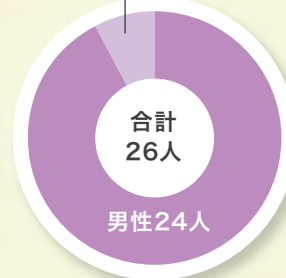
専任教員
女性27人



専任職員
女性62人



専任研究員
女性2人





環境方針

1 基本理念

千葉工業大学は、地球環境保全が人類共通の最重要課題のひとつであると認識し、未来世代とともに地球環境を共有するため、持続型社会の創生に貢献し、教育研究機関としての使命役割を果たします。

2 基本方針

1 人材の育成と関連研究の推進

環境マインドを備えた創造性豊かな人材を育成し、これに関わる研究活動を行い、技術で世界文化に貢献します。

2 環境負荷の低減

大学運営における環境負荷を低減するため、省エネルギー、省資源、廃棄物の削減、再資源化に取り組みます。

3 キャンパスの環境保全と改善

本学キャンパスの環境と景観の維持・向上に努めるとともに、地域における環境、防災の役割を認識して、その責任を果たします。

4 環境関連情報の公開とコミュニケーションの推進

ホームページ等を通じて、環境関連情報を学内外に積極的に公開します。
また、環境保全に関わる教育プログラムの実施、行政支援、市民環境活動への参加等、社会貢献活動と環境コミュニケーションを推進します。

5 法規制等の遵守

環境関連の法規制等を遵守し、行動します。

6 環境マネジメントシステムの構築

理工系総合大学として、先進的な環境マネジメントシステムを構築し、効果的運用と継続的改善に努めます。

3 環境報告の方針

環境報告の事業年度は、学生の入学・卒業に合わせ、毎年4月から翌年3月としています。また、対象範囲は、津田沼・新習志野両キャンパス並びに茜浜運動施設や寮生の生活基盤となっている千種寮（2014年度から新習志野キャンパス内の新寮へ移設）とします。

本学では、この数年間、キャンパスの大改造に取り組み、その中で数々の地球環境保全向上策を講じてきました。前回の2012年度環境報告書では、その成果である環境関連情報の把握を優先し、上記の「基本理念」と「6つの基本方針」を定めました。今回の2013年度環境報告書では、環境関連情報を更新するとともに、これら6つの基本方針についての取り組み状況を中心に、報告いたします。



環境基本方針に基づく取り組み状況

1 人材の育成と関連研究の推進

環境教育・研究への取り組み

本学では、次世代へと続く地球環境の共有実現に貢献するために、環境マインドを備えた創造性豊かな人材を育成し、関連する教育と研究の推進を図っています。複雑な環境問題を理解し、広い視野に立って取り組める人材の育成と関連研究に、多くの学科、研究室が取り組んでいます。本報告書では、4つの研究室の教員と学生の取り組み事例を紹介します。

■地域コミュニティと協同した実践式次世代環境リスクアセスメント教育の完成に向けて

工学部 建築都市環境学科 亀田 豊 助教

河川や湖沼などの「水環境」問題に対し、リスク評価のための新たな調査技術とアプリケーション技術の開発に取り組んでいます。これらの新技術により、専門家でなくても簡単かつ短時間で使用可能であり、さらに高精度の分析結果が期待できます。すでに、全国の地方自治体などと協力して、実践導入されています。（詳細は、18頁をご覧ください）



■グリーンセンサによる省エネ対策・設計技術の開発

社会システム科学部 経営情報科学科 藤本 淳 教授

大規模な社会実証実験に基づく省エネ技術を研究しています。国内大手コンビニエンスストア2,000店舗へ小型センサ17,000台の端末を実装し、電気エネルギーの「見える化」と、エネルギー増加要因の抽出及び対策を検討しました。さらに、家庭やオフィス等の民生部門での取り組みも進めています。（詳細は、21頁をご覧ください）



■房総半島の自然教材を活用した実感する地学（環境学）教育

工学部 生命環境科学科 矢沢 勇樹 准教授

環境問題を自分自身の問題として認識するための教育として、本学科で開講している「地学実験及び実習」での地学（環境学）教育を紹介します。房総半島に残された身近で貴重な自然教材を活用するフィールド実習を積極的に取り入れることによって、学生が環境問題への当事者意識を持ち、主体的に実践する教育を実現しています。（詳細は、24頁をご覧ください）



■結晶品質向上によるパワーデバイスの高性能化

工学部 電気電子情報工学科 山本 秀和 教授

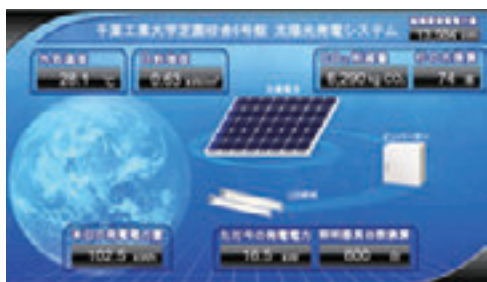
自然エネルギーを有効活用できる分散型発電とスマートグリッドのシステム構築に向けて必要とされる、パワーデバイスの高性能化のための研究を進めています。パワーデバイスの結晶欠陥の評価に関する最先端の研究成果が得られています。（詳細は、27頁をご覧ください）



再生可能エネルギーの利用啓発

環境マインドは、日頃のキャンパスライフの中でも醸成されるよう工夫されています。例えば、地球温暖化対策に貢献する太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーを積極的に導入するとともに、その見える化を図り、環境意識の向上に役立てています。

本学では、新築や改修工事の中で、積極的に太陽光発電等の設備を導入し、自然エネルギーの利用促進を図っています。現在、合計126kWの太陽光発電設備と7kWの風力発電設備を設置しており、年間発電量の昨年度実績は125,049kWhでした。当該設備を設置した建物には、1階に発電量やCO₂削減量、総積算発電電力量等のデータをリアルタイムに表示するモニターを設置し、学生、教職員および来客に取り組みの内容を周知しています。また、2014年度には、津田沼キャンパス8号館に、太陽光発電設備を設置する予定です。



●左上：太陽光発電のモニタ画面 ●右上：風力発電のモニタ画面
●左下：4号館屋上の太陽光発電設備 ●中下：7号館屋上の太陽光発電設備 ●右下：6号館屋上の風力発電設備

◎再生可能エネルギー

種 類	設置場所		発電出力	設置年度
太陽光	津田沼キャンパス	1号館	15 kW	2010年度
	//	4号館	54 kW	2011年度
	//	7号館	15 kW	2012年度
	新習志野キャンパス	6号館	42 kW	2012年度
風 力	津田沼キャンパス	6号館	7 kW	2013年度
合 計			133 kW	

全員参加の節電活動

東日本大震災後の我が国の電力事情に対応するために、2011年度以降全学をあげて節電を促進しています。特に電力消費量が多い夏期期間には、以下に示すような様々な対策を実施しています。また、節電意識の啓発のために学内の節電パトロールを適時実施しています。

⚡ 本学の節電対策

🔊 実施期間

- ◎2013年7月1日(月)～9月30日(月)

🔊 具体的な取り組み

- ◎事務室、会議室、講義室等のエアコンは室温 28℃に設定
- ◎事務室、会議室、トイレ、講義室等の照明を適度に抑制
- ◎ロビー、廊下等のエアコンの停止
- ◎廊下、共用部の照明は適切な照度を考慮して消灯
- ◎オフィス・ラボのエアコンの消し忘れ対策を実施。(エアコン停止)
- ◎エレベーター稼働台数の間引き
- ◎給湯室等の電気式温水器の電源OFF
- ◎トイレ便座の保温及びエアータオルの電源停止
- ◎夏期休暇中、自動販売機の約50%を稼働停止
- ◎一部の自動ドアを休止
- ◎職員による節電パトロール
- ◎講義以外の演習室・工作機械の利用を制限

適切な
温度に



適切な
明るさに



便座の保温
OFF



🔊 施設の閉鎖・利用時間の変更等(実施期間中)

- ◎施設の閉鎖【ラウンジ、談話室】
- ◎施設利用時間の制限(16:00以降利用可能)【アスレチックジム、シャワー室】
- ◎電気使用の制限
 - 1 空調・照明の停止。利用は可能。照明は夜間のみ点灯【ラウンジ、講師控室、談話室】
 - 2 館内の空調停止(11:00～16:00)、照明は最低限点灯【図書館】
 - 3 空調稼働時間の制限【部室エリア】所定の時間帯以外は空調停止

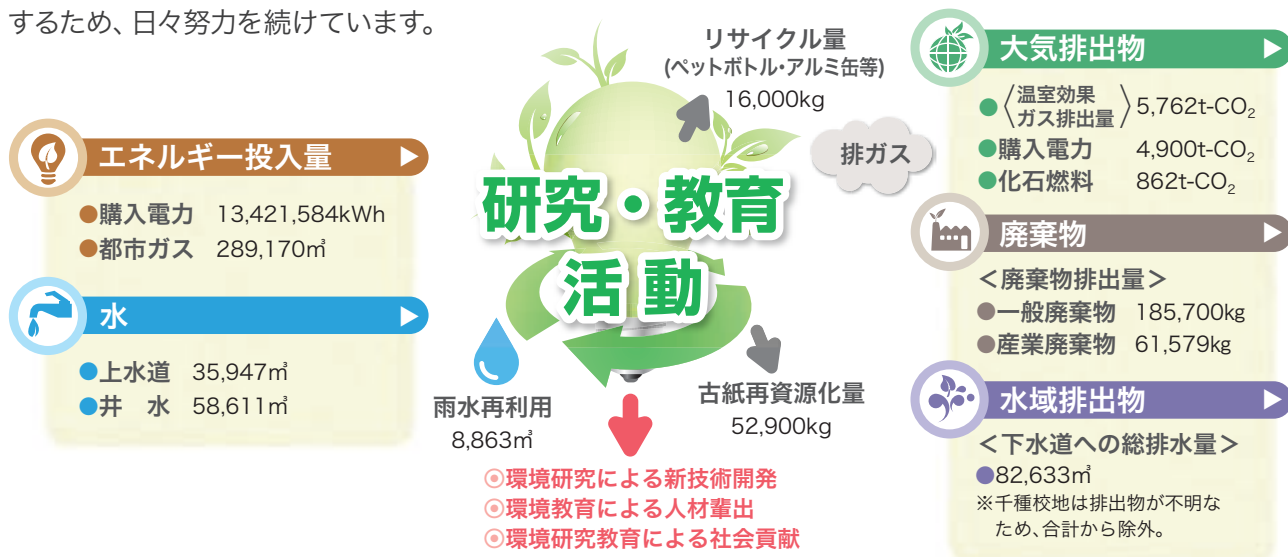
🔊 各研究室等で実施する対策

- ◎オフィス・ラボの照明は、自然光を利用して昼間はなるべく消灯
- ◎エアコンは室温28℃より下回らないように調整
- ◎不使用時のPC電源オフや省電力設定、離席時のモニター電源オフの徹底
- ◎冷蔵庫や電子レンジ、電気ポット等電化製品の使用を自粛
- ◎近くの階への昇降は、エレベーターを利用せず階段による移動を心掛ける
- ◎実験機器の利用時間をピーク時(11:00～16:00)は避けるよう努める

2 環境負荷の低減

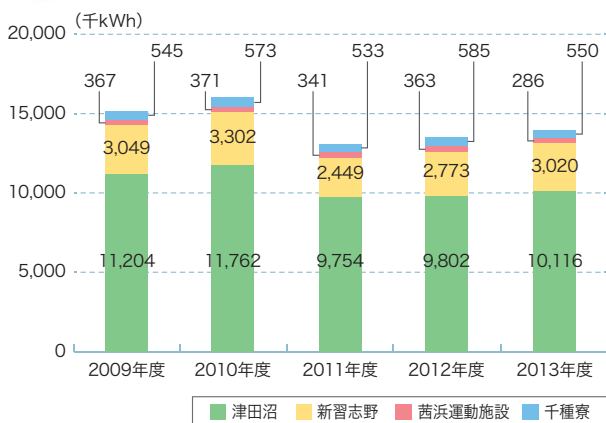
1 環境負荷収支

本学では、主な活動となる最先端の研究活動及び教育（人材育成）活動に伴い、多くのエネルギーと様々な物質を消費しています。エネルギーは主に電力とガスです。できるだけ環境負荷の少ない事業活動を実践するため、日々努力を続けています。

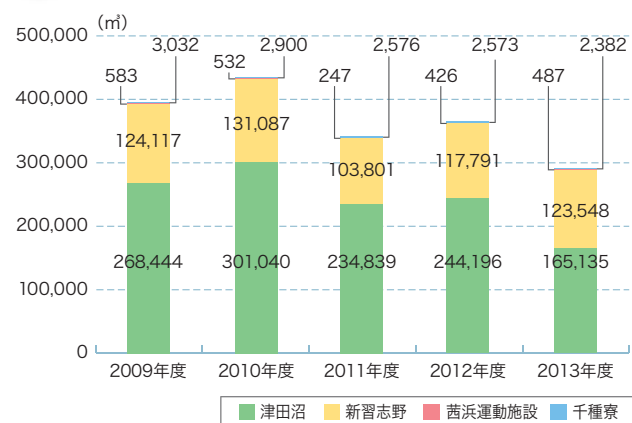


2 電気・ガス・水道の使用状況の把握（過去5年間の推移）

電気



ガス



※ 千種寮のみLPG、他は都市ガス



3 省エネルギー・省資源化の推進

省エネ設備の導入

本学では、空調設備の経年劣化による更新において、各建物の運用の状況等に応じた高効率機器と、きめ細かな制御を可能とする空調中央監視システムを積極的に導入しています。

また、新築各棟では主に共用部分での照明器具はLED照明を積極的に採用しており、2011年度に完了した津田沼キャンパス4号館の改修工事では、ほぼ全館の照明器具をLED照明に取り替えしました。津田沼7号館も全館LED照明化に向けて4階の講義室から更新を開始しました。



空調機器

◎空調設備の省エネ更新

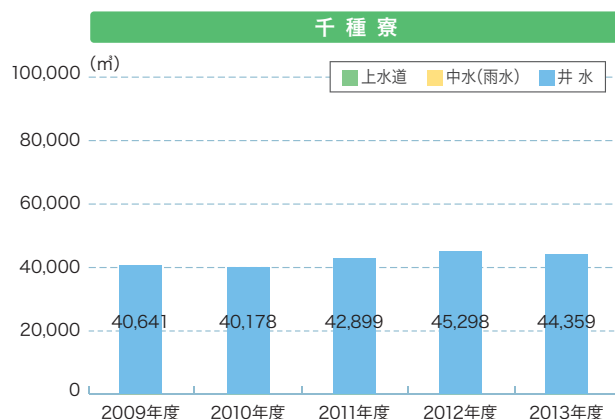
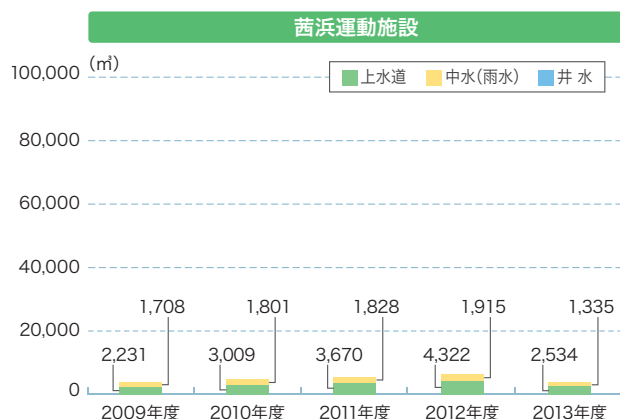
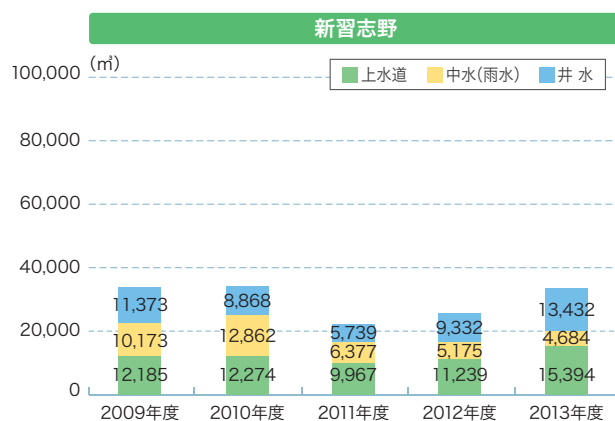
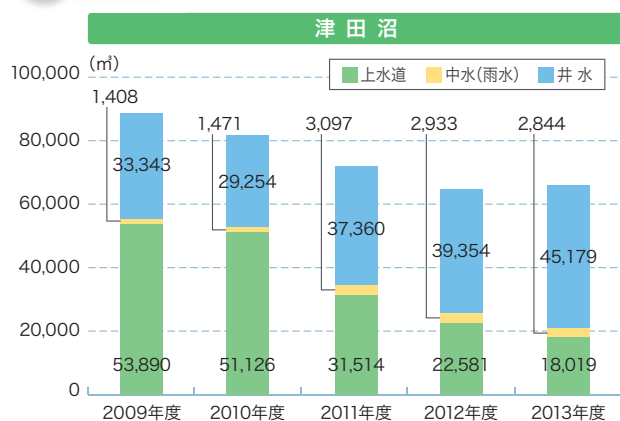
※COP(成績係数)=空調能力/消費電力

更新建物	設置年度	空調熱源の成績係数(COP)
新習志野キャンパス	1号館	2009年度 3.32 ⇒ 3.58
	2号館	2010年度 3.32 ⇒ 3.58
	6号館	2012年度 3.32 ⇒ 3.58
津田沼キャンパス	7号館	2012年度 1.05 ⇒ 4.11
	6号館	2013年度 1.20 ⇒ 3.58



LED照明

水道



節電の推進

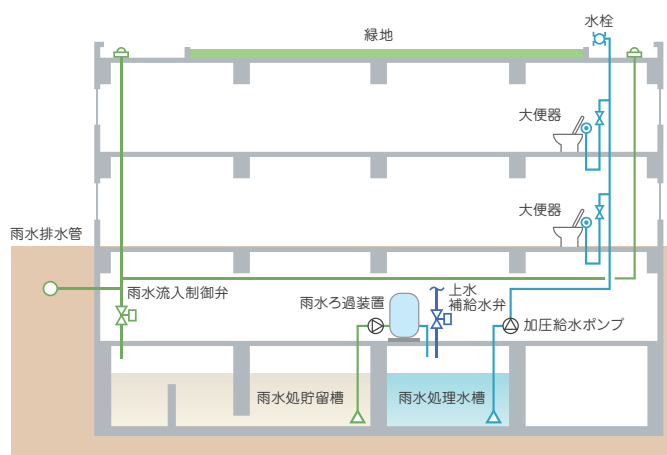
東日本大震災後の電力供給不足による節電の協力要請に対応し、2011年度は削減目標15%の節電に取り組み、2012年度以降も前年同様の節電を呼び掛けて、節電に取り組んでいます。空調温度の制限、照明の間引き、電化製品の使用自粛、階段による移動、各施設のピーク時のエリア縮小や閉鎖等の対策を、全学を挙げて取り組んでおり、意識啓発のための職員による節電パトロールも適宜実施しています。(4-(1) 節電活動を参照)

車両通勤の制限 (公共交通機関利用促進)

津田沼キャンパスでは、外構整備で駐車台数を縮小し、これを機に教職員に対し車両通勤の自粛を呼びかけ、公共交通機関の利用促進に努めています。

雨水の利用

津田沼キャンパスの1号館・2号館は屋根に降った雨水を集水し、処理をした上で、同建物のトイレの洗浄水等に利用しています。新習志野キャンパスでは、キャンパス全体(11号館を除く)で、津田沼キャンパスと同様に雨水を利用する中水配管設備が整備されています。両キャンパス合計で、年間約10,000m³の雨水を利用しています。



屋上緑化の推進

2010年に、津田沼キャンパス6号館の屋上約900m²に、多肉植物系(セダム)の屋上緑化を実施しました。断熱効果による空調負荷の低減と、植物の二酸化炭素吸収という環境効果があります。



津田沼6号館の屋上緑化

3 キャンパスの環境保全と改善

1 校内緑化の推進

キャンパス再開発や震災復旧工事に伴い、キャンパス外周や構内通路の積極的な緑化を推進した結果、現在では駅前立地ながら緑豊かなキャンパスとなっています。

津田沼キャンパス



新習志野キャンパス



2 キャンパス内全面禁煙の実施

本学は、これまで受動喫煙防止の観点から、学内に設置していた喫煙所を縮小してきました。2010年8月には建物内を全面禁煙とし、屋外についてもキャンパス再開発に合わせて順次縮小し、2014年度は津田沼キャンパス3ヶ所、新習志野校舎2ヶ所とする計画です。

2015年度からは、健康増進法の趣旨に従い、受動喫煙防止への取り組みをさらに強化することとし、新習志野・津田沼両キャンパスで敷地内全面禁煙を実施します。この取り組みは喫煙場所を学外に移すということではなく、喫煙者に対して健康被害に関する認識を高めさせ、卒煙を促すことを主眼としています。講習会の開催やパンフレットの配布をはじめ、様々な禁煙対策を講じ、卒煙に向けて活動を進めていきます。



喫煙ブース

3 地域における環境、防災の役割と責任

東日本大震災発生時に津田沼駅周辺に多くの帰宅困難者が発生し、大混乱となりました。これを教訓として、習志野市を中心に本学を含む周辺事業所間で大災害発生時における帰宅困難者対策を協議し、本学は大災害発生時に津田沼駅周辺に発生する帰宅困難者を一時的に学内に受入れ、安全な避難場所を提供するとともに、水・食料を提供し、一昼夜安全な環境を提供する協定を2013年3月に習志野市と締結しました。

大災害発生時には習志野市や周辺事業所と協力して、帰宅困難者の受入れを実施します。



2011年3月11日の東日本大震災の際には、数多くの地域住民の方々へ避難場所を提供いたしました。

4 災害発生時の対応マニュアルの作成

大災害が発生した場合、大学には多くの学生と周辺からの避難者で混乱することが想定されます。そのような混乱状態をいち早く解消し、キャンパス内を安全な空間とするため、「大地震発生時の避難誘導マニュアル」を作成し、教職員に周知しています。

また、学生には「防災対応マニュアル」を配付し、日頃から防災意識を高め、「いざ」という時にどのように行動すべきかを周知しています。

▶ URL: <http://www.it-chiba.ac.jp/visit/student/index.html>



4 環境関連情報の公開とコミュニケーションの推進

1 環境報告書の発行と公開

昨年度より、本学が行っている様々なエネルギー消費状況や環境問題への取り組みを報告書として作成し、ホームページで公開しています。

▶ URL: <http://www.it-chiba.ac.jp/info/environment.html>



2 行政支援、市民環境活動への参加

地域の環境改善への取り組みとして、津田沼キャンパスから新習志野キャンパスの間を歩いてゴミ拾いをするクリーンウォークを2008年から実施しています。現在は本学学生と教職員で実施していますが、今後は地域との連携を検討していく予定です。



5 法規制等の遵守

1 遵守している法規制

省エネルギー法の届出

現在本学は、①従来の第一種エネルギー管理指定工場（津田沼キャンパス）としての定期報告書、②津田沼キャンパス・新習志野キャンパス・各研修センター・スカイツリータウンキャンパスを合計した特定事業者としての定期報告書、③特定事業者としての中長期計画書、以上3通により経済産業省並びに文部科学省に毎年報告をしています。

2009年には文部科学省の「大学等のエネルギー管理指定工場実地調査」を受検し、評価点：80点以上と評価されました。

- ◎1979年 省エネ法 制定
- ◎2003年 津田沼キャンパスが第二種（燃料等（電気））に指定を受けた
- ◎2005年 法改正（京都議定書の発効）
- ◎2009年 津田沼キャンパスが第一種に指定を受けた
- ◎2010年 特定事業者として全体が指定を受けた

2 有害廃棄物の管理・回収

研究室より廃棄される実験廃液・廃試薬等は、施設課（水質分析室）で委託を受け、廃棄物保管室で一時保管後、定期的に業者が回収し、処理をしています。

▼滅菌類・固形廃棄物及び 廃試薬・試薬空瓶委託票



▼滅菌類・廃試薬用 段ボール



委託票

▼有・無機系廃液 処理委託票



▼廃液ポリタンク



テープ
無機：青
有機：黄

委託票

▼廃棄物（廃液・廃試薬・試薬空瓶）保管室



6 環境マネジメントシステムの構築

環境マネジメントシステムとは、「環境方針を作成し、実施し、達成し、見直しかつ維持するための、組織の体制、計画活動、責任、慣行、手順、プロセス及び資源を含む」体制・手続きの仕組みです。本学では、6つの環境基本方針を策定し、そのそれぞれについて、体制、計画、仕組みをつくり、適切な資源を投入して、着実な取り組みを継続しています。

このような取り組みの一端は、第一の基本方針である「人材育成と関連研究の推進」の頁でもご紹介したとおりです。本学マネジメント工学専攻の「環境マネジメント工学特論」では、講義の中で環境報告書のあるべき姿について議論し、その成果をコンテスト形式で発表しています。学生たちの柔軟な発想に基づく提案の中には、目を見張るものも多く、今後の大学運営への貢献が期待されます。それと同時に、学生たち自身が、環境マネジメントシステム構築の重要性を、再認識する場となっています。



◎学生たちが提案した環境報告書改善提案の例

① 地域コミュニティと協同した実践式次世代環境リスクアセスメント教育の完成に向けて

工学部 建築都市環境学科 助教 亀田 豊

① 近年及び今後の水環境問題にかかわる諸問題

河川、湖沼、海域及びその周辺の陸域（流域）は水環境と呼ばれ、都市生活に欠かせない飲料用水源のほか、工業用水、農業のための灌漑用水、さらには水産分野では魚介類を採取するための重要な生息地や養殖の場として重要な環境資源と位置付けられています。さらには水泳や釣り等のレクリエーションとしての価値も無視できません。しかし、水環境に関する問題は約10年周期で新しい問題が提起されているのをご存知でしょうか。さらに、20世紀までは公害のような人間生活や野生生物に短時間で多大な悪影響を及ぼす汚染物質が主要な問題でしたが、21世紀になるとこれらの問題が解決される反面、数十年程度の時間をかけて人間生活や野生生物に大きな悪影響を与える極微量な汚染物質が問題となってきていることもご存知でしょうか。有名な物質としては内分泌かく乱化学物質（環境ホルモン物質）、残留性有機汚染物質、農薬類および放射性物質等が挙げられます。さらには汚染物質と表現すべきか議論を呼ぶかもしれませんが、エボラウィルスやノロウィルスといったウィルス等も現代の社会では重要な「汚染物質」と考えられます。したがって、本来であればこのような汚染物質について環境調査（モニタリング）を行い、その結果をもとにヒトや野生生物への悪影響の可能性を評価（リスク評価）しなければ、快適な生活を送ることはできません。しかし、経済的にも社会的にも成熟した現代社会では、この作業が足踏みしつつあります。原因として、①我々の環境への意識が薄れる一方で、環境以外の喫緊の社会的重要な問題が生じた結果、モニタリング等に労力や予算をかけられない、②従来、環境を評価管理してきた国や自治体での合理化の結果、モニタリング等を行う人材が不足している、③環境問題の複雑多様化かつ地域特有性が増したことにより、国や地方自治体のみでの解決が困難になりつつある等が論じられています。

そこで、未来の社会で高いニーズとなりうる人材を輩出するため、本研究室ではブレークスルー的なモニタリング新技術の開発およびアプリケーションの開発をしています。この開発技術のコンセプトは、先述した問題点を解決するために、専門家でなくても簡単かつ短時間で使用可能で、さらに専門家に近いレベルの



ポーツマス大学、日本企業との共同研究会



学生による手賀沼流域での調査の設置風景

分析精度が得られることとしています。すでにいくつかの新技术が海外の研究機関や国内民間企業との共同研究の末、産声を上げて千葉県をはじめとした日本全国の地方自治体と協力して現場に実践導入されています。学生は自治体関係者や地域コミュニティの方々との交流、実際の開発した技術を使用した河川や湖沼における調査活動、そして得られた失敗経験や新たな知見の理解と考察を通じて、環境汚染状況を把握しています。さらに、学会発表やゼミにおけるフリーディスカッションを通じてリスクアセスメントを行うための基礎的思考方を学んでいます。近い将来、彼らが行政のみならず民間企業等幅広い分野で地域環境・地球環境の評価、管理を鑑みながら、持続可能な社会経済活動のリーダーとして活躍することを期待しています。

2 環境教育・研究への取り組み

(1) パッシブサンプラーを用いた水中微量汚染物質の連続モニタリング技術開発とアプリケーション開発

2011年の東日本大震災が発端となり、手賀沼流域にも放射性セシウムが沈着しました。その結果、手賀沼やその流入河川における放射性セシウムのモニタリングが必要とされています。しかし、今までの分析方法では、一ヶ所の環境水中の放射性物質の測定には数十～百ℓの水の採取と研究室内での一週間以上の作業が必要でした。このため、モニタリング作業は今でも遅々として進んでいません。

そこで、本研究室ではイギリスのポーツマス大学や国内企業、自治体の研究機関と協力して、中学生でも分析の専門家と同等の分析ができる分析装置「パッシブサンプラー」を開発しました（下記左写真）。この方法により、河川や湖沼にパッシブサンプラーを一定期間沈めておき、回収後、研究室で1時間程度で分析結果が得られます。作業もとても安全で簡単です（下記右写真）。この方法により、関東地方の河川水中の放射性セシウムの詳細な汚染状況を世界で初めて明らかにしました。このモニタリング方法は世界初の手法であるため、国際的にも普及が望まれています。

現在では効果的な除染を行うためのホットスポット探索技術やダム湖における放射性セシウムのモニタリング技術の開発、さらには放射性物質以外の汚染物質へのパッシブサンプラーの応用も開発しています。



本研究室が開発したパッシブサンプラー



現場でのパッシブサンプラー設置の様子

(2) 新型TOC計を用いた物理化学的水質評価と景観的水質評価の融合に関する研究

高度成長期は日本の河川や湖沼は「どぶ川」と呼ばれるほど、汚れた川がありましたが、現在では「物理化学的水質」は大きく改善しています。しかし、実際の川面を見ると、きれいだという実感はわからない川が少なくなく、社会問題となっています。そこで、本研究室では川の景観的水質項目として透視度（下記右写真）を取り上げ、新型TOC計（下記左写真）を中心とする物理化学的水質との関係を企業、自治体および学生が共同しながら、日本全国の水について明らかにしています。



企業と共同研究している新型TOC計



学生による透視度測定の様子

(3) 都市環境保全を目的とした野生生物によるバイオモニタリング評価手法開発とアプリケーション開発

都市環境及び周辺環境の変化が及ぼす私たちや野生生物等への影響は幸か不幸か極微量です。しかし、数年から数十年続くため、ややもすれば判断が遅くなり対策が間に合わない恐れがあります。そこで、ヒトの代わりに外来生物や駆除された生物を有効利用して、野生生物への影響調査を行い、ヒト健康、生態系保全さらには都市環境保全のための警戒システムとして利用することを提案しています。本研究室では国内のNPO等の機関とネットワークを構築し、駆除されたブラックバスやカワウ等の野生生物を送っていただき、汚染物質の蓄積状況の把握やそれに基づく警戒システムアプリケーションの開発、警戒ネットワークの構築を行っています（下記写真）。



学生によるカワウ実験作業の様子

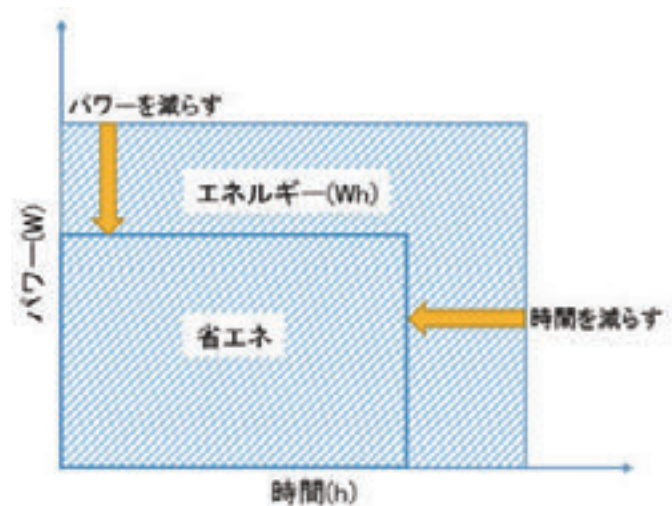
2 グリーンセンサによる省エネ対策・設計技術の開発

社会システム科学部 経営情報科学科 教授 藤本 淳

1 環境教育・研究への取り組みに関する紹介

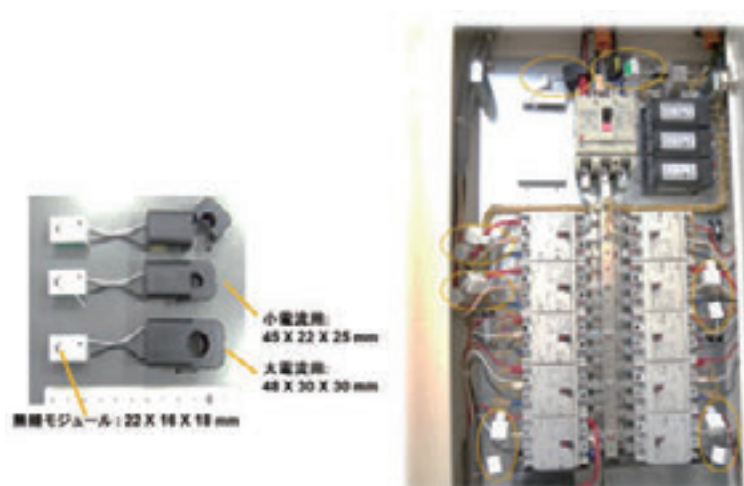
アンガス・マディソンが行った紀元1年から現在までのGDPおよび人口推計によれば、紀元1世紀から1800年までかけて、GDPおよび人口は約6倍の増加にとどまっているのに対して、直近の200年では人口（約6倍）、GDP（50倍）ともに急増しています。これらの急増は化石エネルギー燃料の活用によりもたらされました。耕作の機械化や化学肥料は土地の生産性の飛躍的な向上に貢献し、輸送機関の進歩は大量の食物を需用者に届けることを可能としました。「食料や生活に必要なモノを簡単に入手できる」、「快適な環境で一年中過ごせる」、さらに「楽に遠距離を移動できる」といった、現在われわれが享受している豊かで、快適で便利な生活は、すべてエネルギーに支えられています。これまで豊かな生活を享受できていたのは世界人口約72億人の約18%をしめる一部先進国に限られていましたが、近年、豊かな生活の追求は新興国へ急速に広がりつつあります。また、世界人口は今後も増加を続け、2040年頃には90億人を突破すると予想されています。エネルギー消費は毎年増加しており、今後もその傾向は変わりません。現在人類が直面している最も深刻な問題の一つが「エネルギー問題」です。これは、増え続けるエネルギー需要を枯渇性やコスト等を考慮して「どのように賄うのか」、またエネルギー消費に伴い排出されるゴミ（温室効果ガス、大気汚染物質、核廃棄物）を環境への負荷を抑えて「どのように処理していくのか」、という2つの課題に集約できます。これらの課題間には、たとえば石炭火力など安価なエネルギー使用は産業競争力を高めますが、環境負荷は増大するという「経済と環境のカップリング」も存在します。新エネルギーに関連した技術開発は活発に行われていますが、幾何級数的に増加する人口や経済成長の圧力に抗するまでには至っていません。化石燃料（石炭、石油、ガス）、原子力、および自然エネルギー（風力、太陽光）を適切に使い続けることに今後100年間は変わりません。技術の中で地味ではありますが、最も効果が期待されるのが「省エネ」です。年2%ずつエネルギーの効率化ができれば、今世紀半ばに世界人口が90億人を突破しても、現在われわれが消費しているエネルギー量で、すべての人々が豊かな生活を享受できるといいます（ローゼンフェルトの法則）。

当研究室では、省エネを工学と社会科学の両面から研究しています。省エネの概念を、図1に示します。縦軸はパワーを横軸は時間をそれぞれ表します。電気エネルギーの場合、縦軸がW（ワット）となり、図中の面積が、エネルギー量となります。省エネとは、この面積を減少させることです。それには、パワーか、時間を減らす必要があります。省エネ性の高い製品（家電製品、車）に置き換えることや、機器の設定を変える、たとえば冷房の設定温度を低めに設定する、ということはパワーを減らす省エネです。使用しない時に、機器をこまめに切ることは、

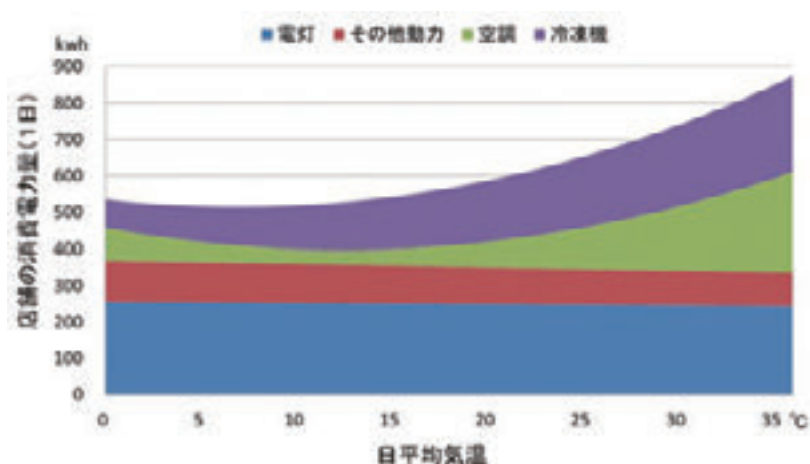


◎図1 省エネの概念

使用時間削減による省エネです。省エネ性を高める対策は、工学分野での技術開発で対応できますが、機器の設定変更や使用時間の削減は人の生活行動様式に関連するため対応が複雑です。後者の省エネ対策では、消費しているエネルギーの「見える化」により消費エネルギーの時間変動（電流プロファイル）を把握し、そのプロファイルと生活行動との相関をとり、エネルギー増加の要因を抽出しなければなりません（電力プロファイリング）。当研究室では、大規模な社会実証実験をもとに、省エネに必要な要素技術の探索を行っています。電流を容易に測定できる小型無線センサ端末（スマートセンサ）を開発し、国内大手コンビニエンスストア（CVS）2,000店舗へ17,000端末を実装して、3年以上各店舗での電気エネルギーの「見える化」を行っています（図2）。これだけ多くのセンサを使用した社会実験は、世界でも稀です。実験の結果、面積や使用機器がほぼ同じ店舗でも消費電力は大きく異なることや、季節により消費電力が大きく異なることが明らかとなりました。CVSの消費電力量の季節変動を図3に例示します。夏季には、エアコンと冷凍冷蔵庫のエネルギー消費が大きいことがわかります。この「見える化」と店舗の詳細な調査（機器の状態、店員の行動）とにより、エネルギー増加要因を抽出し対策を実施しました。これにより国内チェーン店全体（15,000店舗以上）で約10%の省エネを実現できました。これは、年間の電気代を数十億円削減したことになります。これは省エネの初歩段階で、さらなる削減も可能です。しかし、これ以上の削減には多くの困難を伴い



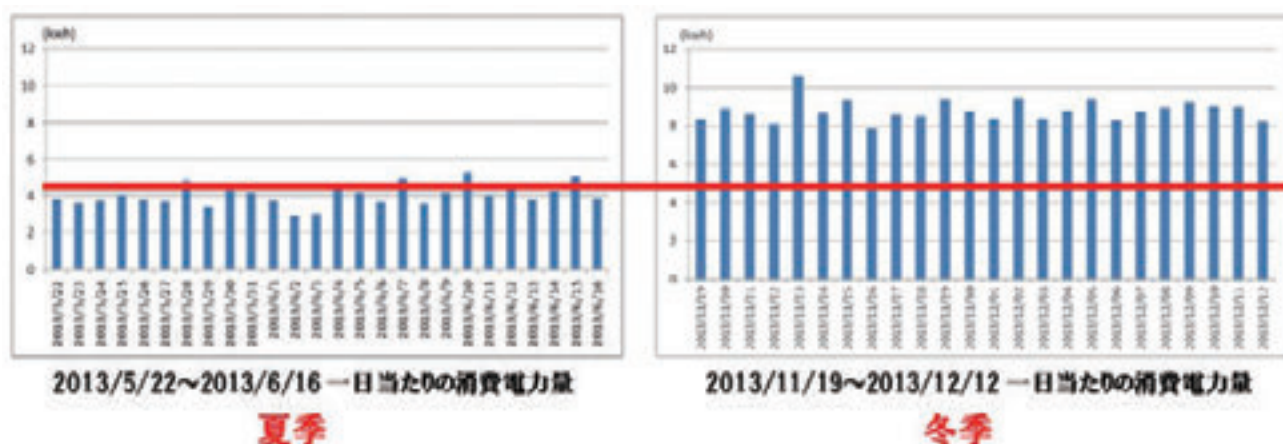
◎図2 小型無線端末と分電盤への実装



◎図3 コンビニエンスストア1日の消費電力量

ます。それは、努力して実施した対策の“効果”を把握し難いことに起因します。無理に効果を算出しようとして、昨年度との比較や、他店舗との比較など“安易”な評価を行うと迷路に迷い込む可能性があります。日々サービスの向上を目指すCVSでは、新規サービス提供と共に、エネルギー消費機会は増加します。増えるサービス（機器が増加する）、気温の変動（まったく同じ気温変動はない）、および予想のつかない人の行動など、消費電力量に関わりがある多くの要因が複雑に絡まり変化する中で、省エネ対策の効果を正確に把握するためには、高度なデータ分析“電力プロファイリング”が必要となります。この電力プロファイリング技術を確立することが、CVSの省エネ対策を確実にする上で、最も重要な課題です。

現在、スマートセンサシステムの海外展開を狙い、CVSの米国店舗（ハワイ、ダラス）で「見える化」実験を実施しています。また、CVS以外の家庭やオフィス等の省エネへの応用も進めています。たとえば、千葉工大に設置された自動販売機の台数を調査し、機器ラベル表示されている年間消費電力量を用いて、校内における自動販売機の消費電力総量を推計しました。また、ラベル表示された年間消費電力量と、スマートセンサで計測した実稼働時の電力データ（図4）を用いた年間推計との比較を行いました。さらに、各家庭にもセンサを設置し、電力請求書に記載されている約30日間の消費電力量とスマートセンサにより計測された電力量との比較や、テレビ、冷蔵庫およびエアコンなど家電製品の消費電力量の把握を行っています。



◎図4 津田沼校舎バス停前の自動販売機の消費電力量

3 房総半島の自然教材を活用した実感する地学(環境学)教育

工学部 生命環境科学科 准教授 矢沢 勇樹

地球環境問題(地球温暖化・沙漠化・伝染病など)やエネルギー資源問題、さらに食糧問題に関するニュースは見聞しない日がないくらいテレビ、新聞・雑誌、さらにインターネットで流れています。しかし、これらの環境問題に関する影響が日常生活において直面しない限り、何となく不安を感じながらも、具体的にどのように考えて、対応すべきか行動に移せる大学生は少ないように感じます。そのことから環境教育は重要になるわけですが、教室内で教員が教壇に立ってスライドや配布資料を用いて講義しても、上述のメディアから流れる無機質なニュースと相違ないとも感じます。

環境教育は、「認識、知識、態度、技能、参加」(トビリシ宣言1977)の5項目に整理されています。これらの項目は単に横並びに理解するのではなく、構造的に相互に捉える必要があります。大学生が当事者性を認識し、主体的に実際に参加することを念頭に、まずは「認識」に働きかけることを通じて「知識」を獲得させ、「認識」と「知識」の相互環流により大学生の問いを育て、課題にかかわろうとする「態度」を生み出し、参加できる「技能」を身につけることが体系的に求められています。その中でも優先して働きかけなければならない「認識」をいかに教育現場に取り組むかは、本来であれば初等教育に依存するところが大きいですが、中等、そして高等教育に進むにつれ「知識」ありきの環境教育になっているように考えられます。その典型とされる理科学の分野に「地学(=自然科学)」があげられ、中等教育においても「地学」のクラスは縮小され、「地学」を教えられる教師が減り、さらに大学入学試験科目で「地学」を選択する受験生が希少となっているのが現実のような気がします。環境教育を体系的に効果的に構築するには、やはり「認識」を働きかけることが肝要であり、それが実感する地学(環境学)教育であると思います。

本学が位置する房総半島は内湾と外洋に挟まれた特異的地質環境を有しており、日本の中心的な産業地帯であるほか、農産業、水産業も盛んです。地下深くにはメタンやヨウ素、さらにフルボ酸など有用な古代海水資源が賦存しており、これも地球史を遡る偶発的なプレート活動により創成された海底堆積物の証であると考えます。身近な自然(フィールド)環境を教育教材として活用することは、独自の五感を触発させ、豊かな創造力をもった大学生を育成できるものと考えています。ここでは、2004年度より開講した「地学実験及び実習(3S、基幹科目、理科教員免許必修科目)」における環境教育の取り組みの中から二つの内容について以下に紹介します。開講当初から、単に「地学」のみを満足させるものでなく、理科学に重要な「環境教育」をいかに学生に実感させ、指導可能とするかを念頭に、フィールド実習を積極的に取り入れています。「地学実験」の特徴は化学実験や物理学実験と比べ「時空間のスケールが非常に大きい」ものを対象とする点で大きく異なります。よって、実習によって得られた個々のデータの「誤差(エラー)」が大きい分、学生独自の感覚が新たな発見(「認識」)につながる可能性が多くなると考えています。

1 房総フィールドを活用した環境教育

房総半島に残された貴重な自然教材を活用して、日帰り形式や合宿形式での地学実習(巡検)を行なっています。これまでに実施した実習フィールドは、夷隅郡大多喜町の養老溪谷・栗又の滝2箇所、君津市の大谷1箇所、君津市の清和県民の森内2箇所、君津市の三石山1箇所、館山市の宮城地域2箇所の計8箇所となり



◎図1 房総フィールドを活用した環境教育

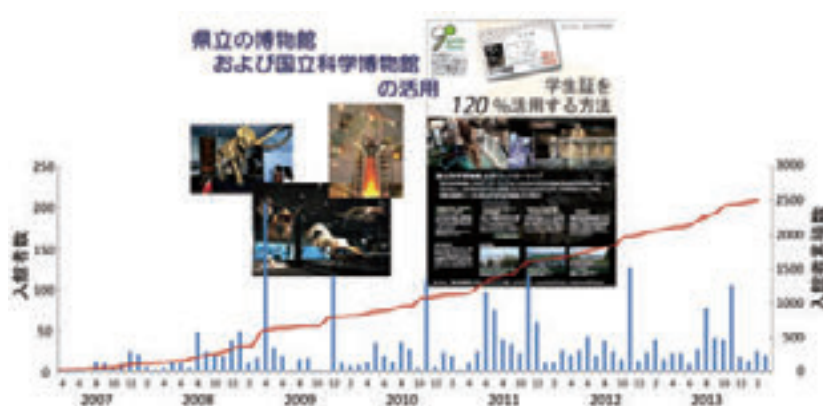
まず、房総半島にはこれ以外にも有名な自然教材をみることのできるフィールドがありますが、土地利用の変遷や地形の浸食等により徐々に実習可能なフィールドが減っているのも現状です。

まず、千葉県房総半島南部に位置する館山市宮城地域の自然教材を紹介します。この地域は隆起地域にあたり、館山湾に面した丘陵地には貝化石や沼サングの化石が見られることで有名な場所です。今の環境と比べ非常に温暖であったことが実感できます。地質は、後期中新世から前期鮮新世（1,000万～500万年前）に堆積した西岬層と鏡ヶ浦層が分布し、房総半島の中では比較的古い地層になります。また、この地域はかつて軍事要塞地域であり、戦時中に海軍によって建設されたと思われる赤山地下壕があり、保存状態の良い大変きれいな地層を観察することができます。通常、地層の計測は地層のみえる地形表面（露頭）で行なわれますが、ここでは地中内部から地層をみることができる大変貴重な自然教材を活用することができ、地層の空間的解析の入門となります。次に紹介するのは、千葉県房総半島中央部の小糸川上流域に位置する千葉県立清和県民の森です。自然豊かな場所で、地層の観察だけでなく、生物調査や天体観測を行なうのに絶好の場所です。この地域の地質は、新第三紀中新世の天津層（約500万年前）であり、深い海で堆積した泥岩を主体としています。これら泥岩中には、当時の噴火物である凝灰岩層（鍵層）が多数含まれ、凝灰岩層は海底の広い範囲に地質学的時間からみれば瞬間的に堆積することから、追跡をすることによって同一時間面として利用することができます。この地域は千葉県立中央博物館を中心に調査・整理されており、露頭にみえる鍵層にはその特徴を反映した名札が付けられています。関東圏内にあるいくつかの大学の巡検地として用いられている場所となります。ここでの実習では、歩測と方位磁石によりルートマップ（簡易測量地図）を作成し、さらにルート上にみられるいくつかの鍵層の走向・傾斜を地学教材の必須アイテムのクリノメータにより計測しました。最後に紹介するのは、千葉県房総半島中央部に位置する君津市大井町大谷露頭の自然教材です。ここでの地層は、約50万～35万年前（第四紀更新世後期）の下総層群で最も古い地蔵岩層であり、その当時の地球は間氷期にあたり、房総半島の大部分は海進により海の中であったと考えられています。そのことから、ここでの地層にはその当時の気候・環境を反映した海洋生態種（主に貝）が化石として高密度に残っており、その貝化石を現代の生息可能な緯度分布（絶滅の有無を含め）から検索することで、その当時の環境がどのような気候であったのか理解することができます。

2 県立および国立博物館とのパートナーシップを活用した環境教育

本学の位置する千葉県や近隣都市には非常に貴重かつ最新の有力な情報を蓄積・公開している博物館が点在します。また、文部科学省ならびに千葉県教育振興部文化財課などの指導により生命・環境を含めた総合学習を目的としたサービス・催事物を小中高生や一般の人に提供する博物館が増えています。

千葉県立博物館では、国立科学博物館のような制度は設立されていないものの、年会費を納めた個人（年間パスポート：学生1,000円）は、千葉県立博物館（県立美術館、県立中央博物館、大利根分館、大多喜城分館、分館海の博物館、県立現代産業科学館、県立関宿城博物館、県立安房博物館、県立上総博物館、県立房総のむら）全ての入館が何度でも利用可能となっています。また、県立中央博物館では、毎年、約250の講座、観察会と約80のミュージアム・トークなどの催事物が行なわれており、常設展示物見学以外の環境教育を含めた機会が設けられています。また、東京上野にある国立科学博物館では、2005年度より大学パートナーシップ制度を設立し、学生数に応じた一定の年会費を納入した大学には、①学生の無料入館（上野本館、筑波実験植物園、自然教育園）、②サイエンスコミュニケーション実践講座開講などの教育活動の連携（研究者を目指す大学院生を対象とし、単位認定を行なう）、③自然史講座等開講などの教育活動の連携（大学生を対象とした自然史講座等の講座を大学授業科目への一部単位認定を行なう）、④学芸員資格取得のための博物館実習における専門的な内容の充実とコース選択制の導入など、大学－博物館相互間での活用場が拡大されるようになりました。本学も2006年度より、本科目を発起に千葉県内の大学で最も早くに入会しました。現在も本学全体で国立科学博物館とパートナーシップを結んでおり、学生証を提示するだけで何度でも無料入館できることから、年々、本学学生の利用者は増加しております。



◎図2 県立および国立博物館とのパートナーシップを活用した環境教育

房総半島がなす自然フィールドを理科学の教材として活用することで、学生たち個々の五感を誘発させ、地球環境や資源の形成について理解させることができます。実感する理科学のなかで地学（環境学）の領域は、時空間のスケールが極めて大きい（当然のことながら誤差も大きい）ため学生個々の解答には違いが生じやすいものの、そこに理科学の魅力となる芽生えが感じられたように思います。情報ネット社会やマネーゲーム社会に依存する現今の学生に対し、本科目は小・中学生の頃に純真に実感した感動を蘇らせるものであり、環境教育の最も重要な課題を解決していると考えます。ちなみに、本科目は選択科目であるものの、年々、履修学生数が増えてきており、これも成果の一つといえます。

追記 本研究の一部は、文部科学省大学教育高度化推進特別経費（教育・学習方法等改善支援経費）「房総フィールドミュージアムを活用した環境教育」（平成17～19年度）の援助を受けました。

4 結晶品質向上によるパワーデバイスの高性能化

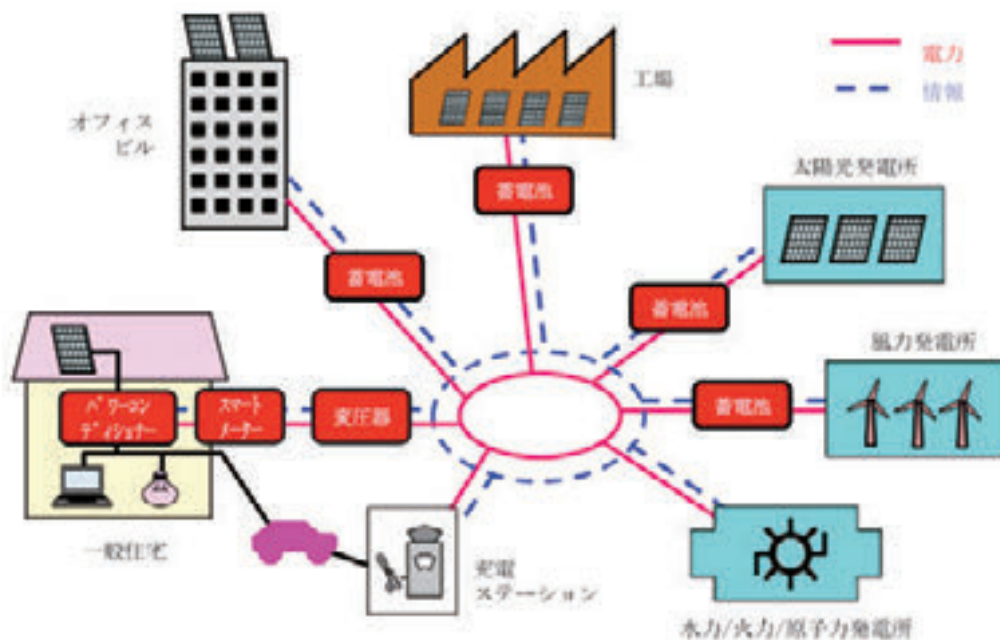
工学部 電気電子情報工学科 教授 山本 秀和

1 電力供給体制の変更とパワーデバイスの重要性

2011年3月11日の東日本大震災における福島第一原発の事故は、原発の安全神話を完全に覆し、日本の電力供給体制を一から見直す必要があることを明確に示しました。今後、自然エネルギーを有効に活用できる図1に示した分散型発電とスマートグリッドの普及が加速されることは間違いありません。そして、頻繁な電力変換が行われるシステムの構築に向け、パワーデバイスの高性能化が望まれます。

現状、パワーデバイスは、ほぼ100%Siを用いて製造されています。製造装置の大部分は互換性があり、パワーデバイスはSi集積回路で培われた技術を転用することにより、急速に性能が向上してきました。一方で、Siパワーデバイスは性能向上の限界が近いと言われ出しました。そのため、パワーデバイスとしての優れた物性値を有するWGS (Wide Gap Semiconductor) であるSiCおよびGaNを用いたデバイスが次世代パワーデバイスとして期待されています。

パワーデバイスは、数千Vの耐圧を有し、数百Aの電流を流す構造のため、結晶欠陥に非常に敏感です。従って、デバイスのキラ欠陥となる欠陥を検出し低減することが、パワーデバイスの性能向上と歩留り向上につながります。本研究室では、パワーデバイス用のSi、SiCおよびGaN結晶の評価法を確立するための研究を行っています。

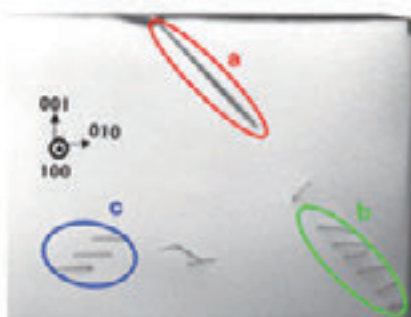


◎図1 分散型発電とスマートグリッド

2 パワーデバイス用 Si 結晶の評価

パワーデバイス用Siエピタキシャルウエハにおけるミスフィット転位の透過電子顕微鏡（TEM：Transmission Electron Microscope）による測定結果を図2に示します。薄膜化後の暗視野TEM観察により、バーガースベクトル、バーガースベクトルと転位線との角度を決定しました。a、b及びcそれぞれの転位ごとに分類した結果を表1に示します。aの表面に抜けている転位は90度転位です。b及びcはエピタキシャル層と基板の界面に沿って伸展している転位であり、ともに60度転位です。界面に伸展しているbとcは互いに直交しています。

図3は、基板／エピタキシャル層界面からウエハ表面に抜ける転位のTEMによる評価結果です。解析により、表面に抜ける転位がらせん転位であることが判明しました。



◎表1 転位の分類

転位	転位線の方向	バーガースベクトル(b)	転位線とbの角度
a	[0-1-1]	a/2[0-11]	90度
b	[1-10]	a/2[0-1-1]	60度
c	[1-1-10]	a/2[0-11]	60度



◎図2 Si 転位の TEM 評価 1

◎図3 Si 転位の TEM 評価 2

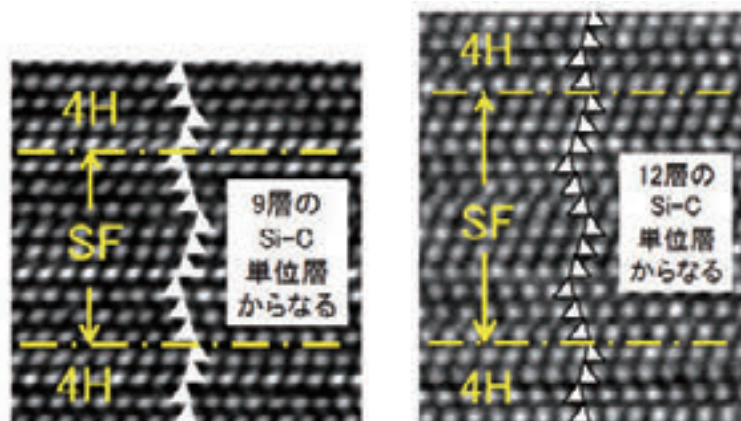
3 パワーデバイス用 SiC 結晶の評価

図4に、SiCウエハ中の積層欠陥のX線トポグラフィとフォトルミネッセンス（PL）による評価結果を重ね合わせた結果を示します。積層欠陥には、フォトルミネッセンスでは検出できていますが、X線トポグラフィでは検出されていないものが存在しています。

積層欠陥をTEMで評価した結果を図5に示します。X線トポグラフィで検出可能な積層欠陥は、上下の4H-SiCの間に（3 3 3）構造で9層のSi-C単位層が存在しています。一方、X線トポグラフィで検出できない積層欠陥は、上下の4H-SiCの間に（3 3 3 3）構造で12層のSi-C単位層が存在しています。そのため、上下の4H-SiCの周期性は崩れていません。従って、X線トポグラフィではコントラストが現れません。



◎図4 X線トポグラフィとPLの重ね合せ



◎図5 X線トポグラフィで検出可（左）と不可（右）のTEM評価

4 パワーデバイス用 GaN 結晶の評価

現在市場に投入されているGaNデバイスには、GaN on Siウエハが用いられています。図6は、A社製GaN on Siウエハのラマンスペクトルであり、ウエハ面内での分布を示したものです。ウエハ上部で圧縮応力を、下部で引張応力の分布を確認しました。2種類のピークの差は約 0.8cm^{-1} であり、応力分布はウエハ製造過程に起因するものと考えられます。

B社製ウエハのラマンスペクトルではGaNのスペクトルにサブピークが見られました。スペクトルのピーク分離を行った結果を図7に示します。576 cm^{-1} に見られるサブピークは、Si基板とGaN層の間に形成された結晶欠陥の緩和層に起因すると考えられます。高倍率のラマン散乱分光評価により、ウエハの深さ方向の評価が可能であることも確認しています。

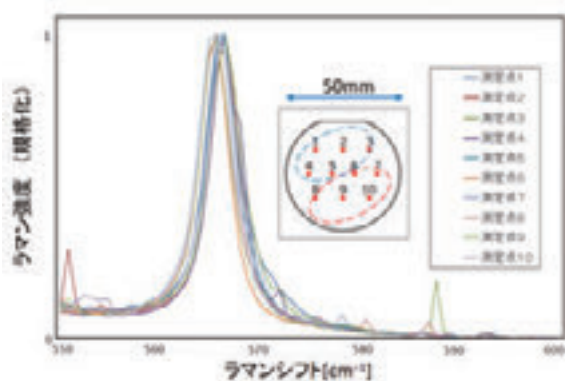


図6 A社製ウエハのラマンスペクトル

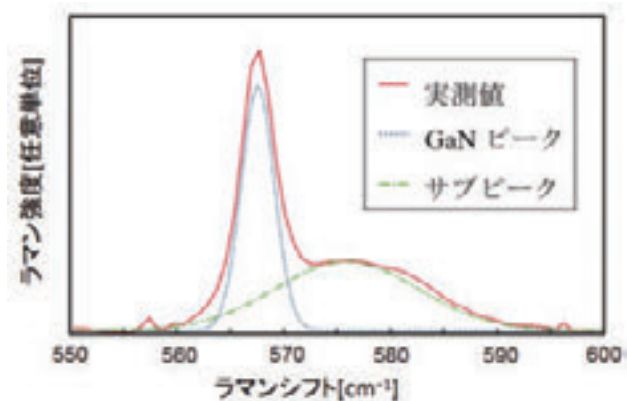


図7 B社製ウエハのラマンスペクトル

5 おわりに

パワーデバイス用Si、SiCおよびGaN結晶を様々な評価手法を用いて評価しています。これまでに、Siエピタキシャルウエハにおけるミスフィット転位の発生／伸展メカニズムの解明、SiCウエハにおける積層欠陥の種々の評価法間の比較、GaN on Siウエハの結晶欠陥緩和層のラマン散乱分光による評価等を行ってきています。

引き続き、パワーデバイス用ウエハの評価を実施し、ウエハ製造技術へフィードバックすることにより、パワーデバイス性能および歩留り向上につなげていきたいと思います。

謝辞

X線トポグラフィおよび透過電子顕微鏡TEMによる評価は、日鉄住金テクノロジー株式会社殿との共同研究によって実施しました。

本研究の一部は、「文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」（平成25年度～平成26年度）の支援のもとに行われました。



付 録

○ 総 計

年 度	単位	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度
電 力	kWh	15,163,900	16,007,534	13,077,395	13,522,403	13,971,382
灯 油	ℓ	582	580	1,892	2,426	2,147
A重油	ℓ	92,000	60,000	68,000	71,000	60,200
LPG	m³	3,032	2,900	2,576	2,573	2,382
都市ガス	m³	393,144	432,659	338,887	362,413	289,170
上水道	m³	68,306	66,409	45,151	38,142	35,947
中 水(雨水)	m³	13,289	16,134	11,302	10,023	8,863
井 水	m³	85,357	78,300	85,998	93,984	102,970

年 度	単位	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度
上質紙(OA用紙等)	kg	8,200	10,100	6,000	1,300	1,000
新聞・雑誌・ダンボール	kg	62,400	77,100	69,900	50,600	45,700
その他の紙類	kg	3,800	3,000	4,600	4,000	2,500
機密書類	kg	11,300	20,000	20,800	14,100	3,700
古紙資源化量-計	kg	85,700	110,200	101,300	70,000	52,900

年 度	単位	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度
空きビン・空き缶	kg	9,700	10,000	8,800	7,300	7,000
ペットボトル	kg	9,900	8,500	7,800	9,300	9,000
リサイクル量-計	kg	19,600	18,500	16,600	16,600	16,000

年 度	単位	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度
厨芥類(残飯・生ごみ)	kg	194,300	205,800	192,100	176,900	130,200
可燃物・不燃物 (木片・木の葉・金属・ガラス等)	kg	0	0	43,700	94,000	55,500
一般廃棄物-計	kg	194,300	205,800	235,800	270,900	185,700

年 度	単位	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度
産廃(汚泥)	kg	36,286	15,313	24,469	12,453	24,367
産廃(廃油)	kg	820	196	7,505	8,866	11,530
産廃(廃酸)	kg	185	22	2,160	1,451	1,528
産廃(廃アルカリ)	kg	677	11	301	475	85
産廃(廃プラスチック類)	kg	855	2,600	8,605	1,411	15,671
産廃(木くず)	kg	4	9	0	5	0
産廃(金属くず)	kg	80	181	9,822	205	250
産廃(ガラス・コンクリート・陶磁器くず)	kg	4,625	17,629	6,154	691	622
産廃(引火性廃油)	kg	8,468	5,537	1,676	91	1,112
産廃(引火性廃油(有害))	kg	0	380	718	0	12
産廃(強酸)	kg	174	92	648	263	23
産廃(強アルカリ)	kg	2	40	62	140	81
産廃(廃油(有害))	kg	224	15	176	1	4
産廃(汚泥(有害))	kg	69	132	836	6	8
産廃(廃酸(有害))	kg	26,421	20,532	7,212	7,131	6,286
産廃(廃アルカリ(有害))	kg	0	0	60	0	0
産業廃棄物-計	kg	78,890	62,689	70,404	33,189	61,579

年 度	単位	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度
下 水	m³	153,561	146,688	136,023	129,416	128,148



千葉工業大学 環境報告書2013

発 行 者：千葉工業大学安全委員会（河合剛太委員長）

発行年月：2014年11月

作 成 者：安全委員会環境報告書作成ワーキンググループ
（久保 裕史、清水 邦康、竹田 康宏、前田 修作、千代田 和夫、早瀬 拓）

参考にした
ガイドライン：環境省「環境報告書の記載事項等の手引き（第2版）」

問合せ先：学校法人 千葉工業大学総務部総務課
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1

電 話：047-478-0208

E-mail：soumu@it-chiba.ac.jp



 千葉工業大学
Chiba Institute of Technology

URL <http://www.it-chiba.ac.jp>