

筑波大学 環境報告書 2010年

筑波大学環境報告書2010年

編集・発行 筑波大学環境報告書作成委員会
発行日 2010年9月
担当部署 筑波大学総務部環境安全管理課
〒305-8577茨城県つくば市天王台1-1-1
Tel : 029-853-2106
Fax : 029-853-2129
表紙デザイン 唐可+木村浩

Contents

■ 学長挨拶	2
■ 筑波大学環境方針	3
■ 環境保全と安全衛生の取組体制	3

筑波大学概要

4

研究・教育活動と社会貢献

8

■ 環境問題と土壌	8
● 筑波大学環境報告書掲載記事の紹介（1）	13
■ プラスチック分解菌とリサイクル	14
■ 植物を利用した重金属汚染土壌の修復	18
■ 体感リスクから見た原位置浄化の可能性	20
● 筑波大学環境報告書掲載記事の紹介（2）	23
■ つくば市環境マイスター育成事業	24
● 蘇れ！里山の自然	27
■ 菅平高原実験センターにおける社会貢献活動	28
● つくばエコシティ推進グループの取り組み（1）	31
■ 創風楽農の活動報告	32
■ 筑波大学附属戸塚高等学校における環境教育の取り組み	34
● つくばエコシティ推進グループの取り組み（2）	37
■ 環境系専攻におけるブータン・インターンシップ	38
● つくばエコシティ推進グループの取り組み（3）	41

環境負荷低減の取り組み

42

■ 温室効果ガス排出量削減対策	42
■ 水の利用と排水管理	46
■ 廃棄物等排出量及び低減対策	48
● 新たなアスベスト対策	51
■ グリーン購入・調達状況	52
■ 筑波キャンパスの周辺マップ	53

編集方針

「環境配慮促進法」に準拠し、環境省「環境報告ガイドライン 2007 版」を参考に、筑波大学らしさを表現する報告書を目指します。



毎年主たるテーマを変え、数年分の環境報告書で筑波大学の全体像が解るようにまとめます。



今回の環境報告書研究活動は、土壌環境問題について特集しました。

報告期間

平成 21 年度：
2009年4月1日から2010年3月31日

この環境報告書は再生紙を使用しています。

学長挨拶



筑波大学長 山田 信博

筑波研究学園都市は、人と自然が調和した快適な都市の創造を目指して作られた街であり、都市の中央部に位置する本学も自然とバランスのとれた空間構成や良好な自然環境の長期的な保全をコンセプトにデザインされ、豊かな自然環境に恵まれた広大なキャンパスを有しています。

本学は、前身校である東京教育大学の筑波への移転を機に、従来の制度にとらわれない新しい構想に基づく大学として、1973年10月に設立されました。多様な学問分野を持つ140年近い歴史を誇る総合大学であり、既存の分野にとらわれない学際的な教育研究が特色となっています。なかでも、いち早く1977年に環境科学研究科（修士課程）を創設し、2007年には生命環境科学研究科に改組し後期課程（博士課程）持続環境学専攻を加え環境問題にも積極的に取り組んできました。

今日、地球温暖化問題をはじめ、エネルギー資源、水資源、天然資源の枯渇や生物多様性の喪失等さまざまな地球環境問題が深刻化しています。このような中、平成18年4月に閣議決定された「第三次環境基本計画」に、今後の環境政策の方向性が示され、環境報告書の作成と公表が求められるようになりました。本学も、平成18年より毎年環境報告書を作成、公表し、本学の環境問題に関する取り組みを社会に発信しております。同報告書の作成を機として、「筑波大学環境方針」を定め、また、平成20年3月には、京都議定書の第1約束期間の初年度を迎え、「筑波大学における温室効果ガス排出抑制等のための実施計画・削減計画」を策定し、温室効果

ガスの排出削減目標を達成するための諸施策を継続して講じているところです。

一方、筑波研究学園都市においては、本学、筑波研究学園都市交流協議会、隣接する研究機関、自治体などが連携して、「つくば3Eフォーラム」（3E：環境、エネルギー、経済）を組織しています。平成21年8月にはその第3回会議が開催され、多くの市民の方々も交えて議論が深められました。また、つくば市では、他の地域のモデルとなる低炭素社会づくりを進めるために「つくば環境スタイル行動計画」が策定されており、本学もその実現に向けた取り組みを推進しています。例えば、その実施施策の一つである「エコドライブの啓発・教育・取り組み」では、2013年までに3万人（普通免許所有者の25%）がエコドライブ教習を受講する目標が掲げられています。本学では、平成21年度に教職員がつくば市主催のエコドライブ普及員養成教習会に参加して普及員となり、その後本学の教職員及び学生を対象とした教習会を定期的に行い、着実に普及を進めています。本学としては、2019年度までに学内免許保有者全員への普及を目指しています。

本学は、本報告書に記した取り組みだけでなく、数多くの環境に関する教育、研究、社会活動等に取り組んでいます。紙面の都合上一部しか紹介できませんが、本報告書をはじめ、機会あるごとに本学の取組を社会に紹介していきます。また、これまでも良好なキャンパス環境の維持や環境負荷の低減に努めてまいりましたが、今後も、更なる取り組みを進めていきたいと思っております。

筑波大学環境方針

基本理念

1977年に環境科学研究科を設置するなど、いち早く自然と文明の調和に取り組み、多様な学問分野を持つ、総合大学である本学はその「建学の理念」に謳われている、『国内外の教育・研究機関及び社会との自由、かつ、緊密なる交流関係を深め、学際的な協力の実をあげながら、教育・研究を行い、もって創造的な知性と豊かな人間性を備えた人材を育成する』という内容を踏まえつつ、地球環境との調和と共生を図り、環境負荷の低減に努めます。

基本方針

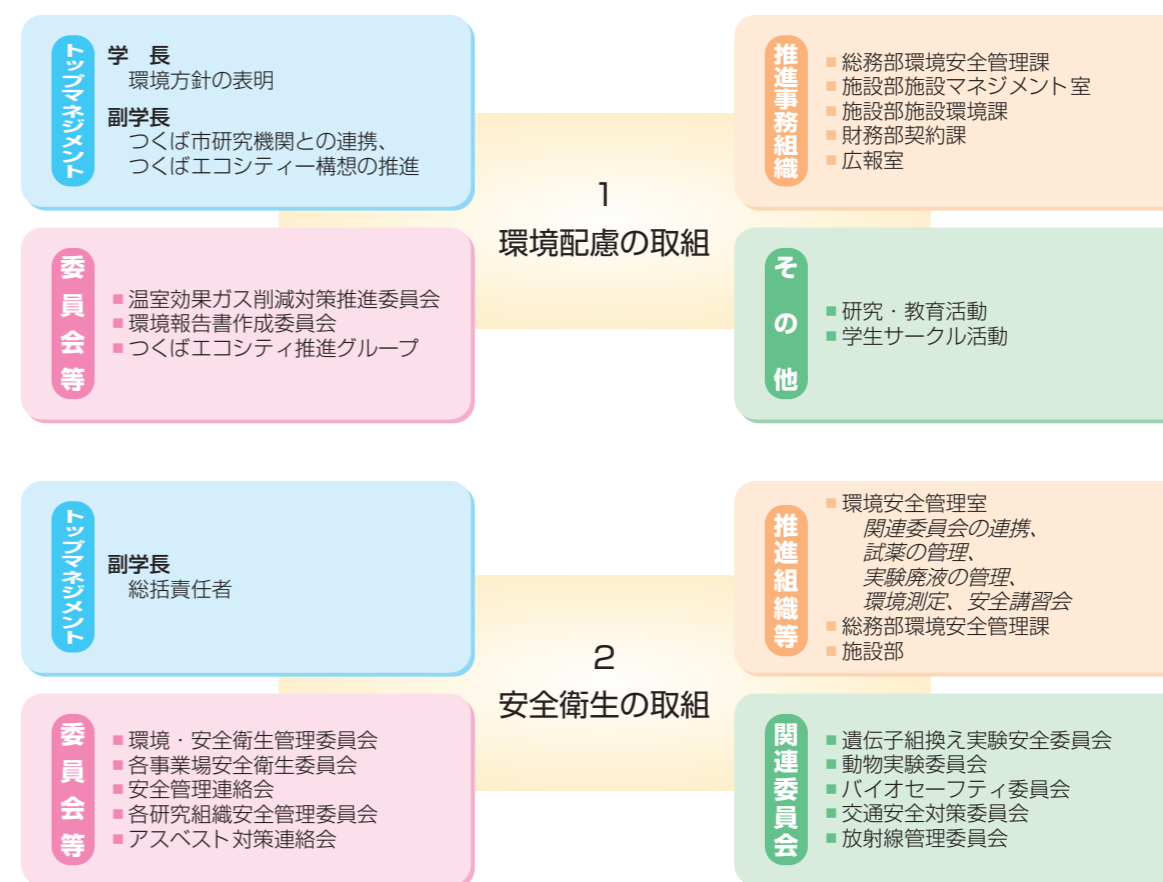
1. 教育・研究活動を通じ、環境に配慮する心をもった人材を育成します。さらに、その教育・研究成果の普及啓発を図ることにより、広く社

会一般の環境保全・改善に対する取り組みに貢献します。

2. 環境マネジメントシステムを構築し、継続的改善を図ることにより、環境に配慮したキャンパスを実現し、環境負荷の低減と、環境汚染の予防に努めます。
3. 化学物質の安全管理、省エネルギー、省資源、リサイクル、グリーン購入等を含めた環境目的及び環境目標を設定し、これらの達成に努めます。
4. 環境関連法規、条例、協定を遵守するとともに、自主的な環境保全活動に努めます。

この基本方針は文書化し、本学の教職員・学生及び、本学にかかわる人々に周知するとともに、文書やインターネットのホームページを用いて一般の人にも開示します。

環境保全と安全衛生の取組体制



筑波大学概要

1. 建学の理念

筑波大学は、基礎及び応用諸科学について、国内外の教育・研究機関及び社会との自由、かつ、緊密なる交流関係を深め、学際的な協力の実をあげながら、教育・研究を行い、もって創造的な知性と豊かな人間性を備えた人材を育成するとともに、学術文化の進展に寄与することを目的としています。

従来の大学は、ややもすれば狭い専門領域に閉じこもり、教育・研究の両面にわたって停滞し、固定化を招き、現実の社会からも遊離しがちでした。本学は、この点を反省し、あらゆる意味において、国内的にも国際的にも開かれた大学であることを基本的性格としています。

そのために本学は、変動する現代社会に不断に対応しつつ、国際性豊かにして、かつ、多様性と柔軟性を持つ新しい教育・研究の機能及び運営の組織を開発しています。更に、これらの諸活動を実施する責任ある管理体制を確立することとしています。



筑波キャンパス

2. 沿革

本学は、東京教育大学の移転を契機に、そのよき伝統と特色を生かしながらも、大学に対する内外からのいろいろな要請にこたえるため、わが国ではじめて抜本的な大学改革を行い、1973年（昭和48年）10月に「開かれた大学」「教育と研究の新しい仕組み」「新しい大学自治」を特色とした総合大学として発足しました。本学は大学改革の先導的役割を果たしつつ、教育研究の高度化、大学の個性化、大学運営の活性化など、活力に富み、国際競争力のある大学づくりを推進しています。

1872年	師範学校
1886年	高等師範学校
1929年	東京文理科大学
1949年	東京教育大学
1973年	筑波大学
2002年	図書館情報大学と統合(10月)
2004年	国立大学法人筑波大学

3. 教育研究組織

(1) 大学院

大学院には修士課程、博士課程及び専門職学位課程があります。修士課程では、高度専門職業人の養成又は社会人の再教育を目的として、通常の専門分野の区分にとられない学際的な教育を行い、博士課程では、専門的分野における研究者の養成又は研究型高度専門職業人の養成を目的として、幅広い知識を基盤とした高い専門性を涵養する高度な教育を行い、専門職学位課程では、高度専門的な職業能力を有する人材の養成に特化した実践的な教育を行っています。

博士課程には、前期及び後期の区分を設けず、5年一貫教育を行う研究科、前期及び後期の課程に区分する研究科があり、さらに後期の課程のみの専攻を併せ持つ研究科があります。

また、筑波大学では、社会人再教育のための夜間大学院・昼夜開講制の実施、短期在学コース・長期履修学生制度など標準修業年限の弾力化、筑波研究学園都市等の研究機関の施設・設備や人的資源を活用して行う連携大学院方式の実施など教育方法・形態の多様化を図っています。



総合研究棟D

7 研究科 (博士課程)	人文社会科学 (修士 86、博士 37、5年一貫制 38)、ビジネス科学 (修士 60、博士 23、専門職学位 70)、数理物質科学 (修士 240、博士 101)、システム情報工学 (修士 361、博士 106)、生命環境科学 (修士 278、博士 138、5年一貫制 21)、人間総合科学 (修士 398、博士 (医学) 62、博士 122)、図書館情報メディア (修士 37、博士 21)
1 研究科 (修士課程)	教育 (修士 125)

研究科の () は入学定員 (単位人)

(2) 学群・学類

学群は、教育上の目的に応じて組織され、学部段階の学生の教育指導について包括的な責任を持つ組織であり、学類は、学群に属し、学生の教育指導について基礎的な責任を持つ組織です。

学群・学類は、

- 専門分野を異にする教員及び学生との接触を通じて、広い視野を養い、豊かな人間形成に資するよう配慮する。
- 既存の学問の体系に必ずしもとらわれることなく、教育上の観点から将来の発展の基礎を培うことができるようにする。

こと等を編成方針としています。

なお、体育と芸術の各専門学群にあっては、学類を設けず、学群がその役割を兼ねて行っています。



汐留シオサイト工事現場見学

9 学 群	人文・文化学群 (240)、社会・国際学群 (160)、人間学群 (120)、生命環境学群 (250)、理工学群 (520)、情報学群 (230)、医学群 (210)、体育専門学群 (240)、芸術専門学群 (100)
-------	---

学群の () は入学定員 (単位人)

● 学生数 (平成 21 年 4 月 1 日現在)

学 群 学 生	入学定員： 2,070 人 在 学 生： 10,190 人 (うち外国人留学生 158 人)
大学院学生	入学定員： 2,324 人 (修士 1,585 人、博士 669 人、専門職学位課程 70 人) 在 学 生： 6,556 人 (うち外国人留学生 1,024 人)

● 役員・職員数 (平成 21 年 4 月 1 日現在)

	学長	理事	監事	専任の 部局長 等	教授	准教授	講師	助教	助手	附属 学校 教員	研究員 等	病院 医師	計	事務職員 等	合 計
合計	1	8	2	10	604	520	403	128	1	527	55	23	2,282	1,900	4,182

(3) 学 系

学系は、専門的な学問分野を同じくする教員で構成され、大学の教育研究の高度化、活性化に向けて、博士課程研究科等の部局の要請に応じ専門的な立場からの組織評価・企画提言を行うなどの機能を果たす組織です。

【28学系】

4. 全国共同利用施設

全国共同利用施設では、全国規模で人的交流、情報交換及び共同研究を行い、関係分野における全国の研究者に対し研究拠点機能を提供しています。

また、大学院教育についても、関連研究機関との協力体制により、専門的知識・技能を有する研究者・高度職業人の育成の一翼を担っています。

一方、学内共同教育研究施設では、教育・研究活動に必要な大型ないし特殊な施設・設備の共同利用、あるいは教職員、学生等に対する各種の教育・研究上のサービスの提供などを効率的に推進するための機能を提供しています。

● 全国共同利用施設

【2 施設：計算科学研究センター、プラズマ研究センター】

● 学内共同教育研究施設

【平成 21 年度：28 施設】

5. 附属図書館

筑波大学附属図書館は、開かれた大学図書館として地域社会及び国内外の研究・教育機関と連携し、学術情報の中枢拠点として機能することを目標に活動を続けています。

附属図書館は、中央図書館と体育・芸術、医学、図書館情報学、大塚図書館の 4 つの専門図書館とが一元的な管理体制のもとに運営され、資料の集中管理と全面開架方式を採用し、土・日・祝日の開館、充実したレファレンスサービスをはじめ様々なサービスを行っています。

今後も充実した資料の収集とサービスの拡充に努め「来館したくなる図書館」、「頼られる図書館」を目指して継続的なサービス改善を図っていきたく考えています。

また、広く学外の利用者にも開放し、館内利用や図書の貸出などを行っています。受験生やPTA等の見学にも随時対応しています。さらに図書館ボランティアを導入し、総合案内、対面朗読、外国語による案内なども行うとともに、企画展示を開催し、貴重書を地域に公開しています。

【蔵書数：約 249 万冊】

(平成 21 年 3 月 31 日現在)



農林技術センター



陽子線医学利用研究センター



中央図書館

6. 附属病院

「患者さまの権利の尊重、プライバシーの保護など患者さま中心の診療に努めるとともに、地域に開かれた大学附属病院としての役割を十分に認識し、最高水準の医療を提供すること、さらに、先進的な臨床教育と研究の場を提供することにより社会的使命を果たすことを目指します。」を筑波大学附属病院の理念として掲げ、患者さまの希望に合った医療サービスの提供に取り組むと共に、特定機能病院として高度医療の提供、高度医療に関する開発・評価及び研修を行っています。また、卒後初期の幅広い研修を基にして、すぐれた臨床能力を備えた医師を養成することを目標に、定員制・6 年間有期限のレジデント制を導入しており、専任教員のもと、体系的な質の高い研修環境を提供しています。



附属病院

【36 診療グループ、病床数：800】

附属病院再開発計画：平成 22 年度より着工を予定している新病院では、これまで取り組むことができなかった最先端の医療を実現し、医学教育と臨床研究・開発の場を整備充実させ、地域市民・国民に満足のいく医療を提供するとともに、日本の医療を考える原動力になります。広く健康を実現する拠点になります。

7. 附属学校教育局・附属学校

附属学校教育局は、幼児、児童、生徒の教育・保育に関する実際研究のほか、計 11 校の附属学校の運営に関する総括、管理を行っています。

附属学校は、明治初期に開設された師範学校以来の長い伝統と歴史を持っており、東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県にあります。

附属小学校、附属中学校、附属駒場中学校、附属高等学校、附属駒場高等学校、附属坂戸高等学校、附属視覚特別支援学校、附属聴覚特別支援学校、附属大塚特別支援学校、附属桐が丘特別支援学校、附属久里浜特別支援学校

【合計 11 校】

8. 学生宿舎

学生宿舎は、学生に良好な勉学の環境を提供し、自律的な市民生活を体験させることを目的として設置されています。宿舎の各居室には、ベッド、机、イス、洗面台などが備え付けられています。宿舎各棟には、それぞれの共同利用の洗濯室、補食室、トイレなどが併設されています。

宿舎の各地区（春日地区を除く）の共用棟には、管理事務室、食堂、浴場、売店、理・美容室など日常生活に必要な施設が設けられています。

【入居者数：3,491 人；個室 3,456 室、2 人部屋 269 室、世帯室 186 室】

(平成 21 年 4 月 1 日現在)



学生宿舎

環境問題と土壌

生命環境科学研究科 准教授 田村 憲司

1. 土壌とは

土壌は、かけがえのない資源であり、陸上生態系の基盤であり、陸上のあらゆる生物の生存にとって欠くことができないものであると言われています。しかしながら、私たちが土壌を深く理解、認識しないばかりか、世界中で土壌の破壊、汚染等の土壌に関わる環境問題が非常に多く取りざたされています。ここでは、私たちが土壌をどのように認識して、その保全に取り組んでいったら良いかについてお話ししたいと思います。

土壌とは、地殻の表層において、岩石・気候・生物・地形ならびに土地の年代といった土壌生成因子の総合的な相互作用によって生成する岩石圏の変化生成物であり、多少とも腐植・水・空気・生きている生物を含みかつ肥沃度をもった、独立の有機無機自然体（大羽・永塚、1988）として定義されています。わかりやすくいえば、岩石や気候の影響、植生等の生物的作用、さらに地形や人為的作用によって、長い時間かかって地表にできる天然物ということができます。

上記の岩石（母材）・気候・生物・地形・時間、さらに人為を加えて、これらの土壌をつくる要因ということで、土壌生成因子と呼びます。この土壌生成因子の違いや組み合わせの仕方、作用の強弱によって、さまざまな種類の土壌が生成されるのです。

土壌は、土壌の材料となる岩石（母岩）が風化作用と土壌生成作用を受けて土壌となります（図1）。土壌生成作用というのは、生物が存在してはじめて

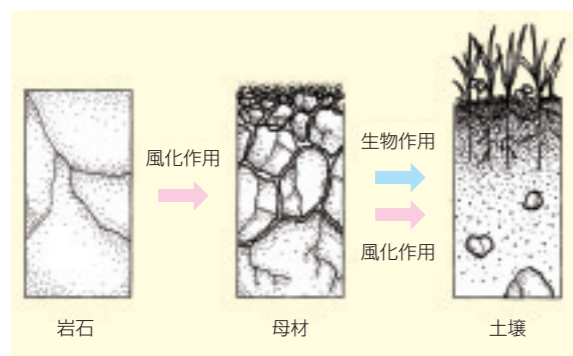


図1 土壌のでき方⁽¹⁾ (原図 浅野真希)

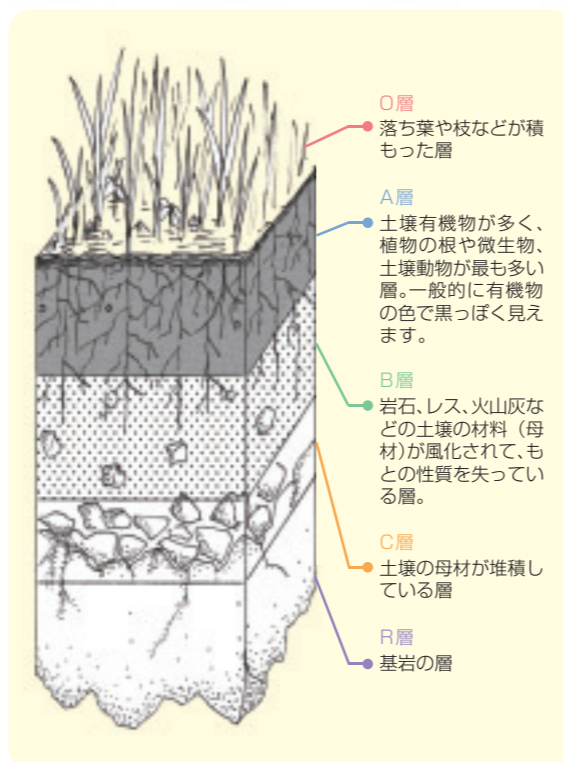


図2 土壌断面の形態⁽²⁾ (原図 浅野真希)

進行する作用で、母材から土壌が生成されるときにみられる作用です。土壌生成作用にはさまざまな作用があり、その作用の違いで生成される土壌が異なってきます。土壌の違いは土壌断面の形態の違いとなって現れます。土壌断面は土壌層位と呼ばれる層状の構造を形作っていて、独自の形態をもっています。図2に土壌断面形態を模式的に示しました。主な層として、O層、A層、B層、C層があります。O層とは、落葉の積もった有機質の層です。森林で厚く発達します。A層は、表層あるいはO層直下の無機質層で、有機物が集積した層です。一般に表土とは、このO層とA層を指します。B層とは、A層の下の通常、褐色の下層土をいいます。また、C層は母材の風化した風化層で、生物の影響がほとんど無い層のことです。このように、土壌を土壌特有の形態（土壌断面形態）をもった自然体として見たときに、土壌体といい、その一部を取り出してみたときに土壌物質といって区別します。土壌学において土壌といったときには、この土壌体を意味します。一般の人々にとっては、土壌は土壌物質としての認

識しかありません。土壌を土壌体として認識して、はじめて土壌の分類ができます。すなわち、土壌断面の形態の違いによって、土壌が分類（同定）され得ます。また、土壌がどのようにしてその場所に生成されたかがわかるのです。表1に日本の土壌の一覧を示しました。日本の土壌は、新しい統一的分類体系において、10の土壌大群に分類され、さらに30の土壌群として細分されています。日本の土壌の代表的な土壌として黒ぼく土と褐色森林土を写真1、写真2に示しました。

表1 日本の統一的分類体系（第二次案）の土壌大群と土壌群
(日本ペドロジー学会分類・命名委員会、2002)

土壌大群	土壌群
造成土大群	人工母材土 盛土造成土
泥炭土大群	高位泥炭土 中間泥炭土 低位泥炭土
ポドソル性土大群	ポドソル性土
黒ぼく土大群	未熟黒ぼく土 グライ黒ぼく土 多湿黒ぼく土 褐色黒ぼく土 非アロフェン黒ぼく土 アロフェン黒ぼく土
暗赤色土大群	表層暗色石灰質土 赤褐色石灰質土 黄褐色石灰質土 暗赤色マグネシウム質土
沖積土大群	集積水田土 灰色化水田土 グライ沖積土 灰色沖積土 褐色沖積土
停滞水成土大群	停滞水グライ土 疑似グライ土
赤黄色土大群	粘土集積質赤黄色土 風化変質赤黄色土
褐色森林土大群	黄褐色森林土 褐色森林土
未熟土大群	火山放出物未熟土 砂質土 固結岩屑土 非固結岩屑土

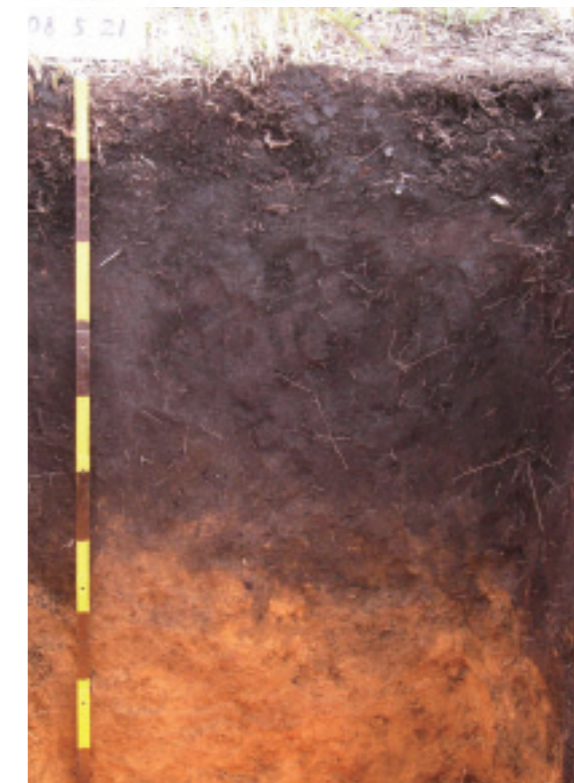


写真1 筑波大学菅平高原実験センタースキ草原の黒ぼく土の土壌断面



写真2 筑波大学農林技術センター川上演習林の褐色森林土の土壌断面

2. 土壌のはたらき

土壌には、さまざまなはたらき（機能）があり、主な機能として、「生産機能」、「分解（浄化）機能」、「保水機能」があります。生産機能とは、植物を育てるはたらきです。土壌が存在しなければ、陸上のほとんどの生物が生きていけないどころか私たち人類も生存できなくなります。地球上の68億以上の人口を支えているのは、土壌が育んだ作物だからです。分解（浄化）機能とは、植物遺体やごみなどを分解（浄化）するはたらきです。土壌中には、さまざまな土壌動物や土壌微生物が生息していて、土壌中の有機物を分解しているのです。保水機能とは、雨水を貯水するはたらきです。大都市のようなアスファルトで覆われたところでは、都市洪水が多発していますが、豊かな森林下では、たくさんの水を蓄えることができるため、森林土壌が下流域を洪水から守っているのです。

以上のようなはたらきを最大限に発揮しているのが、上述したO層とA層の表土です。表土の重要性を認識するためには、このO層、A層の認識、すなわち、土壌体としての認識が不可欠なのです。土壌にはさらに表2のような環境保全機能をもっています。これらの機能を持続させるためには、土壌体としての土壌の保全が欠かせないのです。

表2 土壌の環境保全機能
(松井・岡崎、1993)

洪水防止機能
水源涵養機能
水質・汚染物浄化機能
土砂崩壊防止機能
地盤沈下防止機能
地表温度・湿度変化緩和機能
土壌生物相保護機能
植生保護機能
埋蔵文化財保護機能
アメニティ機能
自然教育・教材機能

3. 土壌と環境問題

土壌を取り巻く環境問題には、地球温暖化や砂漠化などの地球環境問題から、重金属汚染などのような地域的な環境問題までがあり、私たち人類の生存を脅かす程の深刻な問題が多数あります。

ここ数年、毎年、モンゴル国の草原土壌の調査を行っていますが、近年の過放牧と干ばつのため、草原であったところが砂漠化して遊牧民の生活を脅かしています(写真3)⁽³⁾。今年の冬も、ゾド(雪害)



写真3 モンゴル国チョイル周辺の砂漠化した草原⁽³⁾

と呼ばれる天候が続き、600万頭から700万頭の家畜が餓死しました。直接的な原因はマイナス50℃ほどの厳しい寒さと豪雪ですが、間接的には過放牧による草原の退行と土壌の劣化があげられます。土壌の劣化には、土壌構造の破壊、圧密化と土壌の風食があります。毎年の春先の黄砂は、砂漠化した草原から発生しています。大陸の環境問題は、もはや対岸の火事ではないのです。

土壌の破壊、とくにA層の侵食は肥沃度の低下をもたらす、最終的には砂漠化に至ります。土壌A層の生成には、その有機物の年代測定より数百年から数千年かかると言われています。一度破壊された表土は、半永久的にもとにはもどりません。土壌の保全管理、持続的利用のためには、このA層土壌をど

のように保全、あるいは持続的に利用するにかかっているのです。私たちは、現在、なし崩し的に土壌を攪乱、汚染しています。大学や研究機関の土壌学の専門家によるチェックリストに基づき、日本に分布する土壌の危機的状況のランク付けによるレッドデータリストが作成されています(日本ペドロジー学会、2000)。これらの土壌の中には、石垣島カーラ岳の乾性黒色土や兵庫県などに分布している疑似グライ化赤黄色土(通称トラ斑土壌)(写真4)、北海道の高位泥炭土、沖縄県の表層グライ灰白化赤黄色土(通称フェイスチャ)などがあります。茨城県内のレッドデータ土壌には、小貝川河川敷の自然植生下の灰色低地土があります。

土壌が陸上生態系の基盤となっていることはすでに述べましたが、環境アセスメントにおける生態系の評価にとっても土壌は非常に重要な環境要素であり、地域特性を把握する上で考慮しなければなりません。土壌のレッドデータブックは環境アセスメン

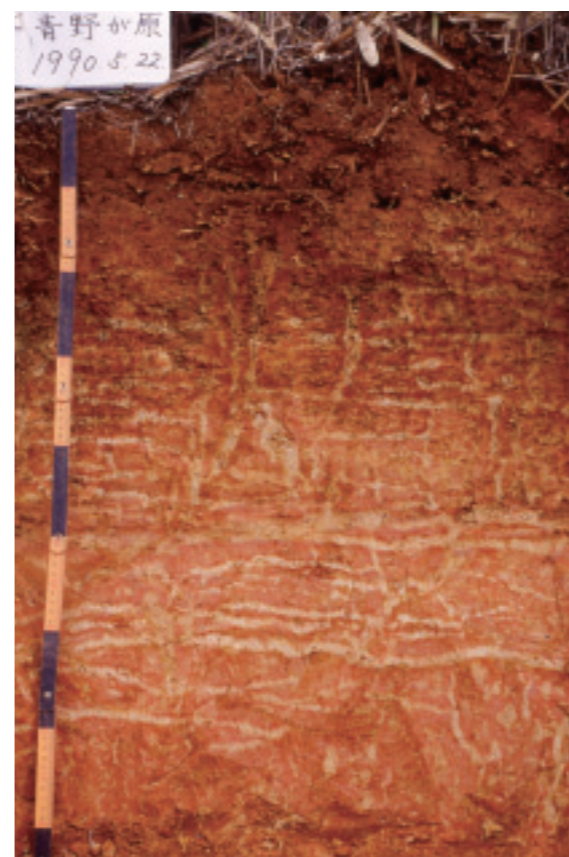


写真4 兵庫県に分布するトラ斑土壌

トの分野において、動植物のレッドデータブック同様、自然環境や自然生態系の保全のために有効に活かすことができるのです。

4. 土壌の理解と教育普及

わが国においては、初等から高等教育の現場で土壌学を学習しないで社会に出て行く人がほとんどであるため、土壌については、動植物に比べて、全くと行っていいほど認識されず、教材化もされていません⁽⁴⁾。土壌の大切さをわかってもらうことがいかに重要であるかは言うまでもありませんが、これからの世代を担う子供たちにこそ、土壌の教育、特に土と触れあう環境教育が是非とも必要なのです。

私たち、東照雄研究者グループでは、十数年前から土壌の観察会を全国各地で実施し、自然観察を主体とした環境教育野外施設を中心に、土壌の教育・普及を推進してきました(写真5)。



写真5 三宅島での土壌の観察会



また、筑波大学に全国から集まった高校生たちを対象に、「生態系における土壌の働きを探ろう〜地球温暖化と土壌生態系〜」について、普及啓発活動も行なっています（写真6、7）。さらに、小学校の先生たちを対象に学校林などを活用し、土壌を教材とした環境教育について実習を行なっています（写真8）。これらの活動を通じて、次世代の子供たちに土壌を大切に思う気持ちが育まれ、自然環境保全を重要視した社会が形成されるようになると確信する次第です。



写真6 ひらめき☆ときめきサイエンス：東照雄教授による講義風景



写真7 ひらめき☆ときめきサイエンス実習風景



写真8 神奈川県三浦市立旭小学校での土壌研修会

参考文献

1. 中村 徹編, 草原の科学への招待. (2007) 筑波大学出版会
2. 中村 徹編, 森林学への招待. (2010) 筑波大学出版会
3. 田村憲司, 藤原英司, 鳥山和伸, モンゴル高原における最新土壌研究—草原土壌の生成、劣化、回復について—. (2010) 日本土壌肥料学雑誌, 81,273-280.
4. 田村憲司, 現代土壌肥料学の断面 (17) 土壌の環境教育の普及と啓蒙. (2002) 農業および園芸, 77,618-623.



筑波大学環境報告書掲載記事の紹介(1)

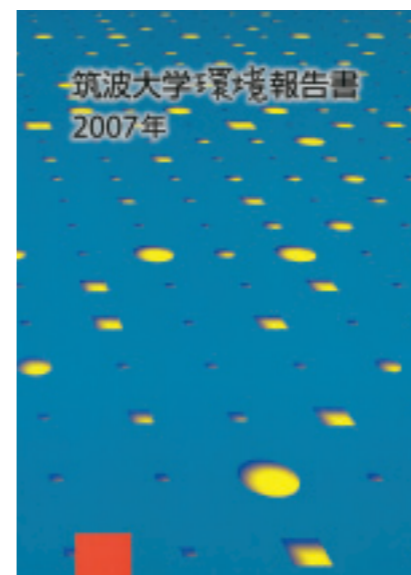
2006年 ● ● ● ● ●



新しいキャンパス交通システムとごみ問題等を取り上げました。

- 特色ある取り組み 8～15
 - 筑波大学内の交通と環境問題
 - キャンパス交通システムの概要と利用促進—
 - コラム 交通問題をテーマとした環境教育
 - 学生からみた学内ごみ事情
 - コラム 芸術専門学群と卒業制作作品
- 学内組織の取り組み 16～21
 - 農林技術センター 2005 年度 環境マネジメント 年度報告
 - 学生の環境活動団体 —環境サークルエコレンジャー—
- 教育・研究活動と社会貢献 34～40
 - 環境科学研究科の活動トピックス
 - 桜川市真壁町の伝統的建造物群保存対策調査
 - 自然地域計画とは？
 - 環境に関する協定等

2007年 ● ● ● ● ●



ひまわりからのバイオディーゼル燃料の開発、パタゴニア氷河や環境教育等を紹介しました。

- 研究・教育活動と社会貢献 26～47
 - バイオディーゼル燃料生産による循環型社会の形成
 - 筑波大学プラスチック廃棄物リサイクル
 - 身近な環境問題に正面から向き合う学生達
 - 環境教育ができる人材の育成
 - 自然学類開講の教職科目「総合演習」—
 - 地球温暖化 —南米・パタゴニア氷原からの警告—
 - 下田臨海実験センターにおける社会貢献活動

環境報告書は筑波大学ホームページに掲載されています。冊子については環境安全管理室（029-853-2106）までお尋ね下さい。

プラスチック分解菌とリサイクル

生命環境科学研究科 准教授 中島 敏明

1. モノマーリサイクル

今、世界中で持続可能な循環型社会システムの構築が叫ばれています。なかでも、プラスチックは環境中で分解を受けにくい（腐りにくい）にもかかわらず、包装やトレーなど使い捨ての商品に多く使用されているという矛盾を持っており、その再資源化技術には大きな関心が集まっています。

プラスチックのリサイクルにはいくつかの方法がありますが、なかでも、ポリマーであるプラスチックを化学的にモノマーもしくはオリゴマーに分解するモノマーリサイクルが注目されています。回収されたモノマーを原料にしてポリマー化し、新たにプラスチックを再合成すれば一次生産品と全く同等のプラスチック製品を作ることができるため、最も効果的なリサイクル方法であると考えられるからです。現在、はじめからモノマーリサイクルを考慮に入れたプラスチック製品が徐々に市場に出始めています。

モノマーリサイクルは、プラスチックの中でも特に、「生分解性プラスチック（バイオプラスチック）」の処理方法として有効です。なぜなら、現在流通している生分解性プラスチックのほとんどは、加水分解をうけやすいポリエステル仲間であるため、このエステル結合を分解すれば容易にモノマーが得られるからです。登場当初は「生分解性」を前面に押し出していた生分解性プラスチックですが、近年では植物（バイオマス）を原料にすることによって「カーボンニュートラル」としての面が強調され、焼却処理が推奨されているような風潮があります。しかし、今後の需要増を考慮すれば、植物のみに頼った生産にはおのずと限界があり、リサイクルは避けて通れないと考えるべきでしょう。

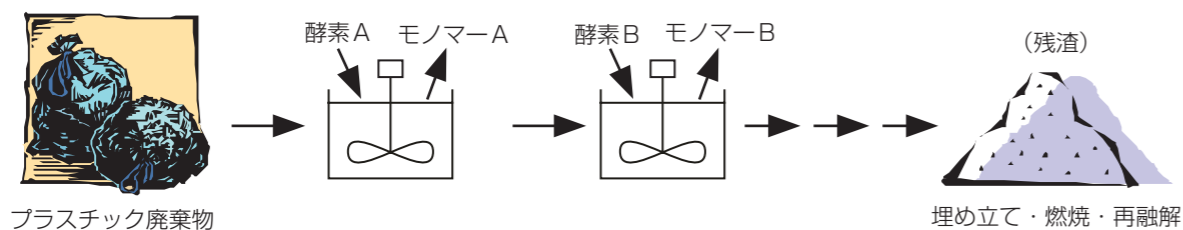


図1 酵素を用いたプラスチックのバイオケミカルリサイクル

しかし実際にリサイクルを考えた場合、生分解性プラスチックといってもいろいろな種類があるので、これらをそのまま酸やアルカリなどで加水分解を行うと、モノマーも混合物で得られてしまい、精製がたいへんです。だからといって、すべてのプラスチック廃棄物をその種類ごとに分別するには多大なコストがかかります。この問題点を解決するため、私たちはモノマー化に酵素を用いた新プロセスを提案しています⁽¹⁾。この方法では、酵素の持つ基質特異性（特定の物質にしか作用しない性質）を利用して、特定のプラスチックのみを分解する酵素をいくつか組み合わせます。これによって、混合物であるプラスチック廃棄物から、分別作業を行うことなく、高純度のモノマーを効率よく取り出すことができます（図1）。

2. プラスチックを分解する微生物

問題なのは、そういった特殊な酵素を探し出すのが困難であることです。しかし、生分解性プラスチックは、「自然界において微生物が関与して低分子化合物に分解するプラスチック」と定義されていることからわかるように、自然界において微生物の分泌する酵素によって分解されることが前提となっています。土壌中に存在する生分解性プラスチックの分解菌はグラム陽性、陰性菌と多種多様にわたっています。しかし、残念なことにそのほとんどがエマルジョン化したプラスチックを基質として分解可能でしたが、フィルムやペレット状の固体プラスチックを直接分解できませんでした。このため、固体分解能を持ったプラスチック分解酵素はポリブチレンサクシネート-*co*-アジペート(PBSA:生分解性プラスチックの一種)分解酵素等の一部を除いて、あまり知られてい

ません。その理由として、自然界における生分解性プラスチックの分解には通常の方法では培養できない、いわゆる「難培養性」微生物の関与が疑われています。

3. PHA 分解酵素の特徴

生分解性プラスチックは、市販のリパーゼやプロテアーゼなどの加水分解酵素によっても分解を受けることが知られています。しかしその分解能は極めて低く、分解には大量の酵素を必要とします。この理由のひとつは、固体を基質とした酵素反応の場合、酵素反応は基質表面のみで起こるため、基質と酵素の「出会い」の確率は水溶性基質の場合に比べて格段に低いからです。

ところが、固体プラスチックを分解する微生物を自然界から取得し、その分解酵素を調べてみると、酵素分子がプラスチック表面に積極的に付着する性質を持っていることがわかりました。これは生分解性プラスチックの一種であるポリヒドロキシアルカノエート(PHA)を分解する酵素、PHAデポリメラーゼで最初に発見されました。PHAは微生物の生産する天然ポリエステルであり、古くから生分解性プラスチックとして用いられています。PHAは本来細菌のエネルギー貯蔵物質であるため、これを分解してエネルギー生産を行う代謝系も当然存在します。このため、多くの細菌がこれを分解可能であることが知られています。

4. ポリウレタン分解菌と酵素

前項で述べたPHAは天然物であり、その分解酵素が特有の機能を持つことはむしろ当然とも言えます。それでは、他のプラスチック分解酵素は同様な性質を持っているのでしょうか？ ポリウレタンは、その構成成分であるポリイソシアネートやポリオール構造を変えることによって、多種多様な物性が得られ、発泡体、弾性体、塗料、接着剤、弾性繊維及び合成皮革などとして使用されています。これらは生分解

性プラスチックとして開発されたものではありませんが、ポリウレタンのうち、ポリオール鎖がポリエステルからなるエステル系ポリウレタンは、古くから微生物劣化を受け易いことが知られています。

私たちが分離したポリウレタン分解菌、*Comamonas acidovorans* TB-35株⁽²⁾は、固体のポリエステル系ポリウレタンを栄養源として生育可能な細菌です。この菌株由来のポリウレタン分解酵素はエステラーゼの一種であり、ポリウレタンのエステル結合を分解してモノマーを生成します。この酵素は触媒ポケット（反応を行う部分）の外周に、プラスチックに吸着しやすい疎水性のアミノ酸の集まっている部分が存在し、これが酵素をポリウレタン表面に付着させる役割を担っていると考えられました⁽³⁾。

また、同じような分解菌として *Paenibacillus amylolyticus* TB-13株という細菌も取得しました。この菌由来の酵素はポリウレタン以外にもポリ乳酸等、数種の生分解性プラスチックを分解可能でした。この酵素の分子量は約17,000と小さく、遺伝子組換え技術による大腸菌での大量生産も比較的容易でした。

5. PBSA 分解菌と酵素

さらに私たちは各種の生分解性プラスチックを基質として、分解菌のスクリーニングを行った結果、生分解性プラスチックの一種であるPBSA（ポリブチレンサクシネートアジペート）を、固体のまま強力に分解する細菌、*Leptothrix sp.* TB-71株を取得しました⁽¹⁾。この菌株は他に利用しやすい栄養源があってもプラスチックを分解し、その分解力はディスク状のPBSAを48時間以内に完全に消滅させるほど強いものでした。この菌株由来の分解酵素はエステラーゼの一種であり、PBSAをはじめとする各種生分解性プラスチックフィルムを1時間程度で分解し（図2）、分解産物としてモノマーを生じることを確認しました。この酵素は熱に強く、広い範囲のpHで働き、かつ基質特異性が明確であ

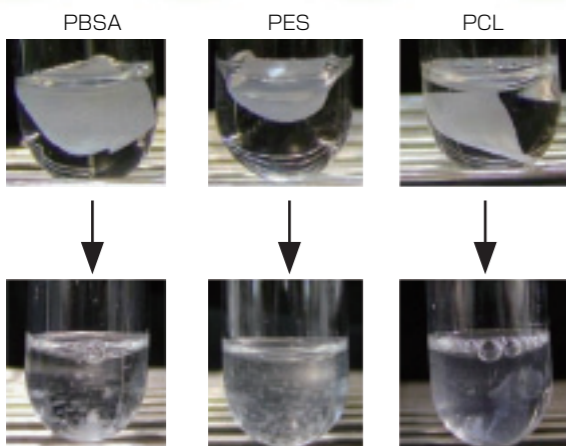


図2 *Leptothrix* sp. TB-71 株の分解酵素による生分解性プラスチックの分解

酵素 2 ユニット / ml, 30°C, 1 時間反応。
PES: ポリエチレンサクシネート, PCL: ポリカプロラクトン

るため、選択的モノマーサイクルに適しています。この酵素はこれまでに知られている、いかなるタンパクとも有意な相同性を示さない新規酵素であることが明らかになりました。現在、実用化に向けて本酵素遺伝子の分子育種による機能強化に挑戦しています。

6. ポリ乳酸分解酵素の分離

ポリ乳酸 (PLA) は生分解性プラスチックとして最も広く普及しており、近年ではバイオマスから再生産可能な環境循環型プラスチックとしても注目されていますが、土壌中における分解性が低いという問題があります。私たちは各種プラスチックを畑土壌に埋設し、その表面上の細菌数を測定したところ、生分解プラスチックと非生分解性プラスチックの間

では埋設のごく初期の段階から、その細菌数が 100 倍以上異なっている(生分解性プラスチックの方が多)ことを明らかにしています(図 3)。一方、PLA 表面の生菌数は生分解性プラスチック群(PBS、PBSA、PCL、PES)と非生分解性プラスチック群(PET(ポリエチレンテレフタレート)、PP(ポリプロピレン))のちょうど中間でした。この結果は PLA の生分解性が低いという事実と関係がありそうです。

さらに、私たちはここから PLA 分解酵素を取得するにあたって、新たな高効率スクリーニング方法を導入しました。PLA 表面から微生物ではなく DNA を直接抽出し、これを大腸菌に組み込んで遺伝子を発現させました。この大腸菌の中から PLA 分解能を得たものを探したのです。この方法はメタ(超)ゲノム

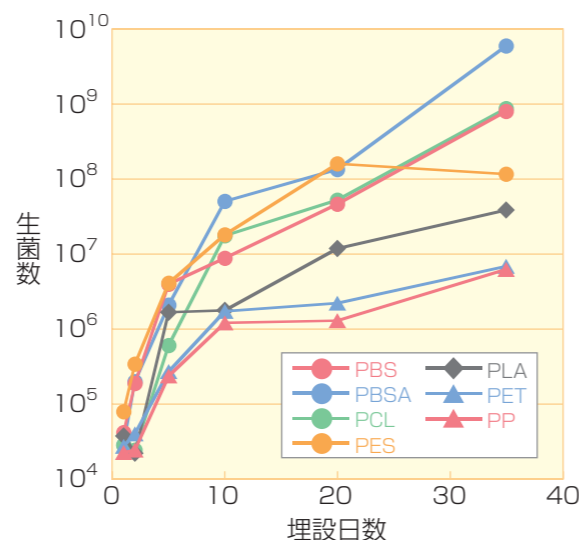


図3 土壌に埋設したプラスチック表面の微生物数の変化
畑土壌にプラスチック片(厚さ 0.5mm 直径 40mm の円板)を埋設し、表面の微生物数を計数した。

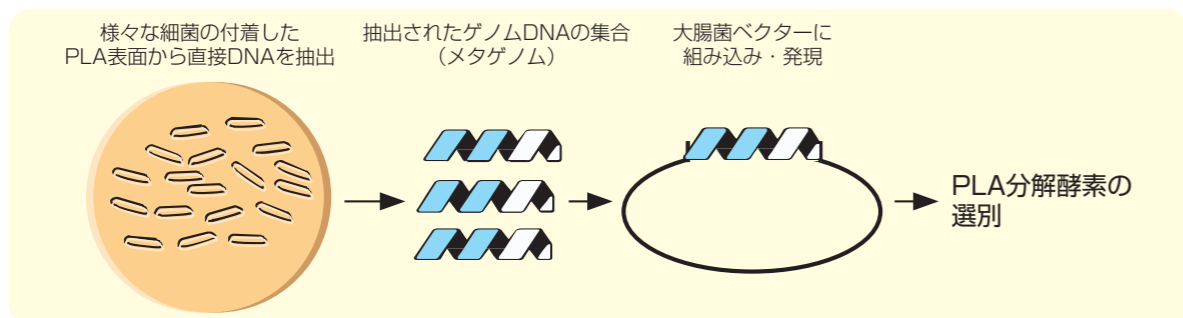


図4 メタゲノムスクリーニングを用いた PLA 分解酵素のクローン化方法

表1 メタゲノムスクリーニングによって得られた新規ポリ乳酸分解酵素

ポリ乳酸分解酵素遺伝子名	相同性の最も高い酵素	相同性(%)*
<i>plaM4, plaM5, plaM10</i>	<i>Bacillus cereus</i> ATCC10987 株由来リパーゼ (推定酵素)	48
<i>plaM7, plaM8, plaM11</i>	<i>Bacillus cereus</i> G9241 株由来リパーゼ	28
<i>plaM9</i>	<i>Bacillus cereus</i> ATCC10987 株由来ヒドロラーゼ	39

* 既知の酵素のうち最もアミノ酸レベルで相同性が高かったものと比較した。

スクリーニングと呼ばれ、培養不可能な微生物からも新しい有用酵素遺伝子を直接得ることができます(図 4)。スクリーニング源にコンポスト(堆肥)を用い、そこに埋設したポリ乳酸の表面から DNA を抽出し、メタゲノムスクリーニングを行ったところ、複数の分解酵素遺伝子を得ることができました(4)。これらのアミノ酸配列は、いずれも既知のものと同相性の低い新規遺伝子であることもわかりました(表 1)。

7. おわりに

プラスチック廃棄物は、他の環境汚染物質と異なり、それ自体に毒性があるわけではないので、その分解菌に関する研究はあまり進んでいません。これは生分解性プラスチックについても同様で、研究は主にその合成・生産のための高分子化学・材料工学の分野に偏っており、「分解」の主役である微生物や酵素に関する研究は多くありません。

酵素を用いたモノマーサイクルの実現のためには、強力な分解酵素の取得のみならず、モノマーの回収方法や酵素のリサイクル等、現時点では超えなければならない多くのハードルが存在します。しかし、今後の世界の農業生産、食糧事情を考慮すると、生産に時間のかかる植物(農産物)に頼ったカーボンニュートラルの考え方はいずれ転換を余儀なくされ、リサイクルの必要性は高まってゆくことが予想されます。

また、生分解性プラスチックは環境中への放出を前提としているにもかかわらず、自然界で実際にどんな微生物が関与し、どんな経過をたどって分解に至るのかについてはこれまでほとんどわかっていませんでした。しかし、ここ数年の分子生物学的手法

の発達で、培養不可能な微生物を含む微生物叢全体の挙動解析が可能になりました。現在、この技術を用いて生分解性プラスチック埋設土壌の微生物生態系と分解性の相関が解析されつつあり、今後生分解性のコントロールや微生物に対する生理活性を持った機能性生分解性プラスチックの開発への応用が期待できます。

参考文献

1. Nakajima-Kambe, T., Toyoshima, K., Saito, C., Takaguchi, H., Akutsu-Shigeno, Y., Sato, M., Miyama, K., Nomura, N., and Uchiyama, H. (2009) Rapid monomerization of poly (butylene succinate)-co-(butylene adipate) by *Leptothrix* sp. *J Biosci Bioeng* 108, 513-516.
2. Nakajima-Kambe, T., Onuma, F., Kimpara, N., and Nakahara, T. (1995) Isolation and characterization of a bacterium which utilizes polyester polyurethane as a sole carbon and nitrogen source. *FEMS Microbiol Lett* 129, 39-42.
3. Nomura, N., Akutsu, Y., Nakajima-Kambe, T., and Nakahara, T. (1998) Cloning and sequence analysis of polyurethane esterase of *Comamonas acidovorans* TB-35. *J. Ferment. Bioeng.* 86, 339-345.
4. Mayumi, D., Akutsu-Shigeno, Y., Uchiyama, H., Nomura, N., and Nakajima-Kambe, T. (2008) Identification and characterization of novel poly(DL-lactic acid) depolymerases from metagenome. *Appl Microbiol Biotechnol* 79, 743-750.

植物を利用した重金属汚染土壌の修復

生命環境科学研究科 教授 小林勝一郎

1. 金属による土壌汚染

重金属による土壌汚染は、大きな社会問題であり、その修復技術の確立が求められています。しかし、汚染の実態や発生要因などはきわめて複雑であり、また重金属は農薬などの有機化合物と異なり、分解されない、土壌粒子と吸着しやすい、土壌粒子（粘土鉱物、腐植など）と錯体を形成する、薄く広く分布する、さらには、複数の重金属に汚染される土壌が多いなどの特徴があるため修復が極めて困難なものになっています。

土壌汚染が問題となっている重金属として、カドミウム (Cd)、ヒ素 (As)、銅 (Cu)、水銀 (Hg)、鉛 (Pb)、クロム (Cr) や亜鉛 (Zn) などがあります。重金属による土壌汚染は多様な経路で発生し、最終的には人間の生活を脅かすもので (図 1)、その修復は複雑でいろいろな問題を含んでおり、多方面にわたって修復技術の構築が検討されています。

基本的な修復法としては、汚染地土壌の外部への搬出や外部から非汚染土壌を投入して汚染程度を低下させる物理的な方法 (客土法)、汚染土壌に化学資材を投入し重金属を可溶化して水とともに回収する方法 (化学洗浄法)、直流電気を流し電気泳動的にイオン化させて回収する方法 (電気泳動法)、ならびに植物に汚染金属を吸収させる方法 (ファイトレメデーション) などがあります。しかし、実際の汚染現場では、客土法以外はほとんど実用化されておら

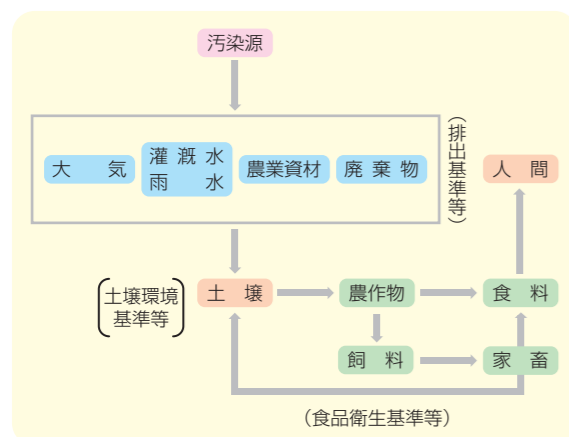


図1 重金属汚染の流れ (小野ら⁽¹⁾を一部改変)

ず、客土法も新たな土壌を農耕地へ投入することによる地力の低下や搬出した汚染土壌の処分や管理に問題がある等、多くの技術的、経費上の問題が加わるためより有効な修復技術の構築が求められています。

2. 植物利用による修復

ファイトレメデーションは、汚染土壌に生育する植物に重金属を吸収・蓄積させ、その植物を汚染地から搬出し、植物体から重金属を回収するもので、環境にもやさしい技術として注目されています (図 2)。また、植物からの分泌物や根圏微生物の働きなどによる金属の固定化を含む場合もあります。本稿では、汚染土壌で育成した植物に重金属を吸収させ、その地上部を収穫し、外部に搬出する方法について述べます。

これまでの研究によって、それぞれの重金属に耐性を示し、地上部に高濃度の重金属を集積する植物が見いだされ (表 1)、また、重金属耐性機構の解明など植物生理生化学の面ではきわめて興味深い知見が提供されています。しかし、汚染土壌の修復においては、植物にどれだけ吸収されるかが重要で、バイオマスが大きいことが求められます。

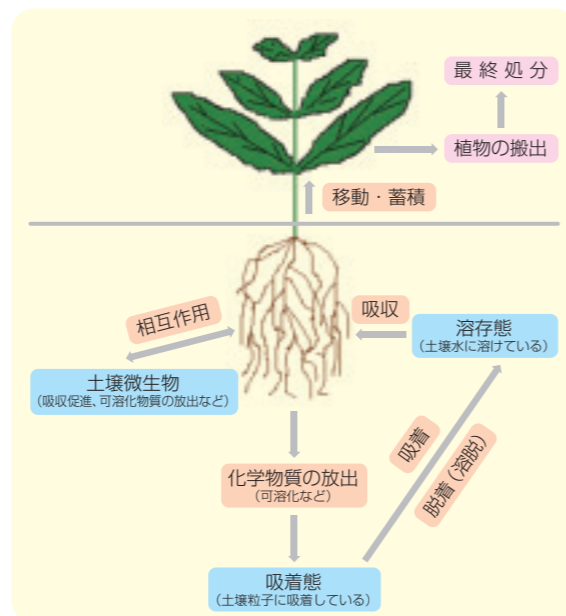


図2 土壌中における重金属の存在形態と植物利用による修復

表1 重金属集積植物 (大川ら⁽²⁾を一部改変)

金属	集積濃度 (%) (対植物乾物量)	科数	主な植物
Ni	> 0.1	37	アブラナ科、スミレ科、トウダイグサ科
Zn	> 1.0	5	アブラナ科、スミレ科
Cd	> 0.01	1	アブラナ科
Pb	> 0.1	6	アブラナ科
Cu	> 0.1	15	ナデシコ科、キク科
Co	> 0.1	11	キク科、シソ科、ゴマノハグサ科、マメ科
Mn	> 1.0	5	アブラナ科

ファイトレメデーションは、土壌中に存在する汚染物質を植物に吸収させて除染するものであり、除染物質が植物に吸収されやすい存在形態であるかが重要です。これについては、土壌水中に溶存しているものが、最も植物に吸収されやすいことが示されています (図 2)。従って、一般的に、除染の第一段階、すなわち、植物による汚染物質の吸収場面では、土壌水に溶存しているもの (溶存態) を吸収する能力が重要であると言えます。一方、土壌中における重金属は、溶存態以外に土壌粒子に吸着している (吸着態)、水に対して不溶性な化合物として存在しているなど多様な形態で存在しております。それ故に、同一の金属であっても、それぞれの土壌により溶存濃度 (量) が違うこととなり、また、各金属の特性によって存在形態が異なることとなりますので、実際の汚染現場における実用化技術の構築は、さらに困難になります。

ファイトレメデーションは、物理化学的方法と比較して、修復の効率では劣る (長期間を要する) ものの、経費や周辺への環境負荷において優れ、また、最も注目すべき点として、汚染物質を汚染土壌から確実に搬出することがあげられます。また、一方では、利用すべき植物の生育が現地環境に強く影響されることなどが問題点となります。この点から、イネのように栽培技術が確立された植物の利用が注目され、既に Cd の吸収能力の高い品種が見出され汚染水田における実用化をめざした研究が活発に展開

しています。

植物による重金属汚染土壌の修復能は、重金属の「植物体内濃度」でなく、「個体あたり (特に、地上部) の存在量 (蓄積量)」が求められますので汚染現場で実際に利用する植物の選定においては、この点を考慮する必要があります。そこで、筆者らは、重金属汚染土壌の最終処分地 (客土などにより搬出された土壌の集積地) では、たとえ修復に時間を要しても、真に土壌からの重金属の除去が求められているのでファイトレメデーションが最も望ましい方法であると考えます。また、最終処分地は周辺の農耕地などへの影響の少ない場所が多いことを考えあわせ、雑草の利用が効果的と考えています。すなわち、雑草は環境適応能が高く地上部を刈り取っても生育が継続できるなど繁殖力が高いことに加え、研究事例が少ないので今後有効な種の検出が期待されるなどの点から優れた植物群と考えられます。

土壌中における汚染物質は、基本的には溶存態として植物に吸収されますが、雑草の中には吸着態の重金属を溶存態に変化させるものがあることや、根圏微生物には、不溶性化合物を可溶化させる、あるいは植物吸収を促進させるものなども見つかっています。また、既に述べたように土壌からの重金属の除染は、植物吸収された「量」が重要ですので、現地汚染土壌の修復には植物による地域「面積」あたりの「経年的な吸収積算値」として捉える必要があります。

以上のように、重金属汚染土壌のファイトレメデーションについては多くの検討課題が残されていますが、複数の重金属を同時に修復する可能性もある環境負荷の少ない修復技術として有効であると考えられ、更なる研究の発展が期待されます。

参考文献

1. 小野真一、阿部 薫 (2007) 農用地における重金属汚染土壌の対策技術の最前線. 日本土壌肥科学雑誌 78, 323-328.
2. 大川安信、大川秀郎 (2002) 植物の機能を利用した環境の修復. 化学と生物 40, 239-244.

体感リスクから見た原位置浄化の可能性

生命環境科学研究科持続環境学専攻 田中 宏幸

1. 土壌汚染問題と法規制

土壌汚染という点、最近では、築地市場の移転先として検討されている豊洲や、茨城県神栖町の有機ヒ素の問題が有名だと思います。日本では、1990年代に入り顕在化の兆しをみせていた土壌汚染問題に対して2003年に土壌汚染対策法（土対法）が定められ、この前後から急激に土壌汚染に対する調査や対策の件数が増加しました。近年ではリーマンショックに端を発した景気の悪化や土壌汚染対策法の改正等が原因で、調査対策の件数は頭打ちになっていますが、新たな汚染問題の報道は続いており、次々と新たな課題が我々に突き付けられている状況は未だに変わりません。

いま触れた土対法は改正され、2010年4月から施行となっていますが、その内容は、土壌汚染調査の契機の拡大、汚染が判明した土地の管理方法の変更、調査業務を実施する機関や汚染土壌処理施設の管理の厳格化等が盛り込まれています。このような改正に至った理由には、非常に多かった自主調査・対策地の汚染の情報を国が把握する意向、対策方法の合理化、不適切な汚染の調査や、汚染地外に持ち出される汚染土壌の処分の防止があげられています。また、建設工事等で大量に発生する自然由来の重金属を含んだ土壌の取り扱いについても土対法の規制の対象に含まれているほか、時期をほぼ同じくして別の指針が示される等、土壌汚染に関連した行政の動きが続いています。

2. 合理的な土壌汚染の対策方法への取り組み

さて、土壌汚染の対策方法の合理化に関しては、汚染土を掘削して処理施設で処分する方法が圧倒的に多く、その反省から、今後、現地での処理が推奨されつつあります。現地処理には、掘削土をその場で加熱あるいは洗浄によって汚染物質を除去したうえで埋め戻すのと、非掘削の原位置処理があります。

私は現在、建設会社に所属しており、原位置浄化、

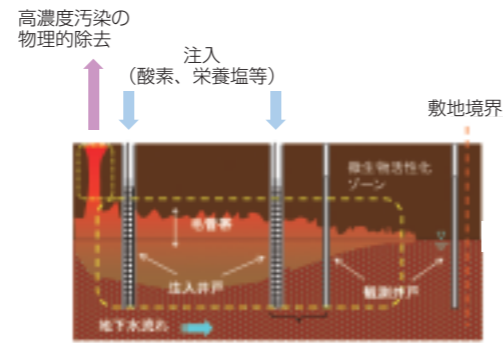


図1 原位置バイオレメディエーションの概念図



図2 バイオレメディエーションの実施状況

(a: ボーリングコア、b: ボーリングの施工状況、c: 注入井戸、d: 注入・揚水プラント)

特に微生物分解によるバイオレメディエーションを担当しています(図1, 2)。現在、バイオレメディエーションは、揮発性有機化合物(VOC)、次いで、油類への適用が主で、実績もそれなりに伸びてきています。しかし、原位置浄化やバイオレメディエーションは、地上での処理と比較すると処理能力や確実性では劣り、現行の法規制やニーズに完全には対応できない局面が多いのが実情です。現在、日本におけるほとんどの浄化工事は、土対法の指定基準、すなわち環境基準を目標として行われています。一方で、欧米ではリスク管理の概念に基づいた(リスクベース)対策が普及しています⁽¹⁾。これは、汚染サイトの個々の条件、土地利用、環境条件、周囲との関係からリスク評価に基づいた浄化目標を設定し対策を進めるものです。リスクベースの対極にあるのが、規制値で一律の管理を行うハザード管理となります。リスクベースの対策によって、掘削除去のみに頼ることなく、場合によっては、遮水壁のような地下水の敷地外拡散の防止策と地表面を舗装したり盛土をしたりすることで、雨水の浸入や汚染土壌の飛散を抑えることができるようになります。

リスクベースの対策では、住宅地、工場、駐車場等の土地の利用方法によって、浄化目標が異なるために、対策の合理化を図ることができるのですが、日本ではなかなか普及しておりません。これは、不

動産取引の担保条件に関係しており、不動産の流動化停滞の原因ともなっています。実は、土対法も表現としてはハザード管理となっておりますが、本来はリスク管理を根拠に持つものです。その土対法にも示されるような、掘削処理に頼らないような対策を採用した場合でも、不動産の取引においては支障をきたしている状況が現実なのです。このように、土壌汚染は、そのほかの環境問題と同様に、技術的、科学的な問題以外の要因とも関係しており、すぐにリスクベースの対策を普及させるのは容易ではないのかもしれない。

現在、私は、土壌環境センターでの健康リスク評価勉強会に参加しています。日本のリスク評価モデルには、産業総合研究所によるGERAS等が知られていますが、土壌汚染の実務経験者としてより使いやすいモデルを自分たちなりに作ってみようという思いから、日本での土壌汚染の健康リスク評価モデルの提案を活動の目的としています。現在、基本的な計算式の検討を終えて、操作性等の最適化の段階に差し掛かっています。

リスクベースの対策を普及させる鍵は、リスク管理の概念の普及と原位置浄化技術の発展であると私は考えています。今後、その両者について実際に自分の手でさらに力を注いでいきたいと考えています。

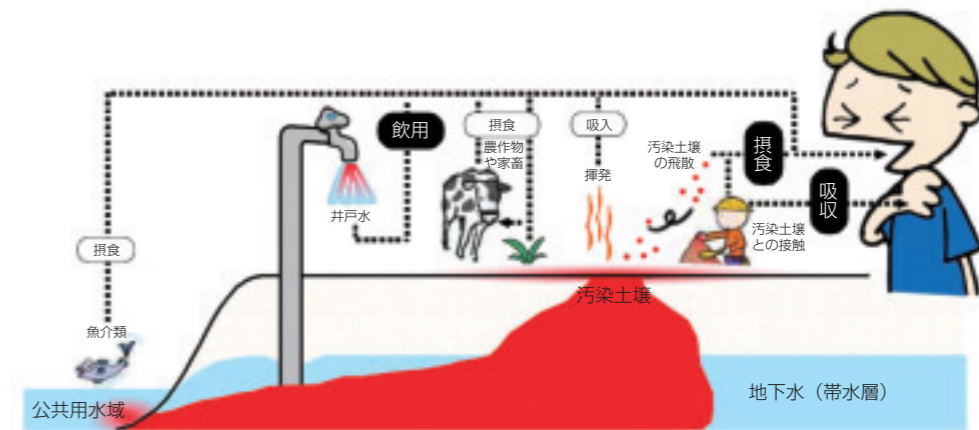


図3 土壌汚染により人が有害物質に曝露される経路

出典：環境省「自治体職員のための土壌汚染に関するリスクコミュニケーションガイドライン(案)」(土壌の直接摂取と水の飲用の経路が、土対法では考慮されている)

土壌汚染で死んだ人などいない、ということは業界関係者の口からも聞かれることのある言葉です。現在の法規制では、がんや様々な病気の発症する確率を根拠に基準値等が設定されています。しかし、例えば、神栖のような住民が訴えたためまい、あるいはアレルギーといった症状が発端となった環境問題を忘れてはいけません。こうした人体に起こる問題は、内分泌攪乱化学物質（環境ホルモン）の研究に代表されるように、メカニズム、解決法ともに、即座に答えを用意できない性格をもつ環境工学の難題ですが、これは現在の土壌汚染問題のすぐ傍に横たわっている課題でもあります（図3）。

また、予防原則の観点から科学的に導いた健康リスクの計算結果と、人間が直感的に感じるリスクには、まだギャップがあるといわれています⁽²⁾。これには私も同感で、重要な課題だと認識しています。

一方、バイオレメディエーションや原位置浄化は、ビジネスモデルとしてはまだ過渡期にあるといえます。これを打開するには、汚染や浄化のメカニズムの解明や浄化技術の革新、それから実績を積むことが必要です。私が修士課程や会社に入った頃には、バイオレメディエーションや原位置浄化が普及するとはとても思いませんでした。しかし、2000年くらいから少しずつ導入が進んで、いまでは主要な浄化技術になりつつあることには驚かされます。しかし、当初からの技術的課題はまだあまり解決されていないままで、ここまで取りあえず進んできたのではないかと反省があります。

3. 最後に～視点を改めて

少し話は変わりますが、私には、土壌浄化は医療と似ているのではと思うことが度々あります。対症療法的な対応をせざるをえない局面も多いうえ、やってみたら（地面を掘り起こしてみたら）新たな現象が明らかになるというようなことが多いのも共通しているのではないのでしょうか。

その医療の世界では、2.5人称の視点が求められているといえます⁽³⁾。これは、3人称の視点と2人

称の視点の違いを考慮し、臨床の知をうまく活用していくことで問題をうまく解決しなくてはならないというものです。つまり、科学主義に偏っているためにうまくいかなくなっているのであるならば、両者を合わせた視点で、今後を切り開いていく必要がないだろうかという問いかけなのです。専門化が進んでいる現代社会では、こうした2.5人称の視点が必要とされる局面は多いと思います。

土壌浄化等の環境修復事業は、土木工事の技術と経験に裏打ちされて成り立っており、工事ひとつずつの特異性が施工の明暗に大きな影響を与えます。うまくいくはずのものがうまくいかないこともしばしば起こり、また一方では、多少うまくいかなくても竣工までなんとか漕ぎつけなくてはならないものなのです。バイオレメディエーションや原位置浄化の研究開発だけではなく、ほかの技術の開発や、実務を経験することで、らせんのようにゆっくりと技術を進歩させることができ、また、それが社会にも受け入れられるようになるのではないかと考えています。それには時間もかかると思いますし、はたまた思うように研究が進まないとも痛感することもしばしばですが、それでもやはり研究開発、技術の革新というものを忘れずに人間生活の向上と地球環境の保全に取り組んでいきたいと考える今日この頃です。

参考文献

1. 茂野俊也、中島誠（2000）日本に根付くか？リスクベース浄化法. バイオサイエンスとインダストリー、58、735-738.
2. 内山巖雄（2005）環境リスクに関するリスクコミュニケーション 体感リスクと科学的リスクの接点を求めて. 国立環境研究所リスクセンター四季報 http://www.nies.go.jp/risk/4seasons_new/vo12no3/01.htm
3. 柳田邦夫（2002）言葉の力、生きる力. 新潮社

筑波大学環境報告書掲載記事の紹介(2)

2008年 ● ● ● ● ●



筑波山の環境問題と地球温暖化、つくば3Eフォーラム等について紹介しました。

研究・教育活動と社会貢献 26～47

- 筑波山の自然環境を知ろう！
 - 筑波山気象観測ステーション
 - コラム TXつくば駅総合案内所での山頂データの利用
 - 水質から考える筑波山の水環境
 - 環境教育の現場 -斜面温暖帯の観察-
- つくば3Eフォーラムと筑波大学の役割
- 地球温暖化問題と今後の対応について
- 地球温暖化による健康への影響
- 中国内モンゴル自治区での慢性ヒ素汚染の実態と改善
- 学生の活動 -環境サークル「エコレンジャー」-

2009年 ● ● ● ● ●



霞ヶ浦の水質改善、藻からのバイオディーゼル燃料の開発、学生の環境問題への取り組み等について紹介しました。

研究・教育活動と社会貢献 10～38

- 藻からバイオ燃料を作る
- 霞ヶ浦の水質汚濁と対策
- 霞ヶ浦とその流域の変化
- 持続環境学専攻博士課程の特色
- 第1回日中大学院フォーラム Water for Life and the Environment について
- 第5回国際会議 Interfaces Against Pollution 開催に携わって
- 食と緑の地球連携プログラムについて
- 教職員・学生の環境意識の向上に向けて
- 3Eカフェプロジェクトチームの活動
- エコアクションの活動報告

環境報告書は筑波大学ホームページに掲載されています。冊子については環境安全管理室（029-853-2106）までお尋ね下さい。

つくば市環境マイスター育成事業

1. 環境マイスター

巷に「環境」という言葉が氾濫するようになってから、もう40年は経とうとしています。はじめて頃の「環境」という言葉は、自然環境を指し、特に野生生物の保護という面が色濃く出ていたのですが、現在では、自然系だけでなく、人文・社会系まで含めた様々な分野で「環境」に関連した取り組みがなされるようになりました。筑波大学の大学院環境科学専攻は、前身の独立修士課程・環境科学研究科の設置以来、人文・社会・自然の基礎学問だけでなく、医学・工学・農学といった応用までを網羅して、総合的な「環境」という学問体系を構成し、21世紀の現代社会のニーズを先取りした慧眼であったといえます。しかし近年、「環境」という言葉は「エコ」に变身し、地球規模の問題に対する総論賛成・各論反対となったり、どうみても「技術開発」なのに「環境」関連と言い張る意識的無意識的誤解が跋扈したりと、「環境」という学問は正しく理解されなくなっていました。そもそも、筑波大学キャンパス内の緑地の維持管理、つくば市中心部の街路樹の剪定結果、つくば市郊外の緑地の管理方法などを見れば、「環境」を一側面からのみではなく、総合的に判断できる見識を身につけねばならない事がわかります。

「つくば市環境マイスター育成事業」は、主として筑波大学大学院環境科学研究科とつくば市の連携事業として2005年度から開始されました。参加し



実習風景

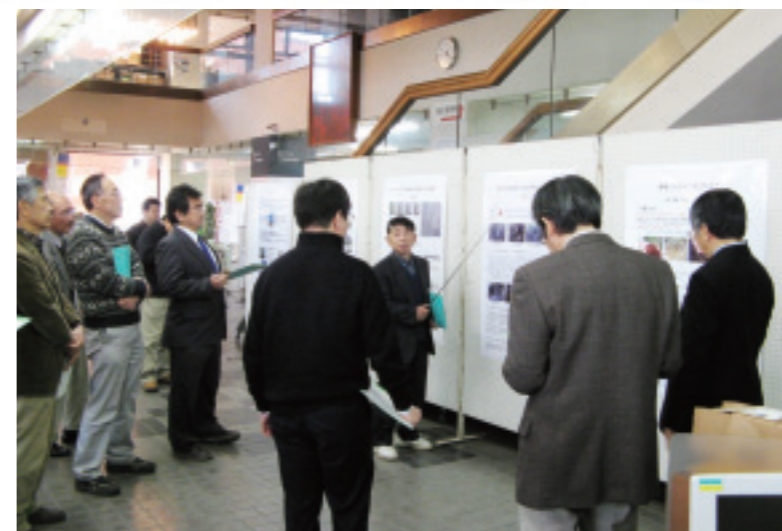
生命環境科学研究科 教授 渡辺 守

てくれる市民に対して、環境に関する正しい知識と技能を身につけてもらい、地域社会や環境教育の場において環境保全の伝道者となって頂くとするものです。したがって、単なる市民大学講座とは異なる教育システムを作り、一定の要件を満たすと「環境マイスター」という称号を授与して、環境の理解・保全活動への積極的参加を促そうとしたわけです。環境マイスターには3級、2級、1級を設けたので、市民大学講座のように1年間で終了する事は出来ません。変化の激しい現代社会においては、「環境」に関する基礎的知識や情報・技術も、年々変化し、広がっていますので、継続的に息長く習得してもらいたいと考えたからです。一方、この過程において、生命環境科学研究科の環境科学専攻と持続環境学専攻を中心とした大学院生には講義・実習の補助をしてもらい、大学にいては触れる事の出来ない異なる世代の参加者と相互コミュニケーションを取って、視野を拡大してもらえろという期待もしていました。

2. 養成講座

「環境マイスター養成講座」の授業は、原則として、筑波大学大学院生命環境科学研究科・環境科学専攻に関係した教員によって行なわれてきました。開講1年目は、半日の授業を10回行ないましたが、2年目以降は、丸1日の授業を5回行ない、それぞれの年でテーマが示されています。たとえば、筑波山の自然と文化、つくばの都市環境、筑波の水環境、等です。たいていは、午前中に座学があり、午後はフィールドでの観察や実験等の体験を行なってもらいます。

受講生の義務は、毎回のレポート提出にとどまりません。年間テーマに関するレポート提出も必要です。これらのレポート全てが審査され、一定の基準に達していると認められて、はじめて「1ポイント」が与えられます。市民大学講座との大きな違いは、このポイントを規定の数だけ貯めても、自動的に級が認定されない点です。認定されたい各級に対応し



1級認定ポスター審査会

たさらなるレポートの提出が必要で、そのレポートの審査を経た後に「環境マイスター」と認定されるのです。

認定されるためのレポート課題は、3級では、授業内容を理解した上で「環境マイスターとなってどんな活動をしたのか」というような決意表明です。しかし、2級では、少なくとも1年間の環境関連の活動に参加した結果を総括しながら、環境に関する知識の深め方と伝え方について、ご自身の体験に基づいて考察をして頂きます。ここにおいて、受講生は「受け身」では「環境マイスター」になれない事がわかるに違いありません。さらに、1級では、環境科学専攻の教員の研究室において、「環境マイスターとなって具体的に何を伝えたいのか」を頭の片隅に置きながら、1年間のつながりが要求されます。今度はレポート提出ではありません。AO判という大きさのポスターを作ったの発表です。1級認定者には、つくば市における環境行政や各種環境関連の活動において活躍してもらおう事がありますので、環境の理解をご自身で深めただけではなく、まとめたり、発表したり、質問に答えたりする力が必要です。そのためのポスター発表形式による中間報告会と本審査会であり、これらの段階を踏まねば1級は認定されません。なお、1級認定者は、環境科学専攻の教員によるリカレント教育を受けて、継続

して最新の知識を得られるようなシステムを試行中です。

3. 受講生の募集

「環境マイスター」受講生の募集はつくば市に一任されています。市では、前年度参加者に優先的に募集案内を送付した後、広報等で一般に募集するのが常です。これは、参加者に「級」を与えて「環境マイスターを育成する」事が目的のため、前年度までの参加者が級を取りやすくするための処置です。例年、市民大学講座の一種と誤解した問い合わせがあるそうですが、対応等の事務手続きは全てつくば市が担当し、丁寧に説明して理解してもらっているとの事です。

フィールド観察に使用するマイクロバスは、毎回、つくば市が提供しています。このバスの定員を考慮して、毎年の受講者の定員(25名)が決められています。例年、募集開始日の午前中で定員に達してしまい、つくば市の開催する人気講座となっているようです。

これまでの5年間で、3級がのべ22名、2級がのべ13名、1級が5名誕生しました。1級と認定されるには少なくとも4年間の受講が必要ですから、この事業に参加してきた市民の学習意欲はかな

り高いと判断されます。認定式は、毎年3月に筑波大学本部棟学長応接室で行なわれ、学長から一人ずつ認定証が手渡されます。新聞などでも報道されて、年々「環境マイスター」に対する認知度は上がってきたのですが、受講希望者が定員を遙かに超えるようになってしまい、つくば市はうれしい悲鳴を上げているようです。

4. 将来の発展

つくば市は、筑波山という地形・地質上特徴的な自然環境と、古来よりの人間の営みによって形成されてきた伝統的な里山環境の中に、科学技術の教育・研究を目的とした計画都市が共存するというユニークな市となっています。特に中心部においては新住民の出入りが激しく、環境に対する意識の差も大きく、周辺部の里山環境の住民意識とは全く異なっています。したがって、つくば市としては、自然環境の整備に力を入れつつ21世紀型都市作りを目指し、新住民と従来の住民の融合による住民参加型の地域再生を行なわねばならず、そのための人材育成プログラムの整備が急務となっていました。ここにおいて、筑波大学が持っているノウハウを存分に地域再生のために活用し、大学が自治体やNPO

法人および地域住民と一体となって取り組む環境を整備し、将来の環境の指導者となるべき学生を含めた地域住民の人材育成をはかっていくものとして、「環境マイスター」制度は位置づけられます。

5年経った「環境マイスター」制度は、1級認定者も出す事が出来、次なるステップへと踏み出す事になりました。つくば市では、「環境マイスター」の認定者に対するリカレント教育として、「環境アドバイザー」制度を用意し、環境に対する理解を常にアップグレードできるシステムを模索しはじめました。これを受けて、環境科学専攻では、これまでのシステムをわかりやすくまとめ、市民が参加しやすくなるようなパンフレットを作成し、つくば市民に配布しました。そして、次の5年間に向けたカリキュラムの再編成に着手しています。そこでは、一時的なつくば市民である筑波大学の学生・院生の力を発揮してもらう事も視野に入れていきます。卒業した学生が、筑波大学学長による「環境マイスター認定証」をもって全国に散らばっていくというのは、「行動する環境の伝道者」がつくば市の中にとどまらず、全国へ、そして世界へ羽ばたいていく事を意味するでしょう。「環境マイスター」は大いなる発展を秘めているのです。



環境マイスター認定証授与式

蘇れ！里山の自然

読売新聞社主催「2009 地球にやさしい作文・活動報告コンテスト」内閣総理大臣賞

生命環境学群 生物資源学類 池松 俊哉

私が里山を守りたいと考えるようになったのは、小学5年生の春に富山県自然博物館「ねいの里」を訪れたことが切っ掛けである。その時、バードウォッチングや昆虫採取を体験して、里山が自然に恵まれた素晴らしいところだと感じた。しかし一方で、過疎化や土地所有者の高齢化などにより、放置され荒廃した里山が目立つようになり、多くの動植物の生息が危ぶまれていることを知った。

「たくさんの生き物が生息する里山の自然を蘇らせたい」と思い、富山県が育成するジュニアナチュラリストとして活動を始めた。活動内容は、「ねいの里」周辺での動植物の生態調査や、里山の手入れなどである。活動を始めた9年前は、コナラやクヌギが生い茂り地表に光が届かず、動植物の多様性は失われていた。そこで、全体の30%の木々を間伐することにし、同時に下草刈りなどの里山の整備作業を行っていった。その結果、3年後にササユリを確認することができた。その後、私たちの活動を宣伝する意味も込めて「ササユリロード」や「バードマンション」などの沢山の観察場所やビオトープを設けた。

なかでも力を入れたのは、「サンショウウオの託児所」である。周辺に木道を設置し、木道と地表の間に空間を設ける工夫をした。それによって、観察が容易になっただけでなく、サンショウウオが産卵のために山と池を安全に行き来できるようになった。現在、「サンショウウオの託児所」は、年間最大80対の卵嚢が確認され、ホクリクサンショウウオの生息地としては最大規模となった。

ジュニアナチュラリスト活動を通して、私たちが工夫や努力をすれば里山の自然は再生できるということを学んだ。私たちの活動が新聞などに取り上げられ、里山の素晴らしさや大切さに気づく人たちが増えてきている。その反面、自生しているササユリを盗掘していく心無い人もいる。そのような時、活動を続けても無駄かもしれないと思うこともあった。しかし、「あっ！ササユリがなくなっている」という子どもたちの残念な声に、活動を続けてなければいけないと改めて思った。

この思いから、絶滅が危惧されているエビネやシュンランの苗を栽培して増やし、今年地域住民の方と共に里山へ移植した。一軒一軒回り呼び掛けを行った甲斐があり、30人以上がこの企画に参加してくれた。

これらの活動を継続してきた結果、今では一度消えかけたカタクリが群生し、ギフチョウの姿を見られるまでになった。嬉しさと同時に活動への意欲がさらに高まった。

荒れ果てていく里山を生命の活気溢れる里山に蘇らせることは簡単なことではない。しかし、私たち一人ひとりが里山の悲鳴に気付き行動することができれば、人間も自然の良い一員に戻れると思う。

皆で守ろう！里山の自然を。私はこれからも実践活動を続け、里山の素晴らしさや大切さを多くの人々に伝え守っていききたい。

菅平高原実験センターにおける 社会貢献活動

生命環境科学等技術室 山中 史江

1. はじめに

菅平高原実験センターは、本州中央部の標高約1,300mに位置し、山地を対象にした研究教育施設としては国内随一の規模を誇る施設です。35ha（東京ドーム約7.4個分）の敷地内には、実験地として草原、アカマツ林、夏緑広葉樹林が広がり、また、約200種類の木が観察できる樹木園も備えています。

以前から研究活動と並行して一般向けの教育活動にも力を注いできた本センターですが、一般の方の自然への関心の高まりや、地域に根差した高等教育機関としての期待に応えるべく、近年社会貢献活動の取り組みを一層強化しています。以下にこれまでの活動事例を具体的に紹介します。

2. 自然教育活動

本センターは自然教育を担う機関として地元を中心に認知され、以前から様々な場面で地域の方々と協力してきました。例えばこれまでに地元小中学校の授業の一環として、バードウォッチングや雪上に

残された動物の足跡観察をしたり、玉ねぎの細胞を電子顕微鏡で観察したり、遺伝子組み換え実験をしたりするなどの実習を行ってきました。また、上田市（旧真田町）教育委員会が主催する科学教室で土壌動物の観察を行ったり、上田市が主催する高齢者向けの講座で細胞の観察を行ったりするなど自治体との連携も行ってきました。その他、上田市内の自治会の依頼を受けて昆虫の出前講座を行ったり、樹木園で市民団体の自然観察会を行ったりと、いろいろなニーズに合わせた活動を行うことで自然科学の普及に努めてきました。

また、近年、国内随一の山地研究施設として注目されていることから、長野県外からの依頼も増加しています。これまでに茨城、栃木、埼玉、群馬の高校から、多くのサイエンス・パートナーシップ・プログラムやスーパー・サイエンス・ハイスクールのための実習や講義の要請を受けています。若者に様々な生物との出会いを通して、生物を見る目を養うと同時に生物への意識を高めてほしいと考え、本センターはこれらの取り組みに数多く協力しています。さらに、高校生物教員の研修会も広く開催しています。



小学生の総合学習

3. 施設公開

地域の方々と共に自然への理解を向上させていきたいと考えている本センターの立場を広く知ってもらおうと、2009年度より、本センターでは一般に向けた施設公開を積極的に進めています。この取り組みを通して、より多くの方々に足を運んでもらい、本センターを身近に感じてもらえればと考えています。

2009年10月、『菅平高原実験センターオープンデー』を開催し、講演、研究紹介、樹木園の休日公開、ガイドを伴った実験地の公開などのイベントを実施しました。当日は公開開始時間の直前から大勢の人が詰めかけ、一日を通して123名の方々の来訪がありました。来訪者からは「自然を観るのがさらに楽しかった」、「興味深い研究に触れることができた」という多くの喜びの声が寄せられたことから、本センターでは今後もこのような公開行事を実施していきたいと考えています。

また、2010年2月には『冬の「大明神の滝」見学ツアー』と題して実験区域内にある大明神の滝を公開し、さらにこの時期ならではの自然観察を楽しんでいただこうと、アニマルトラッキング等しながらのガイドツアーを実施しました。通常非公開の滝を見学出来るということもあり、事前に信濃毎日新聞等の報道機関に大きく取り上げられ、予想を大幅に超える問い合わせがありました。定員を当初



菅平高原実験センターオープンデー
(2009年10月4日)

2010年(平成22年)2月22日(月曜日) 28



『冬の「大明神の滝」見学ツアー』についての地元紙の報道
(信濃毎日新聞 2010年2月22日)

の60名から80名に増加させたものの、約一週間で申込みを締め切らざるを得ない状況となり、参加できなかった人からは来年も同様のツアーを企画してほしいとの声が寄せられました。参加者は県内の方が大多数でしたが、埼玉や神奈川から訪れた方もいました。当日はテレビ信州が撮影に訪れた他、信濃毎日新聞や上田ケーブルテレビも取材に訪れるなど、地元の関心の高さがうかがえました。

4. 菅平生き物通信の発行

地域の方々と本センターを結ぶ架け橋になればと、2009年8月、『菅平生き物通信』を創刊しました。この通信は年4回発行し、本センター周辺を中心とした上田市内の一部の世帯(3500世帯)と近隣市町村の公民館、図書館、教育関連施設、福祉施設等へ配布しています。紙面では植物、動物、菌類など、様々な生物に関するトピックスを毎回とり

あげると共に、本センター教員の研究紹介、活動報告、その他一般参加のイベント情報も掲載しています。

読者からはこれまでに反響が寄せられ、記事の内容についての質問や、掲載されていた植物を発見したという報告をいただくなどしています。中には分からない植物を本センターに持参して質問する方や、出前講座の問い合わせを下さる方もあり、この通信を通して、地域の方とのつながりが一層密接になったように感じます。今後も生物の面白さを読者と共感できるような紙面作りを心がけ、本センターをより多くの方に利用していただけるよう目指していきたいと思っています。

5. 高校生対象公開講座

本センターでは、1995年より毎年夏に高校生対象の公開講座を開催しています。例年全国から生物好きの高校生が集まり、敷地内にある草原・森林・樹木園をフィールドとしてさまざまな実習を体験します。土壌動物や微生物を観察したり、草原の植物を調べたり、キノコを採集したりと、生徒は野外と実験室を行き来して多くの課題に取り組みます。また、走査型電子顕微鏡で微小な動物を観察するなど高校ではなかなかできない体験もでき、初めて出会う生物に目を輝かせながら、疑問に感じたことを教員や大学院生に盛んに質問する生徒の姿が毎年印象的です。本センターでは生徒達の学ぶ意欲を後押し



高校生対象公開講座

し、教職員及びティーチングアシスタント全員が丸となって生徒達のサポートにあたります。受講生の中には本講座をきっかけに、生物をより深く知りたいという思いを強め、筑波大学生物学類や生物資源学類へ進学する生徒も多数います。

6. ナチュラリスト養成講座

2010年度筑波大学社会貢献プロジェクトの助成を受け、本センターでは『ナチュラリスト養成講座』を旗揚げします。これは高校生以上の一般の方を対象とした講座で、受講者には自然を科学的に観察してそれを他者に伝える技術を身につけてもらい、自然ガイドとして活躍できるよう養成することを目的としています。講座修了者にはその後本センター主催の自然観察会等に関わってもらい、将来的には本センターを活用した自然教育・ガイドツアーの企画や運営を担ったり、本センター教員と共同で自由研究を行ったりするなど、自発的に活動してもらう予定です。2010年5月に受講者の募集を行います。本センターではやる気と元気あふれる方々の今後の活躍に大きく期待しています。

7. おわりに

社会に開かれた教育機関としての大学の役割が日増しに高まる中、本センターではできる限りそのニーズに応えたいという思いから、これまで様々なイベントを企画したり、取り組みを行ったりしてきました。その中で特に2009年度に行った施設公開では、多くの方々の声を聞くことができ、いかに地域における大学の貢献が強く期待されているかを改めて肌で感じています。本センターはこれからも、子供からお年寄りまで、自然をもっと知りたいと思っている方々、自然の面白さにこれから出会う方々など、多くの人達と共にある施設でありたいと考えています。この地域と共にさらなる発展を目指して、今後も活動を継続していきたいと思ひます。

つくばエコシティ推進グループの取り組み(1)

生命環境科学研究科 教授
つくばエコシティ推進グループ長 井上 勲

本学では、つくば市など地域社会との連携協力を進める「つくば・地域連携推進室」の下に「つくばエコシティ推進グループ」を置き、環境都市構築のための諸課題や学内の環境改善に取り組んでいます。総合大学である強みを生かし、環境保全、都市基盤、教育・文化、国際化、健康等様々な分野の若手教員が構成員となって、取り組みの提案や実証実験を行っています。その活動を紹介します。

❖つくばエコシティ推進グループ賞 2009

3月17日、「つくばエコシティ推進グループ賞 2009」の表彰式及び発表会を開催しました。この賞は、筑波大学つくば・地域連携推進室つくばエコシティ推進グループが2008年度に設けたもので、公募で採択された環境負荷低減の取り組みやアイデアを具体的に実施していくことで、省エネやCO₂削減を推し進め、同時に、教職員、学生の環境意識の向上に資することをめざしています。

今回は、最優秀賞1件、優秀賞1件、グリーン賞4件を選出し、間伐材(杉)で作った特性の「楯賞状」を授与しました。

最優秀賞：社会・国際学群国際総合学類1年 牧瀬 翔麻
「筑波大学環境向上計画」

優 秀 賞：人文・文化学群人文学類1年 金岡 孝浩
「天の川クリーンプロジェクト」

グリーン賞

- 3E cafe プロジェクトチーム：社会・国際学群国際総合学類4年 山本 泰弘
「筑波大学新生活応援ポータルサイト」
- 生命環境学群生物資源学類3年 上原 拓也
「子供の心にエコの芽を！～次世代エコシティ推進の担い手育成を目指して～」
- 理工学群工学システム学類 特別聴講学生 イ・ハンジュン
「エレベーター電力工夫」
- 理工学群工学システム学類 特別聴講学生 イ・ハンジュン
「自転車ゴミ解決」

最優秀賞は、学生がネットワークを作り、学内の環境負荷低減を目指す「筑波大学環境向上計画」が受賞しました。副賞は、平成22年度の活動費をサポートすることになっています。表彰式では、田中敏副学長(つくば・地域連携推進室長)から、激励の言葉がありました。



間伐材を利用した表彰楯を持ち記念撮影
(後列左から4人目が田中副学長、その隣が井上教授)

(37頁へつづく)

創風楽農の活動報告

生命環境科学研究科生物資源科学専攻 藤原 宜也・折居 拓磨

1. 創風楽農とは

創風楽農（そぶらの）は、自給自足・持続的な土地利用・食育というキーワードに対して熱い思いを持ち、それを追求しているという学生が集まった学生団体で、主に耕作放棄地の開拓とその土地を用いた環境教育を行っています。

現代は大量消費社会と呼ばれ、既製品が身の回りに溢れるようになりました。そのせいか、「切り身で泳ぐ魚」や、「割り箸林」が存在すると信じている子供が増えているという報告を聞きます。このような状況下で、エコやロハスといった生き方が提案されています。かつて日本はその手本となるべき智慧を多く持ち合わせていましたが、現代の日本にその資格があるかは、疑問に値するでしょう。日本の国土が本来持つ可能性・国民性を生かした持続的な土地利用が実現出来るとするならば、それを学生の手で証明してみよう、また自然と人間が調和していたかつての美しい日本の姿を再生しようというコンセプトで活動しているのが創風楽農なのです。

このような活動をしてみたいという学生は非常に多いのですが、計画を実現するための土地を所有していないことが足かせになっているという現状があります。創風楽農は、学生が本当にやりたいことを出来る場所を提供することで、意識の高い学生の育成という一面も担っています。もちろん、無償で提供するわけではありません。耕作放棄地などを自分の力で開拓させ、作付け等の計画をきちんと作らせて初めて、その土地を利用することが出来ます。

また、自分で作った農作物、自分で作った食器や箸、自分でさばいた家畜、というように、食の原点から見直すことで、食材やその背景にある文化に対する深い理解、感謝の気持ちを地域住民と共に発信しています。食育の原点ともいえるこの活動も創風楽農の活動の一環です。

2. 創風楽農発足のきっかけ

焼き物大好きなリーダーが、焼き物の窯を作ろうと土地を探していたところ、つくばにはあまりに広大な放棄地が広がっていることに気付いたことがきっかけです。その後、やりたい事はあるが条件や環境が整っていない友人と力を合わせて放棄地を少しずつ開拓していったことで、この計画が動き始めました。

目標を据えて前進出来る仲間が集まったのをきっかけに、様々な地域貢献イベントを実行するようになりました。以下のその実例を紹介します。

3. 耕作放棄地の開拓

手がつけられず、放棄すると何も出来なくなってしまうような場所こそ、学生の若さとパワーを利用する絶好の機会です。つくば市小田の宝篋山（ほうきょうさん）のすそ野に、40年以上手がつけられない荒野が広がっています。そこを利用価値がある土地へと変えていく試みとして、地域住民と一緒に開拓・整備に挑戦しました。山麓部の開拓・整備と焼き物窯・畑の導入、機械が入れない棚田の復興、森林遊歩道の整備、新道の開通など、その土地利用は多岐にわたっています。



写真1 開拓時に苦しめられた篠という植物

4. 地域貢献と農業教育

小田地域で活動する古民家再生団体と協力し、子供たちも交えて棚田の田植えを行いました。

数か月前からスタッフが、棚田の整備・育苗等の入念な準備を行い、当日は20名の学生に棚田を再生させるべく参加して頂きましたが、肝心の子供たちをあまり集めることが出来ませんでした。春先の急激な冷え込みで苗の生育が悪く、田植え開催日が二転三転してしまったことが原因だと思われます。今後は、この失敗を生かし、農業が気候などの自然条件に左右され易いということを学んで頂くため、育苗などの準備段階から子供たちと一緒に取り組めたらと思っています。



写真2 田植え後の棚田

5. やどかり祭での間伐竹神輿

筑波大学で行われたやどかり祭にも参加しました。宝篋山の竹林を間伐整備して得た間伐竹を利用し、神輿を作製、展示を行いました。多くの学生が共感し、作製時には手を貸してくれました。土地利用の可能性を十二分に示せたのではないかと思います。



写真3 間伐竹で制作した神輿

6. 今後の予定

また今後は、宝篋山の豊かな自然、地域住民の巧みな技、知識を生かした環境教育を計画しています。具体的には小学生以下を対象に、「野菜作り体験」「料理教室」「山の植物の名前を覚えちゃおうツアー」などを計画しています。

食・農・地域の大切さを、これからも示していければと思います。



筑波大学附属坂戸高等学校における 環境教育の取り組み

筑波大学附属坂戸高等学校 校長 中村 徹
主幹教諭 石井 克佳

附属坂戸高校では、幅広い授業科目を展開する総合学科高校の特質を生かし、環境教育についても、さまざまな形で意欲的に取り組んでいます。校内、地域との連携、高大連携、国際連携など、それぞれのレベルで、環境問題と向き合っています。

1. 校内の教育活動

(1) 生物資源・環境科学系列

本校は農業科、機械科、家政科、生活科を擁する専門学科高校だったところ、平成6年に総合学科高校として改編しました。総合学科高校は、社会の進展や科学技術の進歩に対応するため、普通教育及び専門教育を総合的に施すことにより、社会の変化に主体的に対応して生涯学び続ける資質や能力を身につけさせ、社会の発展に貢献できる人間を育成することを教育目標に掲げています。このためにキャリア教育に重点を置き、生徒たちは自分のキャリアプランに応じた科目を自ら選択し、独自の時間割で授業を受けます。

総合学科では、生徒たちの科目選択に資するための共通する科目群を系列と称します。「生物資源・環境科学系列」では、人間生活を豊かにしてくれる動植物について理解し、これを利用する知識・技術を習得させ、また、生物が生育する環境を理解し、これを適切に管理・利用する知識・技術を習得させています。そして、生物資源の開発・利用・保全のために幅広く活躍できる人材を育成することを目指しています。開設している「環境創造」「農から見た環境科学」「生活と環境」「地球と環境」などの科目において、生物多様性、地球温暖化対策、エネルギー問題、食料問題、水資源、森林資源、砂漠化等をテーマに、実験実習を多く取り入れた実践的な授業を展開しています。

(2) 農場を利用した環境教育

本校の22,230平方メートルある広い農場敷地の中で農業体験や環境学習を通じた様々な活動を行っています。1年次必修科目「産業社会と人間」

では、毎年1年次生全員が菜園づくりを体験し、自分の畑で野菜を育て収穫します(写真1)。平成13年度から始まった「学校の森づくり」では、筑波大学育林学研究室と連携し、生徒達がドングリから苗を育て、クヌギやコナラの植林を行いました。現在では、武蔵野の雑木林の雰囲気再現した学校林となっています。



写真1 菜園作り体験実習

(3) エネルギー教育実践校

経済産業省資源エネルギー庁が財団法人社会経済生産性本部・エネルギー環境教育情報センターに委託し、平成14年度より3年間「エネルギー教育実践校事業」を実施しました。この事業は、全国の小・中・高等学校を対象に、エネルギー問題や地球環境問題をテーマとした学習活動を行う学校を「エネルギー教育実践校」として広く募集し、選定された学校に対しセンターが様々な支援を行っていくものです。本校も「バイオマスエネルギーの有効利用とエネルギー環境教育」を3年間の共通テーマとして、農業科・工業科・家庭科を中心に木質バイオマスの教材化に取り組みました。

2. 生徒会活動

(1) 徹底したゴミの分別

本校では、各ホームルームに分別に合せた各種ゴミ箱を設置し、生徒会指導による厳格なチェック、

再利用化に向けた取り組み、などを日常的に行っています。

(2) ボランティア清掃

本校生徒会活動の恒例行事となっており、放課後の時間を利用して生徒のボランティアにより、各学期1回学校内外の美化活動を実施しています。

(3) エコキャップ運動

平成19年度の卒業研究でペットボトルのキャップを回収し、途上国の子ども達へのワクチン接種支援活動である「エコキャップ運動」への取り組みが報告されました。生徒会生活委員会が運動を引き継ぎ、校内で回収したエコキャップをNPO法人へ寄付し、海外支援へ役立てています。

3. 校外との連携活動

(1) 高大連携

筑波大学農林技術センターの実験施設を利用した実習を毎年継続して実施しています。ここ数年は、8月中旬の八ヶ岳演習林での演習林実習に1年次生約30名が、また、8月下旬の農林技術センター(筑波地区)における野菜・果樹・畜産分野の実習に2年次生約30名が参加しています。八ヶ岳演習林では、森林の植生調査、自然観察、地域の農業見学等を実施し、筑波地区では各分野の実習に加えて、ISO14001環境マネジメントシステムについて学んでいます。

(2) サイエンスパートナーシッププロジェクト講座

科学技術振興機構が実施している事業で、文部科学省の「次代を担う人材への理数教育の拡充」施策の一環として、学校と大学・科学館等の連携により、児童生徒の科学技術、理科・数学(算数)に関する興味・関心と知的探究心を育成することを目的としています。本校は平成19年度から行っており、筑波大学教員による特別講義や森林総合研究所での森林体験活動を実施しています。



写真2 辻村准教授による特別講義

筑波大学特別講義では、辻村真貴准教授「草原の水循環」(写真2)、志水勝好講師「地球温暖化と砂漠化に挑む作物学」の講義を実施しました。また、森林総合研究所の実験林を利用し、森林の保育管理の実習、樹木の測定を通して、地域の森林や環境条件の特徴を学びました(写真3)。NPO共存の森ネットワークと連携し、学校周辺地域で森林や竹林に関わる仕事に携わる職人を相手に、聞き書きレポートを作成しました。



写真3 森林総合研究所実験林における実習

(3) 埼玉県と連携したアクションプランづくり

埼玉県教育委員会が中心となり、学校における農業教育や環境教育のアクションプランを策定しました。本校においても、環境教育、バイオマス教育の推進のため、循環型農業の実施、農業の視点からの環境教育の実施、環境に関する省エネ、節水・節電、水保全、森林や樹木の管理・保全、堆肥・植物残渣の活用などに関するプランを県と協力して作成しました。従来から、校内から出される廃棄物を利用し

た堆肥作り、有機栽培、減農薬栽培などを行い、環境に負荷を与えない農業を心がけてきました。アクションプラン策定を機に、より環境的側面を重視した持続可能な農業に取り組んでいます。

(4) 地域の小中学校への支援

平成22年度から坂戸市立南小学校児童に対して、「総合的学習の時間」における食育指導を開始します。また、坂戸市立坂戸中学校に対して、給食に本校農場産の野菜を供給し、食育における地産地消の学習に協力することとなりました。



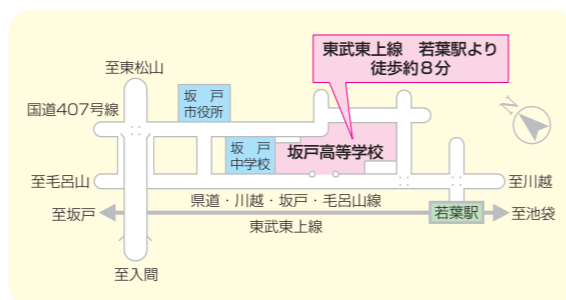
写真4 インドネシア・コルニタ高校との交流

(3) 国際農学 ESD シンポジウム

『持続的発展のための農学教育』に関する大学・関連機関の教育・研究活動の現状と果たすべき役割をテーマに、筑波大学農林技術センターと日本ユネスコ国内委員会が主催したこのシンポジウムにおいて、本校のESDに関する報告を行いました。招待講演で、文部科学省平成20年度「国際協カイニシアティブ」教育協力拠点形成事業に関する報告を本校教員が行い、ポスターセッションでは、附属学校教育局国際的視野に立った卒業研究の支援プログラムの研究成果と、サイエンスパートナーシッププロジェクトでの活動成果を7名の生徒が英語で発表しました。

(4) 青年海外協力隊現職教員派遣事業

平成20年度より2年間、JICA 青年海外協力隊現職教員派遣事業に本校教員が参加しました。インドネシア国立公園事務所に勤務し、環境教育の普及と推進、現地高校と本校との国際交流の促進に携わりました。



坂戸高等学校の周辺地図

4. 国際的な環境教育活動

(1) 国際的視野に立った卒業研究の支援プログラム

平成20年度から筑波大学附属学校教育局の支援のもと、生徒が海外を対象にした卒業研究を行う際の旅費等を支援しています。21年度は、3年次生1名が7月に「アルカリガラス栽培の節水技術開発—中国山西省大同市における視察と検証—」をテーマに中国山西省大同市環境林センターと黄土高原へ調査に行きました。また、2年次生1名が1月に「再生可能エネルギー（農作物）のバイオ燃料への転換における地球温暖化防止対策」をテーマにタイ国カセサート大学へ調査に行きました。

(2) 国際協カイニシアティブ事業

文部科学省平成20年度「国際協カイニシアティブ」教育協力拠点形成事業では、筑波大学農林技術センターと共同で「総合学科の知見を生かした農学ESD（持続的発展のための環境教育ならびに農業教育）の実践と深化」をテーマに共同研究を実施しました。21年度は、筑波大学農林技術センターの研究プロジェクトとして「高校総合学科と連携したインドネシアにおける身近なエネルギー環境教育の構築」をテーマに、インドネシアボゴール農科大学とコルニタ高校において、農林技術センターと附属坂戸高等学校で実践を重ねてきたエネルギー環境教育関連の英語教材を提供しました（写真4）。

つくばエコシティ推進グループの取り組み(2)

❖ カーシェアリング実証実験

学生・教職員を対象としたカーシェアリングシステムを導入し、マイカーに代わる公共性を持った新たな交通手段として普及を進めるため、2009年度から学内に合計4台を配置し、実証実験をスタートしました。アンケート調査などの結果、カーシェアリングシステムは環境と引き換えに利便性を失うことなく、CO₂排出量を削減できるシステムであり、持続可能な交通体系の構築に有効であると考えられることが分かりました。

利用案内

- 料金
※筑波大学の学生は、入会金（2,100円）が無料となります。月会費（2,100円）または年会費（21,000円）で4種類の利用プランがあります。詳しくは筑波大学ホームページを参照して下さい。
- 駐車場の場所
カーシェア・つくば：第一体育館前ステーション：2台
カーシェア・つくば：平砂ステーション：2台
- 使い方
「カーシェア・つくば」は、携帯電話を使って簡単に予約、利用ができます。なお、予約・利用には、あらかじめ利用申し込み・登録が必要です。

(1) 予約

パソコン・携帯電話から予約をする。

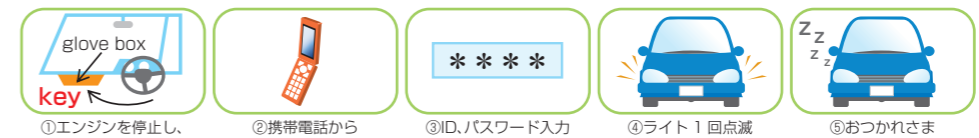


(2) 利用開始



携帯電話からID・パスワードを入力する。
車のハザードが2回点滅しドアロックが解除される。
グローボックスの中のキーを取り出しエンジンを始動させる。

(3) 利用終了



エンジンを停止しグローボックスにキーを戻す。
車から降りて携帯電話からID・パスワードを入力する。
車のハザードが1回点滅しドアロックをする。

●問合せ・利用案内

筑波大学では、「カーシェア・つくば」の運営をUPR株式会社に委託しています。カーシェアについてのお問い合わせは、企画室企画係までお願いします。

環境系専攻におけるブータン・インターンシップ

1. フィールド重視と問題解決型の教育

環境系専攻の前身である環境科学研究科は1977年に誕生しました。以来、野外科学として実習を重視し、多彩なバックグラウンドを有する学生と教員が多様な地域で、生物や水、大気、土壌というような環境の構成要素ではなく、全体を丸ごと体験することによって環境(科)学を身につけてきました。その結果、今日に至るまで多くの卒業生から評価されています。

この実習のフレームワークを形成したのが1978年に着任された「野外科学」と「KJ法」、「移動大学」、「参画社会」、「海外協力」で知られる故川喜田二郎先生(2009年没)でした⁽¹⁾。KJ法と呼ばれる発想法のアイディアは1951年に山村調査報告をとりまとめる体験から誕生したといわれています。川喜田先生はそのような学術調査の結果を報告書や研究論文の段階にとどめず、住民の「参画」による「問題解決」を重視した環境国際協力として実践されました⁽²⁾。それはデュボスの「シンク・グローバリー・アクト・ローカリー」そのものです⁽³⁾。

そのような経験をベースに環境科学研究科では北上山地安家地区などをフィールドとして実習をおこなってまいりました。1984年に川喜田先生が退職されたからは、安仁屋政武先生を中心に白神山地や白山、屋久島で幕営主体の野外実習が展開されました。その安仁屋先生も2007年に退職され、野外実習も一旦途絶えたのですが、2008年から中国とインドネシアで海外インターンシップが始まり、「環境科学実践実習」として単位も認定されることになりました。そこで2009年には、中国やインドネシアとは対照的に、九州ほどの面積で人口70万人ほどの内陸国ブータンでも実施することにしました。

2. なぜブータンでインターンシップか?

ブータンを選んだ理由はいくつかあります。やはり第1の理由はその環境特性です。生物多様性も

生命環境科学研究科 准教授 伊藤 太一

文化多様性も高く、安全です。ブータンの方々の笑顔は来訪者にとって安心感を感じさせます。第2に日本との関係として、川喜田先生のネパール調査に同行された故西岡京治先生(1992年没)がブータンにおいて環境国際協力を持続的に展開されたことが挙げられます。第3に、ブータンの提唱している国民総幸福概念GNH(Gross National Happiness)は、環境負荷が少ない持続的生活ともつながり、自殺者が年に3万人を越える日本が学ぶ点も多々あります。だから、菅直人首相はGNH概念の日本版として「最小不幸社会」実現を重視します。特に経済だけで「先進国」と「途上国」とを二分するバイアスから学生たちを解放したいという思いもありました。

第4に、ブータンでは伝統文化や適正技術を重視する中道政策を展開しています。すなわち、シューマッハの「スモール・イズ・ビューティフル」に記された「人間の顔をもった技術」や「仏教経済学」、古くは老子の「小国寡民」や「知足富者」にもつながります。それでも、丁度日本における1960年代のように、急速に人々の生活が変化し、それに伴い社会および自然環境も激変しています。そのようなありのままのブータン体験が大切と考えました。

第5に、環境負荷の少ない歩行文化の視点からはチベットとの歴史的な交易路がまだ活用されている国であるということも大切だと考えられました。環境教育の視点からも歩くことは環境意識を高めるのに最善です。第6として、国全体が国立公園のような保護地域といえるような捉え方が可能で、タリフ(関税)制度を軸とした制限観光など環境政策・計画の視点からも注目されます。

もちろん、地球温暖化など今日の環境問題キーワードからとらえても、ブータンにおける環境管理は多くの示唆を私たちに与えてくれます。とりわけ、ブータンの生態系は世界的にも多様性が高く、国立公園など保護地域に多く指定されています。さらに、チベット仏教を基軸として多様な農牧文化を持つ多くのコミュニティがあり、自給自足的な生活を営んでいます。そこでは住民参加型の保護地域管理が進められています。

3. ジグメドルジ国立公園でのインターンシップ

ブータンでは、1人1日200米ドルのタリフで滞在費の全てをまかなうという観光政策を採用しています。まずタリフをブータンの旅行代理店に送金します。そのうち65ドルが国税で遠隔地の教育や医療に使われます。医療は外国人も無料です。残りの135ドルが宿泊費、食費、交通費、ガイド料と代理店の手数料となります。このシステムについてインターンシップを通じて学べる意義がある一方で、他のアジア諸国に比して費用が高い上、3000mを超える峠も越えるため、参加者が皆無ではないかと心配を抱いておりましたが、総勢10名となりました。タリフの学割や飛行機の雨期割引を活用し費用も抑えることができました。参加者の感想は定額のタリフで、教育や医療支援までも賄えるこの方針は妥当だということでした。

インターンシップの受け入れ先であるブータンで一番大きなジグメドルジ国立公園を訪れ、その管理事務所で公園計画や管理についての聞き取りをふまえて、その中をトレッキングしながらトレイルや廃棄物の管理活動を体験してもらいました。半日歩いて到着した、公園の中にあるガサ県の中心地ガサ(写真1)にはゾン(県庁)があり、丁度奥地の氷河崩壊現場視察から戻られたゾンカーグ(県知事)からその現



写真2 生活路である吊り橋を渡るラバ

況やそれによって引き起こされた洪水による温泉の消失の対策などについてご説明を頂きました。

翌日にはさらに奥のチベットとの歴史的な交易ルートを歩き、その多様な植生やところどころにあるチオルテン(仏塔)のような文化遺産に感嘆しながらも、トレイルの管理のあり方について考えました。特に、ラバやヤクによって荷物を運搬する生活路(写真2)であるため、単なる登山道とは全く異



写真1 ジグメドルジ国立公園内ガサ地区(手前には参加者のテントが見える)



写真3 ブータン第2の町パロの週末市場



写真4 パロ郊外の水田とカカシ

なる管理が必要であることを痛感しました。

また、回収した路上のゴミの分析から、その多くが輸入されたスナック菓子などの包装で、捨てているのは住民であることが判明しました。以前はバイオマスであったから捨てても自然に戻ったため、ゴミを捨てるという意識はなかったようです。その場で焼却するというのも火を大切にす文化から抵抗があることを知りました。

首都ティンブーの郊外にもジグメドルジ国立公園の入り口があり、そこでも管理活動を体験しました。ブータンには日本の大使館はないのですが、JICA事務所があります。そこでの協力活動について概要をご説明いただきました。また、ティンブーでも空港に向かう朝のパロでも市場（写真3）を訪れブータン人の生活にもふれる機会がありました。輸入品もありますが多くの米は至る所で見られる棚田（写真4）で作られていると思われます。

4. まとめ

海外インターンシップは川喜田先生が筑波大学赴任まで13回主催された2週間単位の「移動大学」の海外版とも言えますが、とてもそれには及びません。実施時期は大学の夏休みですが、タリフの関係上あまり滞在を長くできません。また、筑波大学の夏休み期間は、ブータンでは雨期であり、交通が寸断されるため予定通りには移動できないことが危惧されました。でも、現実にはブータンではなく、成田空港が台風で閉鎖され、バンコクからの帰国便がキャンセルされるというハプニングが起きました。

一方で、野営する場合でもテントなどの運搬や設営、調理、片付けに至るまでキャンプスタッフに任せることになり、国内での実習のように自炊することはできませんでしたが、一部の学生は手伝うことによっていろいろと学んだようです。

帰国後、インターンシップ参加者は自分で決めた課題に対する英文報告書を作成しました。2010年3月にはジグメドルジ国立公園園長、その公園にあるガサ県知事、観光ガイドの方にご来訪頂き公開講演会を開催し、ブータンの課題と類似した日光国立公園を訪れてジグメドルジ国立公園やその中に住むガサ県民の今後のあり方についても検討してもらいました。今年もブータンインターンシップを実施することになり、環境国際協力の一層の展開が期待されています。

参考文献

1. 川喜田二郎（1982）環境科学はこれでよいのか。環境科学研究科年報，5，90 - 103。
2. 川喜田二郎（1974）海外協力の哲学。中央公論社。
3. ルネ・デュボス（1990）地球への求愛。思索社。

つくばエコシティ推進グループの取り組み(3)

❖ 環境負荷低減セミナー「エコドライブ教習」

環境負荷低減への意識を高めるためには、1) 知識の習得，2) 実行，3) 効果・達成感の獲得という循環を公私共に実践していくことが効果的だと考えられます。これを促すために学内でセミナーを実施することとしており、2030年までに二酸化炭素排出量を50%削減することを目標としてつくば市がかかげた「つくば環境スタイル行動計画」の実施策の一つに「エコドライブの啓発・教育・取り組み」があることから、「エコドライブ教習会」を先導的に実施しています。また、つくばの特性に合致したエコドライブカリキュラムの開発、普及員の養成、普及の推進、普及効果の把握を図っていきます。



燃費計測器を付けての実習



エコドライブの効果について話し合う参加者

❖ その他

【エコステーションの設置】

試験的に体芸エリアにエコステーションを設置し、古紙、カン、ビンなどを確実に分別収集し資源化できるよう運営します。目に留まる場所に設置することにより、資源を持ち込みやすくするとともに、ゴミの再資源化について学内の意識を改善させることが狙いです。資源売却益が得られた場合はさらなる活動等に充てることで、継続可能な運営を目指します。なお、ステーションのデザインや運営については、芸術専門学群の学生や環境問題に関心のある学生の協力を得ています。

【次世代環境教育カリキュラムの開発】

本学教員、教育委員会、小中学校現職教員、市民団体代表で構成される次世代環境教育ワーキンググループを設置し、現状調査をもとに統合型カリキュラムパッケージとしての単元計画案を取りまとめました。2010年度は試行的に、このカリキュラムを市内小中学校6校が導入します。

この他にも、学内学生を対象とした授業の検討、および一般向けの「エコ大学院」の検討も進めています。

つくばエコシティ推進グループでは、これらの取り組みを継続していくほか、駐車場緑化や公共交通利用促進など、多様な環境活動を今後も展開していく予定です。

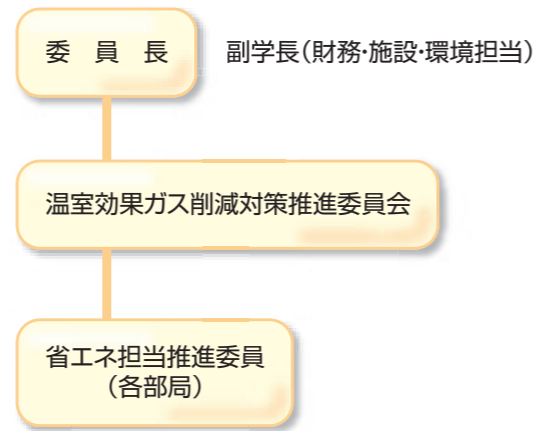
温室効果ガス排出量削減対策

1. 温室効果ガス排出削減計画

全学を対象とした温室効果ガス排出抑制等の対策として、平成19年9月に「地球温暖化対策に関する計画」策定委員会及び同策定WGを設置し、温室効果ガス削減対策の検討を開始し、平成20年3月に「筑波大学における温室効果ガス排出抑制等実施計画」と「削減計画」を策定しました(表1)。

本計画では二酸化炭素排出量の削減目標として「平成20年度から二酸化炭素排出原単位を毎年少なくとも2%削減する」こととしています。

平成20年5月にはこの実施計画に基づき「地球温暖化対策に関する計画」策定委員会を発展的に改組再編し、温室効果ガス削減対策推進委員会を設置しました。平成21年度もこの体制により削減に向けて取り組みました。



温室効果ガス削減対策組織図

表1 二酸化炭素(CO₂)排出原単位の削減目標値

項目	年度	H18 (2006)	H19 (2007)	H20 (2008)	H21 (2009)	H22 (2010)	H23 (2011)	H24 (2012)
二酸化炭素総排出量 (ton-CO ₂ /年)		67,700	70,800	68,000	66,900	65,600	64,300	63,000 (66,200)
排出原単位 (kg-CO ₂ /m ² ・年)		78.6	82.2	79.0	77.4	75.9	74.4	72.9
H19を100として 排出原単位を毎年度、 2%削減目標(%)		—	100	96.1	94.2	92.3	90.5	88.7
建物延床面積 (m ²)		861,000	861,000	861,000	864,000	864,000	864,000	864,000 (908,000)

- ・ H24の()内は平成23年度完成予定の附属病院(PFI事業)44,000m²増加を加えた数値
- ・ 二酸化炭素排出原単位 = (二酸化炭素排出量) × 1000 / 建物延床面積
(Kg-CO₂/m²・年) (ton-CO₂/年) (m²)
- ・ 削減する排出量の設定として二酸化炭素(CO₂)排出原単位として、毎年度の建物延床面積当たりの排出削減量を設定する。削減目標：平成20年度から排出原単位を毎年少なくとも2%(1,200ton-CO₂/年相当)削減とする。

2. 平成21年度の取り組み

平成21年度の二酸化炭素(CO₂)排出量の削減計画は、平成21年5月27日に開催された同委員会において、平成20年度排出原単位79.0kg-CO₂/m²・年の2%削減77.4kg-CO₂/m²・年(1,200ton-CO₂/年相当)とすることとしました。

この目標達成に向けて委員会は、二酸化炭素(CO₂)排出量削減のための方策について、審議しました。主な内容は次のとおりです(表2)。

(1) ユーザーへの働きかけ

- ・ ポスター(次頁)メールによる本学構成員への二酸化炭素(CO₂)排出量削減協力要請(冷暖房設定温度徹底、照明器具等の節電、個別冷暖房期間の短縮、旧型冷蔵庫の廃棄・更新)

- ・ 教育研究評議会で筑波キャンパス(本学全体のCO₂排出量の95%以上を占める)の前月分のエネルギー使用量・CO₂排出量を報告
- ・ 教育研究評議会終了後、本学ホームページ教職員専用ページの「重要なお知らせ欄」に、筑波キャンパスの前月分エネルギー使用量・CO₂排出量及び筑波キャンパスの各電気使用量のメーターが設置されている建物群等(以下「エリア」という。)約90箇所の電気使用量を掲載
- ・ 平成20年度に設置された⑤のエリア数力所の省エネ活動を担う省エネ担当推進委員による省エネ活動の推進
- ・ 本学のホームページに「筑波大学環境への取り組み」のページを開設し、本学の様々な環境対策への取組みをまとめて公開

表2 平成21年度の温室効果ガス削減計画

CO ₂ 排出量削減の項目	(総量) 約1,200t-CO ₂
(1) ユーザー(建物利用者)の取り組み	約300t-CO ₂
① 冷暖房設定温度の徹底 ② 照明灯の節電 ③ エレベーター使用回数の減 ④ 個別冷暖房運転期間の短縮 ⑤ 冷蔵庫、フリーザーの廃棄・更新	
(2) 設備運転改善の取り組み	約300t-CO ₂
① 空調設備の冷温水設定温度の変更 ② 機械室・電気室のファン運転時間の短縮 ③ 外灯点灯時間の短縮 ④ 中央式冷暖房運転期間の短縮	
(3) 施設・設備の改善による取り組み	約600t-CO ₂
① 耐震改修に伴う老朽設備更新 ② 外灯の更新 ③ 照明器具の更新(本部棟、武道館、共同研究棟B他) ④ パッケージ空調機の更新(プラズマ研究センター、自然系・文科系修士棟) ⑤ 蛍光灯電子安定器への更新 ⑥ 高温水、蒸気配管・バルブへの保温断熱 ⑦ 太陽光発電設備(大学会館、本部棟)	

(温室効果ガス削減対策推進委員会資料より)

CO₂削減に全学で取り組みましょう
 目標：電気使用量 2%削減
 [CO₂約 1000t分]

- ◆ 冷暖房設定温度は（冷房28℃、暖房18℃）を守りましょう。
- ◆ 冷暖房運転期間は【6月25日(木)～9月11日(金)】運転時間【9時～17時】を守りましょう。
- ◆ 研究室・執務室を5分以上離れる時は必ず消灯しましょう。
- ◆ 授業終了後は教室の消灯を忘れずにお願いします。
- ◆ 空調機をこまめに点検・掃除しましょう。
- ◆ 10年以上経過した冷蔵庫は廃棄し、省エネタイプへの更新を進めましょう。

※ 本学は、CO₂排出原単位の削減率2%削減の削減目標を設定しています。平成21年度削減計画として、CO₂を1200万削減（電気1800万、都市ガス等200万）することとしています。

(2) 施設・設備の取り組み

- 設備運転の改善(空調設備の冷温水設定温度の変更により高温水ボイラのガス消費量の削減、共同溝換気用ファン運転時間の短縮等による電気使用量の削減、大学構内の明るさに合わせた外灯の点灯時間の短縮、計算科学研究センターの空調機2台停止)
- 施設設備の改善(空調用水冷パッケージをヒートポンプに更新、キャンパスの外灯を水銀灯から電気使用量の少ないセラミックメタルハライドランプに更新、建物内の照明器具をHf照明器具に更新)

また、委員会とは別に学生、教職員の省エネルギー、環境改善の意識を高め、つくば市など地域社会と連携して学内外の環境改善を進めるために「つくばエコシティ推進グループ」等が種々の取り組みを進めています。本報告書の31、37、41頁を参照下さい。

熱源機器の設備更新

筑波地区の冷暖房は、北地区、中地区及び南地区に点在する教育・研究施設を中央機械室1ヶ所から各建物に高温水を供給する大規模集中方式により行われています。(実験室等の個別空調を除く)
 この方式は熱源を集中することによるボイラ容量が抑えられるスケールメリットや保守の容易性等がありますが、冷暖房運転時間の変更に柔軟に対応することが困難であることや、建物全体の運転となり、個別の部屋単位での運転ができないため、エネルギーの有効利用が図られないなどのデメリットがあります。

これらを検討した結果、今後の熱源機器の設備更新は「大規模集中方式からブロック別集中方式及び個別方式への転換」を推進することにしました。
 平成21年度もこの方針に従い、中央図書館にガス焚きの冷温水発生器、芸術学系棟にヒートポンプエアコンをそれぞれ設置し、中央の大規模集中方式から分離しました。
 個別空調機器の更新では、水冷式のパッケージ型空調機を、電気ヒーターを用いない空冷式に更新して省エネを図るなどの取り組みも行なっています。



冷温水発生器



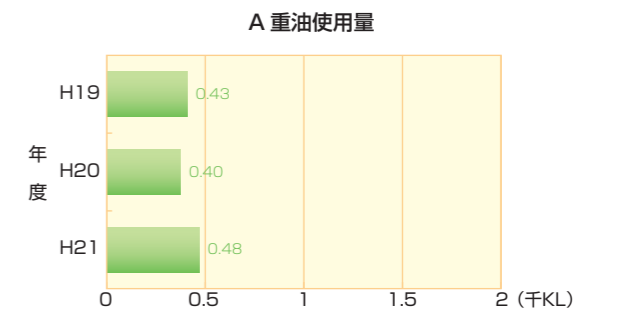
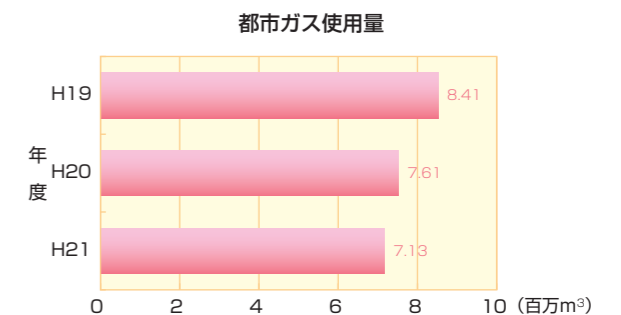
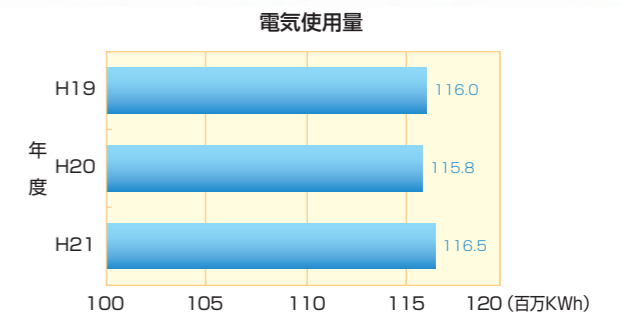
電気式ヒートポンプエアコン

3. 電気・都市ガス・A重油使用量

平成21年度の電気、都市ガス、A重油の使用量は、平成20年度と比べて都市ガスは減少しましたが、電気、A重油はわずかに増加しました。

今回は、エネルギー使用量の傾向を把握するため、それぞれの使用量を原油換算^{※1}して比較しました。平成19年度からはエネルギーの総使用量の原油換算値は少しずつ減少傾向にあります。平成21年度は建物延べ面積が3,000m²増加したにも関わらず原油換算による使用量が減少したのは省エネの取り組みの成果と考えられます。

電気使用量については一月毎に各建物群別の使用量をホームページに掲載し、増加した場合は各部署の省エネ担当推進委員が原因の分析に当たるなど継続的な削減努力をしています。



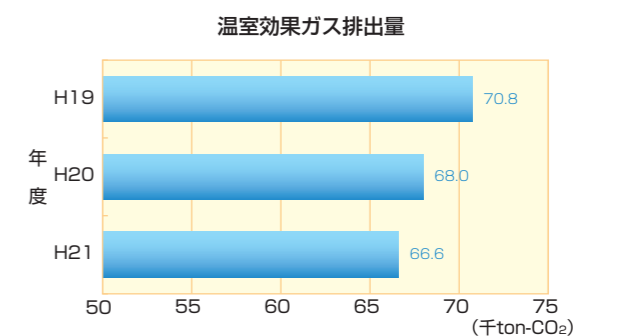
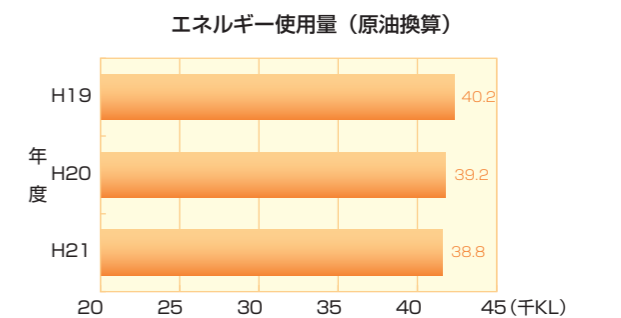
※1 原油換算値は(財)省エネルギーセンターの「エネルギー使用量の簡易計算表」を利用し、電気使用量は昼間買電で算出しています。

4. 地球温暖化ガス排出量

本学の温室効果ガス排出量削減は、電気事業者の換算係数変動^{※2}などで、取り組みの効果が見えにくくなっています。右図は温室効果ガス排出量のグラフですが、傾向を把握するためエネルギー使用量(原油換算)による比較も行ないました。

電気、ガス、重油使用量から計算で求めた平成21年度の温室効果ガスの総排出量は、右図に示すように平成20年度に比べて、二酸化炭素排出原単位で2.4%減少し、年度削減目標である2%削減を達成しました。

※2 換算係数変動: 0.425 → 0.418(t-CO₂/千kWh)



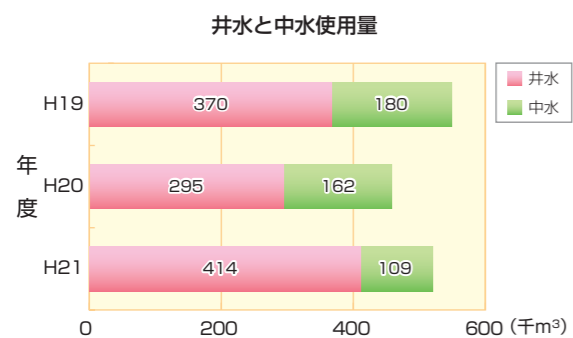
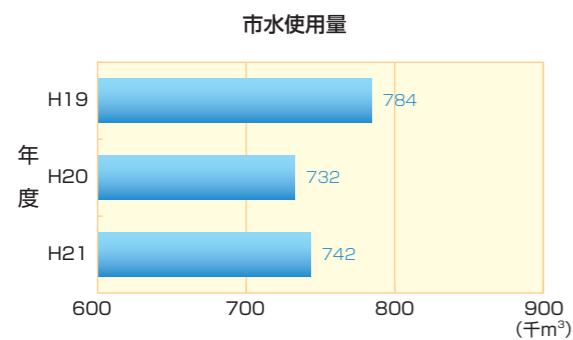
水の利用と排水管理

1. 市水・中水の利用量

市水は主に上水道として飲料用に供給しています。市水の使用量は、節水の啓発活動や便所改修における手洗いの自動水栓化を積極的に進めているため、年々減少傾向にあります。

筑波地区では、実験排水のうち3次洗浄水以降の排水を実験廃水処理施設に集めて浄化し、便所の洗浄水や、冷暖房設備等の補給水など非飲料系中水として再利用しています。中地区実験廃水処理施設の老朽化が顕著になりましたので、平成21年度に大がかりな更新工事を実施しました。そのため、11月から翌年3月までの工事期間中は実験排水の浄化ができなくなり中水の供給が不足しました。その不足分は市水や井水により補いましたので、前年度に比べ、市水は1.4%、井水は40%使用量が増加しました。

実験廃水処理施設へ流入する実験排水の水質分析は、月1回下水道法上の全項目について実施し、水銀、鉛については週2回、シアンについては週1回水質分析を実施しています。更新工事期間中は実験排水を直接公共下水道に放流しなければなりませんので、つくば市との協議により貯留槽への



流入水の分析を月1回から月2回に増やし監視を強化しました。

中水の使用量は年度によりバラツキがありますが、中央広場の池の水の補給水や散水用としても使われていますので、その年の気候にも影響されません。

排水は雨水系統と汚水・雑排水系統の2系統に分かれていて、汚水・雑排水系統は公共下水道に排水しています。

2. 排水水質規制の遵守

つくば市下水道条例に基づき、特定事業場である本学の実験室流し等から排出する排水（実験系希釈洗浄系排水）については水質測定義務があります。

法令遵守の観点から水質測定は排水と排水の処理水にあたる中水の両方について、下の写真にある分析機器などを用いて実施しています。また、各建物ごとに設置しているモニター槽においても特定の項目について水質監視を実施しています。また、年間取扱量の多いPRTR法の届出物質についても同時に排水分析を行って指定化学物質排出量の集計に活用しています。



原子吸光度計



ヘッドスペース/ガスクロマトグラフ質量分析計

平成21年度の水質測定結果(最大値~最小値)

(単位: mg/l)

項目	中地区洗浄排水	中地区処理水(中水)	医学地区洗浄排水	医学地区処理水(中水)
透視度	> 50 ~ 38cm	> 50 cm	> 50 ~ 17cm	> 50
温度	24.2 ~ 11.0℃	25.0 ~ 14.9℃	23.5 ~ 12.0℃	23.9 ~ 11.5℃
アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素	4.4 ~ 0.4	2.9 ~ 0.9	2.0 ~ 0.2	2.3 ~ 0.9
水素イオン濃度(pH)	7.5 ~ 6.9	7.2 ~ 6.9	7.2 ~ 6.9	7.2 ~ 6.8
生物学的酸素要求量(BOD)	5.1 ~ 不検出	1.2 ~ 不検出	98 ~ 20	280 ~ 不検出
化学的酸素要求量(COD)	4.2 ~ 1.9	1.4 ~ 0.8	41 ~ 6.1	25 ~ 2.5
浮遊物質量	5 ~ 不検出	1.2 ~ 不検出	10 ~ 6	2.6 ~ 不検出
ヘキサノ抽出物質含有量	不検出	不検出	1 ~ 不検出	不検出
ヨウ素消費量	不検出	不検出	17 ~ 不検出	1.3 ~ 不検出
カドミウム及びその化合物	不検出	不検出	不検出	不検出
全シアン化合物	不検出	不検出	不検出	不検出
有機燐化合物	不検出	不検出	不検出	不検出
鉛及び化合物	0.013 ~ 不検出	不検出	0.01 ~ 不検出	不検出
六価クロム化合物	不検出	不検出	不検出	不検出
ヒ素及びその化合物	不検出	不検出	0.02 ~ 不検出	不検出
水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	不検出	不検出	不検出	不検出
アルキル水銀化合物	不検出	不検出	不検出	不検出
ポリ塩化ビフェニル	不検出	不検出	不検出	不検出
トリクロロエチレン	不検出	不検出	不検出	不検出
テトラクロロエチレン	不検出	不検出	不検出	不検出
ジクロロメタン	0.043 * ~ 不検出	不検出	0.003 ~ 不検出	0.001 ~ 不検出
四塩化炭素	不検出	不検出	不検出	不検出
1,2-ジクロロエタン	不検出	不検出	不検出	不検出
1,1-ジクロロエチレン	0.003 ~ 不検出	不検出	不検出	不検出
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.001 ~ 不検出	不検出	不検出	不検出
1,1,1-トリクロロエタン	不検出	不検出	不検出	不検出
1,1,2-トリクロロエタン	不検出	不検出	不検出	不検出
1,3-ジクロロプロペン	不検出	不検出	不検出	不検出
チウラム	不検出	不検出	不検出	不検出
シマジン	不検出	不検出	不検出	不検出
チオベンカルブ	不検出	不検出	不検出	不検出
ベンゼン	0.001 ~ 不検出	不検出	不検出	不検出
セレン及びその化合物	不検出	不検出	不検出	不検出
ホウ素及びその化合物	不検出	不検出	0.2 ~ 不検出	0.24 ~ 不検出
フッ素及びその化合物	0.6 ~ 0.1	0.21 ~ 不検出	0.4 ~ 0.2	0.17 ~ 0.1
フェノール類	0.030 ~ 不検出	0.57 ~ 不検出	0.032 ~ 不検出	0.037 ~ 不検出
銅及びその化合物	不検出	不検出	不検出	不検出
亜鉛及びその化合物	0.1 ~ 不検出	不検出	0.1 ~ 不検出	0.1 ~ 不検出
鉄及びその化合物(全鉄)	0.6 ~ 0.4	不検出	0.7 ~ 0.2	0.5 ~ 0.1
マンガン及びその化合物	0.1 ~ 不検出	不検出	不検出	0.1 ~ 不検出
クロム及びその化合物	不検出	不検出	0.01 ~ 不検出	不検出
トランス-1,2-ジクロロエチレン	不検出	不検出	不検出	不検出
クロホルム	0.13 ~ 0.001	0.010 ~ 0.007	0.008 ~ 不検出	0.001 ~ 不検出
1,2-ジクロロプロペン	不検出	不検出	不検出	不検出
トルエン	0.001 ~ 不検出	不検出	0.002 ~ 不検出	不検出
m-キシレン, p-キシレン	0.001 ~ 不検出	不検出	0.005 ~ 不検出	不検出
o-キシレン	0.001 ~ 不検出	不検出	0.004 ~ 不検出	不検出

(*) 処理水は0.01mg/l以下であることを確認した。

廃棄物等排出量及び低減対策

1. 一般廃棄物の排出量

筑波大学では、紙の削減計画の一環として両面コピーの推進や2UP印刷等を奨励し、教員・職員・学生など全構成員の個々人のコスト意識の向上により節減された経費を教育研究の充実に役立てるべく努めています。

本学のゴミの排出量は、つくば市に占める割合が1割程度ありゴミ抑制方策、リサイクルの推進やゴミの分別収集など積極的に取り組むことが重要と

なっています。

低減の取り組みとしては、平成17年度からペットボトル、平成18年度からは缶、ビンの分別回収をはじめました。平成20年度からは温室効果ガス削減対策の一環として、機密書類等の焼却処理を止め製紙工場での溶解処理を導入しています。

平成19年度からの3年間の一般廃棄物に関する排出量と処分に要した経費は表1のとおりです。残念ながら平成21年度は平成20年度に比べて総量が約3%増加しました。

表1 年度別一般廃棄物処分量及び経費

種類	処分量 (kg)			対前年度増△減▼ (H21 - H20)(kg)	増△減▼の要因等	
	平成19年度	平成20年度	平成21年度			
可燃物	大学構内	2,016,130	1,879,250	1,945,950	△ 66,700	H20から機密文書は製紙会社で溶解処理を行う。
	学生宿舎	534,440	0	0	0	H20からつくば市が回収
	病院地区	770,110	741,870	757,830	△ 15,960	
	附属学校教育局	24,019	22,944	19,889	▼ 3,055	
	計	3,344,699	2,644,064	2,723,669	△ 79,605	
不燃物	大学構内	48,920	47,160	45,000	▼ 2,160	
	学生宿舎	13,610	0	0	0	H20からつくば市が回収
	病院地区	可燃物に含む	12,380	8,310	▼ 4,070	
	附属学校教育局			9,026	△ 9,026	H21から集計に加えた
	計	62,530	59,540	62,336	△ 2,796	
粗大ゴミ	大学構内	32,660	39,660	44,540	△ 4,880	
	病院地区	0	1,180	1,750	△ 570	
	附属学校教育局	0	2,000	0	▼ 2,000	
	計	32,660	42,840	46,290	△ 3,450	
ペットボトル	大学構内	27,860	20,930	17,460	▼ 3,470	
	病院地区	8,870	18,810	22,720	△ 3,910	
	計	36,730	39,740	40,180	△ 440	
缶	大学構内	32,050	23,300	19,390	▼ 3,910	
	病院地区	10,920	23,010	25,570	△ 2,560	
	計	42,970	46,310	44,960	▼ 1,350	
ビン	大学構内	19,740	7,430	7,800	△ 370	
	病院地区	3,500	6,690	9,240	△ 2,550	
	計	23,240	14,120	17,040	△ 2,920	
合計	3,542,829	2,846,614	2,934,475	△ 87,861		
金額(単位:千円)	77,580	60,399	61,486	△ 1,087		

2. 産業廃棄物の排出量

表2にあるように産業廃棄物の処分量は毎年増加しており、平成21年度は平成20年度に比べて約10%増加しました。

表2 年度別産業廃棄物処分量及び経費

種類	処分量 (kg)			対前年度増△減▼ (H21 - H20)(kg)	増△減▼の要因等
	平成19年度	平成20年度	平成21年度		
廃プラスチック・金属類	207,594	211,995	233,927	△ 21,932	
木くず	14,440	3,390	13,270	△ 9,880	
廃タイヤ	660	0	0	0	
廃自転車・廃バイク	17,470	0	0	0	
廃乾電池	1,970	1,960	2,008	△ 48	
廃蛍光灯	0	0	104	△ 104	
ガラスくず・陶磁器くず	17,062	24,695	20,695	▼ 4,000	
廃油・廃液	23,584	28,107	29,924	△ 1,817	
動物の死体	70,619	73,539	67,309	▼ 6,230	H21より動物飼料を分別し一般ゴミとした
感染性廃棄物	194,271	252,976	287,336	△ 34,360	
廃試薬	10	0	132	△ 132	
汚泥	35,496	25,660	31,858	△ 6,198	
がれき類	56	330	775	△ 445	
廃酸	11	2,479	1,941	▼ 538	
廃アルカリ	1,500	2,688	3,420	△ 732	
廃石綿等	0	0	720	△ 720	H21に新たなアスベスト対策(コラムP.51参照)
合計	584,743	627,819	693,419	△ 65,600	
金額(単位:千円)	64,490	72,919	74,150	△ 1,231	

H22.6.14 施設マネジメント室

表3に附属病院における平成21年度の産業廃棄物と感染症廃棄物の処分量を示します。

表3 平成21年度病院地区産業廃棄物・感染症廃棄物処分量及び経費

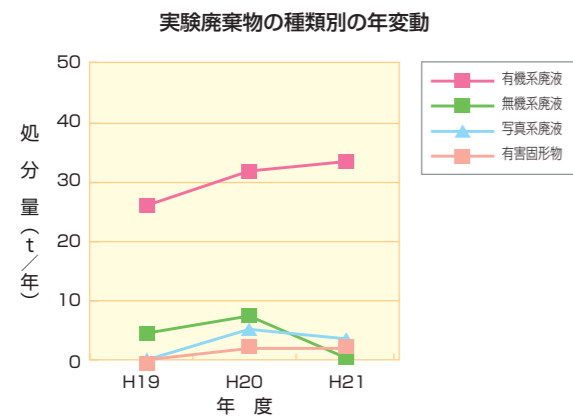
種類	処分量 (kg)	経費 (単位:千円)
(産業廃棄物)		
固形不燃物	58,370	4,028
粗大物	14,920	1,101
(感染症廃棄物)		
固形・鋭利物	281,543	61,888
液状・泥状物	5,473	838

3. 実験系廃棄物の処分状況

実験室等において発生する固体状及び液体状の有害化学廃棄物は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律、下水道法、毒物及び劇物取締法、労働安全衛生法、地方自治体条例などの化学物質関連法の規定を遵守するために、排出事業者の責任で適正に処理されなければなりません。平成21年度は、教職員・学生による実験系廃棄物の学内一括収集を57回実施し環境負荷低減に取り組みました。

平成21年度の実験系廃棄物の種類別の処分状況を最近の状況と比較しながら下図に示しました。

実験系廃棄物の適正な処分は、図に示したように、各種別ごとに回収し、学内設置の無機系廃液処理施設、又は外部の特別管理産業廃棄物処分業者により焼却等の無害化処理により行われています。



PRTR法と、茨城県条例に定められた化学物質の取扱量

(単位：kg)

	PRTR法届出化学物質						茨城県指定化学物質							
	平成20年度			平成21年度			平成21年度							
	クロロホルム	ジクロロメタン	トルエン	クロロホルム	ジクロロメタン	トルエン	アセトニトリル	ベンゼン	キシレン	アセトン	塩化水素	酢酸エチル	ヘキサン	メタノール
大気への排出量	404	173	121	761	295	98	37	13	42	234	5.1	277	297	188
公共用水域への排出量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
当該事業場における土壌への排出量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
当該事業場における土壌への埋立処分量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
下水道への移動量	0.6	0	0	4.6	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
廃棄物への移動量	2,493	1,304	2,899	4,101	1,636	1,793	459	164	106	5,558	1.41	1,736	2,825	4,682

4. PRTR法及び茨城県条例への対応

化学物質管理促進法 (PRTR法、平成11年7月13日法律第86号、平成13年4月1日施行) 及び茨城県生活環境の保全等に関する条例 (平成17年3月24日茨城県条例第9号) に基づき、PRTR法の第一種指定化学物質 (354物質) と茨城県知事の定める化学物質 (48物質) であって、平成21年度の年間取扱量が100kg以上のものについて排出量・移動量を把握しました。平成21年度において年間取扱量が100kg以上となった化学物質は以下の表に記述した11物質でした。これら11物質のうち、PRTR法の届出指定化学物質となったものは前年度と同様にクロロホルム、ジクロロメタン、トルエンの3物質でした。これらの年間取扱量は、クロロホルムが約70%増加し、ジクロロメタンは前年度とほぼ同じでトルエンは約40%減少しました。大気への排出量は、実測が困難なことから物質収支計算値として求めています。

今後ともに、大学及び地域の環境保全と実験室等の室内環境衛生のために、化学物質の取扱実態を正確に把握し、自主的な公表に努め、また対象物質の削減の推進と化学物質の適正管理の徹底に取り組んでいきます。

新たなアスベスト対策

本学における建築物のアスベスト (石綿) の対応は、平成17年に実施した「学校等における吹き付けアスベスト等使用実態調査」に基づき、含有する石綿の重量が当該製品の重量の1%を超えるものを対象に、建物数92棟、延べ面積約82,400m²、2,500室について吹き付けアスベストの除去工事を実施しました。

また、平成18年9月から施行された「労働安全衛生法施行令」及び「石綿障害予防規則」の一部改正により、石綿をその重量の「1%を超えて含有するもの」から「0.1%を超えて含有するもの」に適用範囲が拡大されました。このことを受け、該当する建物の再調査を行った結果、建物数9棟、延べ面積約2,660m²について0.1%を超えてアスベストの含有が認められました。このうち8棟、約2,370m²については平成20年9月末迄に除去工事が完了しました。

残りの1棟については、電気室であり飛散のおそれがないことが確認されていますので、大規模改修時に撤去することにしました。

更に、平成20年2月に新たなアスベスト対策として、国内で使用されていないとされていたトレモライトなどの3種類の石綿が、吹き付け材から検出されことを受け、文部科学省より石綿6種類の分析調査の徹底についての通知があり、本学も新たに分析調査が必要となった建物176棟、約83,000m²について再調査を実施、15棟約6,800m²に含有が認められました。

なお、含有が認められた建物については全室飛散していないかの目視調査、学内での説明会を実施し、平成21年度に、含有が認められた一の矢学生宿舎8棟、追越学生宿舎3棟、1A棟、4B棟及び附属駒場中高の技術工芸教室棟の除去工事を実施しました。



アスベスト除去作業



搬出状況

グリーン購入・調達の状況

1. 購入・調達の方針、目標、計画

(1) 購入・調達の方針

本学は、「国等による環境物品の調達の推進等に関する法律」（グリーン購入法）を厳守し、可能な限り環境への負荷の少ない物品の調達に努めるため、「環境物品等の調達の推進を図るための方針」を策定し、公表しています。（環境省へ毎年報告）

(2) 目標、計画

特定調達品目については、その調達目標を100%と定め、環境負荷低減に努めています。また、特定調達以外の調達に関してもエコマーク製品

の調達やOA機器、家電製品など、より消費電力が少なく、かつ、再生材料を多く活用しているものを選択するなど環境に配慮しています。

さらに、公共工事の厚生要素である資材・建設機械等の使用に際し、コスト等に留意し、環境負荷に配慮した公共工事を積極的に推進しています。

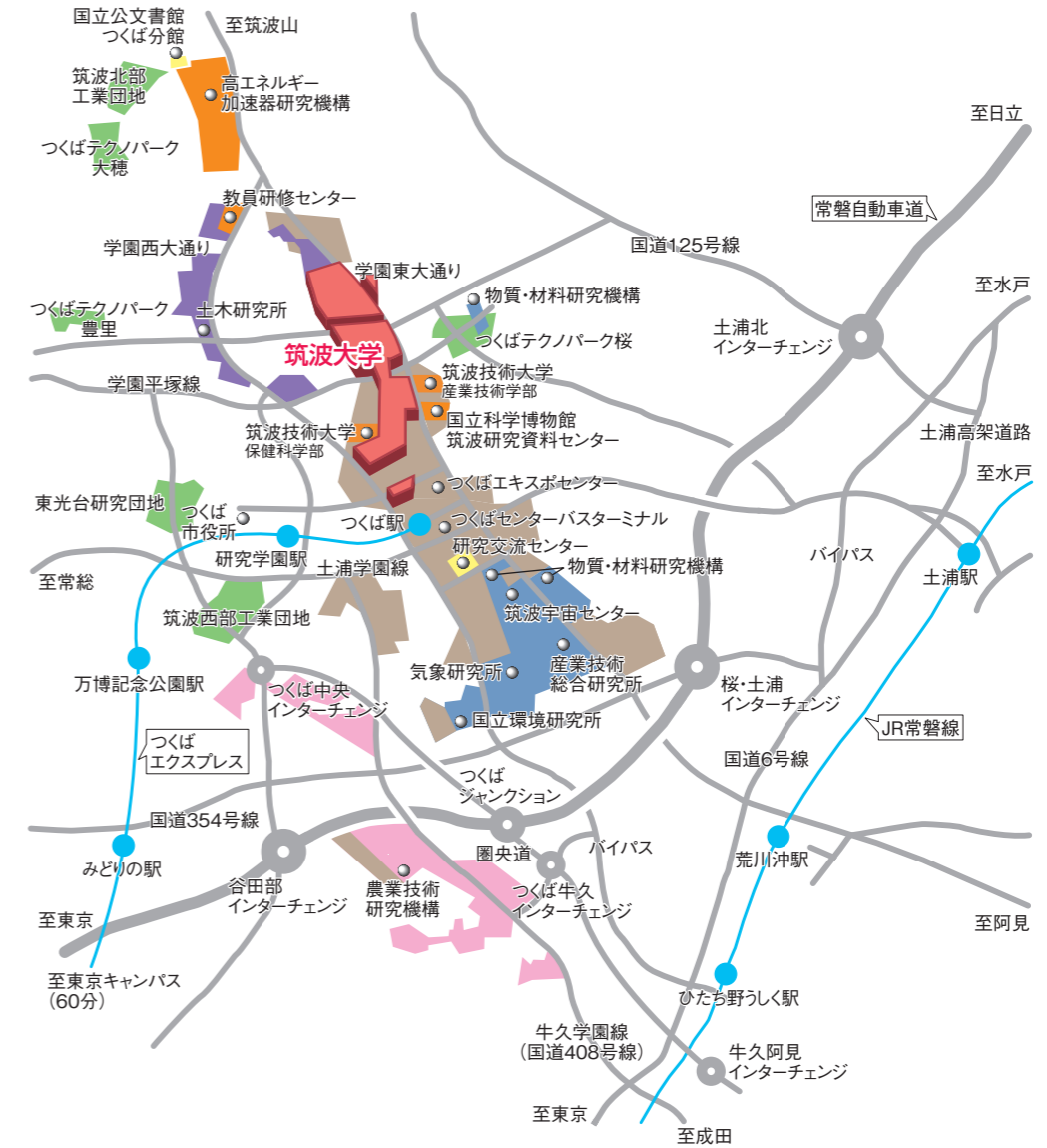
2. グリーン購入・調達の状況

本学における「年度別調達品目調達状況」を表に示します。調達達成率は、コピー用紙が87%で、その他は100%です。

年度別特定調達品目達成状況

分野	平成19年度			平成20年度			平成21年度		
	総調達量	単位	品目数	総調達量	単位	品目数	総調達量	単位	品目数
紙類	520,047	kg	8	369,312	kg	8	362,777	kg	7
文具類	651,636	件	76	477,949	件	75	650,597	件	78
オフィス家具等	5,321	台	10	4,486	台	10	10,804	台	10
OA機器	5,809	台	9	4,202	台	13	4,920	台	14
関連用品	46,039	個	5	64,292	個	5	36,803	個	5
家電製品	72	台	3	180	台	2	427	台	3
エアコンディショナー等	62	台	2	69	台	3	61	台	2
温水器等	93	台	3	37	台	3	11	台	3
照明	993	件	3	354	件	4	6,232	件	4
自動車等	2	台	2	2	台	1	2	台	1
関連用品	15	件	2	8	件	1	14	件	3
消化器	64	本	1	7	本	1	327	本	1
制服・作業服	1,130	着	2	1,410	着	2	1,664	着	2
インテリア・寝装寝具									
カーテン等	264	枚	2	188	枚	2	200	枚	2
じゅうたん等	103	m ²	3	704	m ²	2	765	m ²	1
寝具類等	107	枚	2	156	枚	3	2	枚	2
作業手袋	782	組	1	2,112	組	1	4,417	組	1
その他の繊維製品	0	枚	0	8	枚	1	2	枚	2
役務	996	件	5	1,143	件	6	997	件	7

筑波キャンパスの周辺マップ



筑波キャンパス以外の施設等の所在地

- 埼玉県 ● 附属坂戸高等学校 ● 戸田艇庫・合宿所
- 千葉県 ● 附属聴覚特別支援学校 ● 館山研修所
- 神奈川県 ● 附属久里浜特別支援学校
- 東京都 ● 附属学校教育局 ● 大学院夜間課程 ● ビジネス科学研究科 法曹専攻(法科大学院)
● 大学研究センター ● 特別支援教育研究センター ● 理療科教員養成施設 ● 大塚図書館 ● 附属小学校
● 附属中学校 ● 附属駒場中学校 ● 附属高等学校 ● 附属駒場高等学校 ● 附属視覚特別支援学校
● 附属大塚特別支援学校 ● 附属桐が丘特別支援学校 ● 東京サテライト
- 新潟県 ● 石打研修所
- 山梨県 ● 山中共同研修所
- 長野県 ● ハヶ岳演習林 ● 菅平高原実験センター
- 静岡県 ● 井川演習林 ● 下田臨海実験センター

<文章作成者>

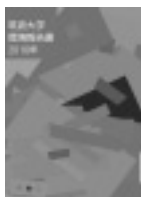
田村 憲 司	生命環境科学研究科
中島 敏 明	生命環境科学研究科
小林 勝一郎	生命環境科学研究科
田中 宏 幸	学生（生命環境科学研究科）
渡辺 守	生命環境科学研究科
中村 徹	附属坂戸高等学校・生命環境科学研究科
石井 克 佳	附属坂戸高等学校
井上 勲	生命環境科学研究科
伊藤 太 一	生命環境科学研究科
山中 史 江	生命環境科学等支援室 菅平実験センター
藤原 宣 也	学生（生命環境科学研究科）
折居 拓 磨	学生（生命環境科学研究科）
池松 俊 哉	学生（生命環境学群生物資源学類）
橋野 正 美	広報室
齊藤 忠 男	財務部契約課
前島 謙	施設部施設環境課
柏木 保 人	総務部環境安全管理課

■ 編集後記 ■

2010年度の環境報告書の研究紹介では、土壌環境問題をトピックスとして取り上げました。土壌環境学の専門家である田村憲司先生と企画を練り、ユニークな研究活動を研究者と建設現場で働く社会人学生に紹介してもらいました。また、菅平高原実験センターの社会貢献活動と附属坂戸高等学校の環境教育の取り組みも興味深い記事です。今後も他の附属学校の活動紹介を行って行きたいと思います。つくばエコシティ推進グループの活動が広がり、種々の環境対策の取り組みが学内で進んでいることが分かります。つくば市環境マイスター育成事業や海外インターンシップ活動等、地域連携と国際連携を進める筑波大学の特色が出た活動です。その他学生の自主的な活動も取り上げました。昨年度は、温室効果ガス削減計画目標である2%削減を幸い達成できました。施設部が進める施設・設備の省エネルギータイプへの変更の効果も貢献していると思います。今後は、エネルギー消費の無駄を省くユーザー側のさらなる意識改革も必要です。筑波大学環境報告書は5年目の節目となりましたので、過去4年間の報告書記事の一部を紹介しました。筑波大学のホームページでご覧いただければ幸いです。

環境報告書作成責任者
環境安全管理室長 石井 哲郎

<表紙デザイン>



唐 可 研究生
(人間総合科学研究科)
木村 浩 人間総合科学研究科
「環境」という漢字をモチーフにデザインしました。

■ 作成部署・お問い合わせ先

筑波大学総務部環境安全管理課

〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1
Tel 029-853-2106 Fax 029-853-2129
E-mail sj.kaksitu@un.tsukuba.ac.jp

この環境報告書は筑波大学ホームページでも公表しています。
筑波大学 HP アドレス <http://www.tsukuba.ac.jp>