



茨城大学
Ibaraki University

2023

環境報告書

Environmental Report 2023



■ 作成方針

本報告書は、「環境情報の提供の促進等による特定事業者の環境に配慮した事業活動の促進に関する法律（環境配慮促進法）」に準拠し、環境省の「環境報告ガイドライン 2012 年度版」を参考に作成しました。

■ 対象組織

国立大学法人茨城大学

■ 対象範囲

茨城大学水戸キャンパス、日立キャンパス、阿見キャンパス及び附属の施設を対象としました。

■ 対象期間

2022 年度(2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日)を対象としました。

■ 公表の方針

環境報告書は茨城大学のホームページで公表しています。

<https://www.ibaraki.ac.jp/disclosure/corporate/environment/>

目 次 [CONTENTS]

学長緒言

1 環境配慮のための研究活動 P 2

- 1-1 水戸市の二地域におけるネットワーク形成に関する調査研究
- 1-2 離島の持続可能な地域開発と SDGs
ー鳥羽市・答志島フィールドワークを踏まえてー
- 1-3 干し芋残渣のアップサイクルを目指した地域課題解決活動
～干し芋残渣削減プロジェクト（H2P）～
- 1-4 堆積物中におけるクラスレート水和物形成による CO2 固定の可視化研究
- 1-5 微細藻類による次世代モノづくりのための照射光波長の効果
- 1-6 福島原子力発電所の事故で発生したトリチウム処理水と環境に関する問題

2 環境コミュニケーション、社会貢献、環境に関する教育 P24

- 2-1 サステナビリティ学教育プログラム
- 2-2 水圏環境フィールドステーションにおける教育活動

3 大学概要 P30

- 3-1 組織図
- 3-2 所在地
- 3-3 土地・建物面積
- 3-4 財政
- 3-5 学生・教職員数

4 環境マネジメントシステムの概要 P33

- 4-1 茨城大学環境方針
- 4-2 グリーン化推進計画概要
- 4-3 目標と実施状況
- 4-4 マテリアルバランス
- 4-5 環境管理体制

5 環境に関する規制順守の状況 P38

6 環境負荷とその低減活動 P41

7 環境省ガイドラインとの比較 P45

学長緒言



令和5年9月29日

国立大学法人茨城大学学長

太田寛行

アフターコロナに移り、待ち遠しかった対面でのオープンキャンパスを7月22日に開催しました。今回は、「大学キャンパスからSDGsを考えてみませんか」というメッセージを掲げて、今の高校生のSDGsへの関心の高さに応える企画を盛り込みました。その背景として、本学は、国連のSDGs宣言以前から“サステナビリティ学入門”を開講し(2006年～)、“サステナビリティ学教育プログラム”(大学院、2009年～)を実施してきた実績があるからです。さらに、THE(Times Higher Education)のインパクトランキング2023では、SDGsの17ゴール中の4つで、本学が国内最高位レベルを獲得したこともいいアピール材料でした。このことを、各学部(学環)の説明会の冒頭に盛り込み、さらに、図書館1階のインフォメーションラウンジで、高校生とSDGsを語り合うトークコーナーを行いました。

さて、そのインパクトランキング2023で国内1位になったゴールは、「⑩:人や国の不平等をなくそう」です。さらに、「④:質の高い教育をみんなに」、「⑦:エネルギーをみんなにそしてクリーンに」、「⑧:働きがいも成長も」の3つでは2位になりました。一方、世界レベルで見ると、本学がトップ100位内に入ったゴールが4つあります。それらは、「①:貧困をなくそう」(=99位)、「⑥:安全な水とトイレを世界中に」(82位)、「⑭:海の豊かさを守ろう」(=99位)、「⑯:平和と公正をすべての人に」(=98位)です。

SDGsの17のゴールの中には、本学が教育研究で注力してきた「⑬:気候変動に具体的な対策を」があります。このゴールに関して、本学の順位は、残念ながら国内8位、世界では101～200位でした。このゴールを評価する4つの指標項目のスコア(カッコ内)は、高い順で「環境教育への取組」(96.7)、「低炭素エネルギー使用」(61.5)、「気候変動対策の研究実績」(45)、「カーボンニュートラルな大学に向けてのコミットメント」(36.2)でした。高スコアの2項目では、「茨城エコカレッジ」、「茨城大学グリーン化推進計画」、「茨城県地域気候変動適応センター」の取組が評価されたようです。低スコアの項目については、今後の課題です。

オープンキャンパスを振り返ると、SDGsのトークコーナーでは、よく言われるZ世代のSDGsに対する意識の高さを垣間見ました。それは高校生が発した質問です。一つ目は、ゴールに向かって、対立する意見をどう調整するか？ 二つ目は、大学としてどのゴールを先ず目指すのか？ 三つ目は、持続性と発展のバランスをどう考えるか？ です。高校生たちのSDGsに対する意識は真摯で正当なものでした。私たちのサステナビリティ学への取組も、社会的な関心の高いSDGsを正視してもう一度考えるべき節目にあると思った次第です。

最後に、高校生とのトークで、環境報告書を社会に発信する意義を再確認しました。2023環境報告書の作成と執筆に関わったワーキンググループの皆さまに感謝申し上げます。



1-1 水戸市の二地域におけるネットワーク形成に関する調査研究

調査メンバー 伊藤雅一（全学教育機構）、伊藤哲司（人文社会科学部）
胡安琪（全学教育機構）、馬場紗矢香（人文社会科学部研究アシスタント）

研究概要

水戸市では、「すべての人が安心して暮らせる多極ネットワーク型コンパクトシティ」という構想に基づき、ネットワーク化とコンパクトシティが並行して模索されています。本研究では、水戸市内の飯富地区と保和苑周辺地域の二地域に関わりながら、インターローカルなネットワークの構築に向けて調査研究を行っています。ローカルな声を反映させていくデジタル地図「語りマップ」を活用しつつ、二地域の間にある大学として、二地域と協力しつつ、ローカルなネットワークが対面／オンラインで構築されていくことを目指しています。将来的には、コンパクトシティにおける中心市街地への機能集約と並行したネットワークのモデルを提案することが期待できます。

研究の内容

1. 調査研究の背景

地方都市において、人口減少に伴うまちづくりのあり方が問われています。提唱されている1つの方向性として、コンパクトシティという、都市機能集約を目指すまちづくりがあります。水戸市では「すべての人が安心して暮らせる多極ネットワーク型コンパクトシティ」という構想に基づき、立地適正化計画が進められています（水戸市 2022）。単に都市機能を集約するだけでは、中心市街地の周辺地域を置き去りにしてしまいがちなため、ネットワークの観点が必要であると読み取れます。

現在、水戸市内の二つの地域（後述する飯富地区と保和苑周辺地域）で比較的活発に動いているのは団塊の世代の住民ですが、7年後の2030年には、その世代が80歳代になる現実があります。私たちは、調査研究の一環として、これまでの地域の系譜を踏まえつつ、今後のまちづくりのあり方について模索しています。その中で、関係者の間で、若者との対話、共同作業への参加、空き家・空き店舗等の地域資源の利活用提案など共創の重要性が認識・

共有されつつあります。将来的には、留学生を含む学生や若者も関わり、対面接触と並行して、ICTのツールを活用したコミュニケーションが活発に行われることで、少子高齢化が進む中でも「等身大の活気と賑わい」があるコミュニティを実現できることを目指しています。

2. 調査研究の観点

社会学のネットワーク分析において、マーク・S・グラノヴェッターは「弱い紐帯の強さ」(The Strength of Weak Ties) を提唱しました（グラノヴェッター 1973=2006）。社会的つながりが強固な強い紐帯（親族が親友など）に対して、弱い紐帯は、知り合いを介した知人、浅い関係の人といった社会的つながりを意味します。狭くみれば、強い紐帯の方が個々のコミュニティが強固に維持されると考えられがちですが、広くみれば、それは個々のコミュニティの断片化をもたらしているとグラノヴェッターは論じています。そして、弱い紐帯の方が個々のコミュニティ間をつなぎ（ブリッジ機能を果たし）、情報や人材の移動を円滑にしていることを明らかにしま

した。

本研究では、固有の問題や特色がある地域間をつなぐというインターローカルティを強く意識した取り組み(特定のローカルを深く掘り下げつつ、それらをつないでいく試み)の一環として、二つの地域に着目しています。以下、これまでの調査研究の概要を述べていきます。

3. 飯富地区における調査活動の経過

水戸市飯富地区(田野町、成沢町、飯富町、藤井町、岩根町、藤が原)は、古代より人々が暮らした証の古墳群がある地域です。創建 1000 年以上の神社(大井神社、藤内神社)や加倉井砂山が開いた日新塾(水戸市指定史跡)などからも長い歴史を知ることができます。那珂川、田野川、藤井川、西田川による肥沃な土地での田畑の耕作が盛んな一方、低地部分では、2019 年の台風 19 号(令和元年東日本台風)をはじめとした水害を幾度となく経験してきた地域です。

かつては茨城交通茨城線(鉄道)が走り、水戸街中やそれ以遠との人流・物流が盛んに行われていましたが、現在では少子高齢化が進み、水害や気候変動による豪雨災害の頻度の高まりの影響もあって空き家が目立つようになってきています。車での移動において、水戸市街地とのアクセスが良好な一方、若年層が区内で生活する展望を描きにくくなっている現状もあります。このことは、子ども会等の地域集団の維持が難しくつつある様子にも表れています。ただこうした課題は、人口 3,713 人、5~14 歳人口 467 人(2022 年 4 月 1 日時点)の飯富地区において、コミュニティの編みなおしができるのではないかと、地域住民、地元企業、大学、行政等の連携を模索しています。

茨城大学と飯富地区との関わりは、2019 年 10 月に来襲した台風 19 号(令和元年東日本台風)の直後に組織された台風 19 号災害調査団による調査・支援活動の展開が大きな動きでした。

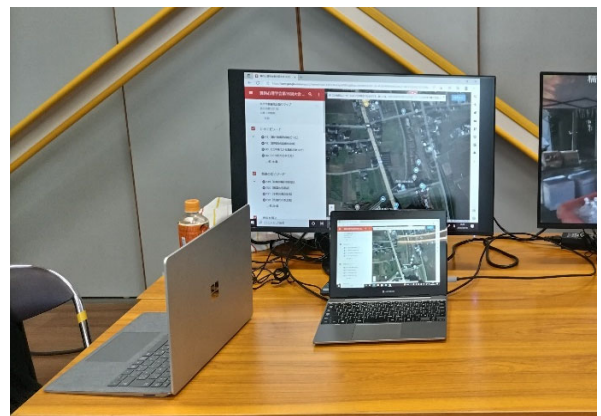
この関わりの中、地域住民からの空き家をシェアハウスに活用できないかという案が挙がってきま

した。一方で学生たちは、コロナ禍による対面コミュニケーションの機会や場の不足を背景に、シェアハウスやコミュニティスペースを求める案が出ていました。飯富地区は、茨城大学水戸キャンパスから 3km~8km の範囲に位置し、好アクセスであるものの、現状では学生たちがあまり訪れない地域でした。

そこで、地域住民と学生の声をマッチングし、地域資源の(再)発見と共有(ソフト面、ハード面を含めた広い意味でのシェアリング)を展開する地域連携プロジェクト(茨城大学社会連携センターの制度、2022 年度採択)としての事業化を計画しました。準備期間を含めて約 1 年間の地域連携プロジェクトの成果は、主に以下 4 点があります。

(1) 大学参加の地域活動の定着を企画

伊藤哲司を中心とした飯富地区におけるインタビュー調査結果をうけて、デジタル地図上に地域に関する語りをプロットした「語りマップ」(Google マイマップ機能の利用)を活用したワークショップや体験コーナーを実施してきました。水害に関する語りから展開し、水に関する記憶(自然の景色や川遊びなど)の語りを広く集めるようになっていきました(語りマップの詳細については伊藤哲ら(2023)参照)。



▲語りマップ体験コーナー(地域イベント時)

こうした研究活動を基盤とした取り組みのほか、藤内神社の夏越祭(なこしまつり)へのボランティア参加、学生との自転車ツアーなどを通して、大学

環境配慮のための研究活動

の教職員や学生が地域活動に参加する機運を醸成してきました。

(2) 産官学連携の関係構築

地元住民、地元企業、大学、行政等が連携できる関係を構築すべく、飯富地区コアメンバー会議を立ち上げ、本プロジェクトが終了後も継続的に場を維持しています。「コア」とありますが、特に意味はなく、興味関心のある地域住民・地元企業・学生・教職員などが、ゆるやかなつながりの中で意見交換をし、地域活動やまちづくりを具体化するために知恵を出し合う場として運営されています。

(3) 空き家・空きスペース活用の課題を明確化

シェアハウスやそれに代わるコミュニティスペース設立において、水戸市の助言を受けながら、乗り越える必要がある地域課題や制度状況を明確化することも地域連携プロジェクトの一環として模索してきました。その結果、土地の用途区分の制約、

用途に応じた上下水道の整備などの課題が明らかになってきました。こうした個別具体的な課題が明らかとなった一方、小・中・特別支援学校を中心としたコミュニティスクールによるコミュニティの(再)構築や、那珂川流域という広い視野に立った治水まちづくりの展開など、スケールの異なる地域活動を並行的に行っていくことで課題対応していくという方向性も見えてきました。

(4) 地域資源を周知する企画の実施

約1年間のプロジェクトの成果を周知する地域交流イベントを2023年2月18日(土)、19日(日)の2日間にわたり実施しました。

飯富地区コアメンバー会議を中心とした企画の取りまとめ、藤内神社で発見された古地図の写真展示、個人管理の湧水によるコーヒー提供、学生の発表や上田洋平氏(滋賀県立大学講師)の「ふるさと絵屏風」実践の講演など、これまで明らかになってきた地区内外の多様な人々や地域資源の存在を

交流イベント!

飯富からはじめる地域づくり ~みんなで踏み出すはじめの一步~

場所: 水戸市飯富市民センター
住所: 茨城県水戸市飯富町4449-8


日時: 2023年2月18日(土)12:00~15:30
2月19日(日) 9:30~15:00

入退室自由! 気軽にお立ち寄りください!

**みんなで楽しくおしゃべりしながら
一緒に飯富の歩みを振り返ろう!**

イベント内容:

- 地域の資料展示(2月18日,19日)
 - 郷土史の資料
 - 茨城大学による地域活動風景 などなど
- 交流ブース(2月18日午後、19日午前)
 - 休憩しつつお喋りしましょう
 - 湧水で淹れたコーヒー、緑茶も!
- 発表会(2月19日: 13時~15時)
 - 飯富地区での活動報告(茨城大学 学生一同)
 - 「百間を一見にするふるさと絵屏風」
(滋賀県立大学地域共生センター講師: 上田洋平先生)




**対象
誰でも
参加OK**


主催:
茨城大学地域研究・
地域連携プロジェクト
「水戸市飯富地区における地域
資源のシェアリングを通じた地
域コミュニティの編みなおし」

※スケジュールは変更の可能性あり


自転車ツアーの時の様子



花壇への時の様子



ゲストスピーカー! 上田先生



▲地域交流イベントのチラシ(胡安琪 作成)

周知する企画を一定期間行うことができました。

こうした主な成果にとどまらず、今後も飯富地区との連携を強化すべく、調査研究活動を展開していく予定です。(この地域連携プロジェクトの詳細は伊藤雅(2023)参照)。地域課題の関心が、防災からコミュニティへと移行している変化のなか、伴走者の一人としての大学のあり方を模索できればと考えています。



▲今後の地域のあり方を話し合う飯富円卓会議の様子(2023.6.4 実施)

3. 保和苑周辺地域における調査活動の経過

水戸市の保和苑周辺地域(主に松本町、末広町)は、かつて寺町、花街としてにぎわっていた台地の市街地にあたります。現在は、空き家・空き店舗が目立つようになり、地域住民や自営業者から、まちの活性化を望む声が出てきています。そうした中、黄磊氏(株式会社 LEIDEAS 代表取締役)を中心とした保和苑周辺地域のまちづくりが2022年頃から始められました。リノベーションした空きビルを



▲拠点内の様子(2023.6.24 イベント時に撮影)

拠点とする「23RD CREATIVE TOWN 構想」が展開されつつあり、国際交流とクリエイティブを主たるコンセプトとした取り組みが継続されてきました。

黄氏は、茨城大学の留学生として在籍していた当時から、同じ留学生の生活面の課題に取り組み、卒業後も留学生の就職や起業をサポートすることを事業化するなど、アントレプレナーシップにあふれた活動を展開してきました。活動を通じて幅広い人的ネットワークを構築してきた経緯から、保和苑周辺地域での活動依頼を地域住民から受けました。社会課題に地域の住民との協働を意識した活動を今後も継続されていく予定です。

本調査研究と関わる契機は、保和苑周辺地域の祇園寺で実施された留学生向けの座禅体験ワークショップ(胡が授業担当)でした(詳しくはLI編集部(2023)参照)。ワークショップの前後に黄氏と胡安琪がつながり、飯富地区の地域交流イベントへ招待したことで、大学在籍のとき以来に黄氏と伊藤哲司が再開しました。飯富地区の歴史や農作物、湧水や自然景観に触れた黄氏は、保和苑周辺地域との交流を模索しつつあり、本調査研究においても伴走的に関わりを展開しつつあります。

4. 二地域のネットワーク形成に向けて

本調査研究の対象地域である水戸市飯富地区と保和苑周辺地域について、前者は水害リスクに向き合ってきた農業地域、後者はかつての寺町、花街であった市街地という対照的でありながら、ともにコミュニティ衰退の面では共通課題を抱えていると考えられます。両地域は国道一本でつながり、かつては茨城鉄道茨城線(1971年廃線)でもつながっていましたが、今のところ交流は盛んでないようにみえます。それぞれの地域から約3kmの位置に茨城大学があります。地域をつなげる本調査研究のコミュニティ(再)構築の実践地域、やがては他地域にとってのモデル地域となることを目指しています。

先の「語りマップ」は、Google マイマップ等を

環境配慮のための研究活動

活用して遠隔地・複数人が関わり、共有することが可能なツールです。インタビュー内容や写真・動画などをマップ上で簡単に見ることができ、さらなる「語り」が生まれ、地域環境への気づき、過去風景の共有などを可能にします。飯富地区から、大学を挟んで、保和苑周辺地域までの広域を語りマップで網羅し、それぞれ固有の問題や特色がある地域間をつなぐというインターローカルリティを強く意識した取り組み（特定のローカルを深く掘り下げつつ、それらをつないでいく試み）を展開できればと考えています。

5. 環境への貢献

最後に環境の観点に言及しておきます。ローカルなネットワークが対面／オンラインで構築されていけば、コンパクトシティにおける中心市街地への機能集約と並行したネットワークのモデルを提案することが期待できます。SDGsの項目では、特に「9 イノベーション（産業と技術革新の基盤をつくろう）」「11 都市（住み続けられるまちづくりを）」「15 陸上資源（陸の豊かさをももろろう）」「17 実施手段（パートナーシップで目標を達成しよう）」の4つと関連性が強いと考えられます。

グラノヴェターの議論から50年が経過した現在においても、ローカルな地域空間内部における移動性の高まりへの着目は、コミュニティカフェの研究など（例えば、田所（2014））、各所にみられる取り組みです。環境負荷を軽減するあり方について、引き続き本調査研究で貢献できればと考えています。

参考文献

LI 編集部 2023「祇園寺ー時代を越えてつながるグローバルの輪ー」エルアイ WEB、<https://leideas.com/2023/05/14/gionzi/>（2023.7.6 確認）
伊藤哲司・杉浦彰子・楨田容子・藤田由美子・関口豪之・馬場紗矢香 2023「「川の記憶」の語りを伝承するー令和元年東日本台風による被災地での対話と語りあいー」茨城大学人文社会科学

部（人文社会科学部紀要）『人文社会科学論集』2, pp. 219-230、https://rose-badai.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=20255&item_no=1&attribute_id=22&file_no=1（2023.7.6 確認）

伊藤雅一 2023「水戸市飯富地区における地域資源のシェアリングを通じた地域コミュニティの編みなおし」茨城大学社会連携センター『令和4年度茨城大学地域研究・地域連携プロジェクト活動報告書』、pp.40-46、<https://www.scc.ibaraki.ac.jp/wp-content/uploads/2023/06/b3a9089b7c3b31b0724b097d92e8d292.pdf>（2023.7.6 確認）

田所承己 2014「コミュニティカフェとモビリティー地域空間における〈つながり〉の変容」長田攻一・田所承己『〈つながる／つながらない〉の社会学』弘文堂

マーク・S・グラノヴェター（1973=2006）大岡栄美訳「弱い紐帯の強さ」野沢慎司編・監訳『リーディングス ネットワーク論』勁草書房

水戸市 2022「立地適正化計画について」<https://www.city.mito.lg.jp/page/5789.html>（2023.7.6 確認）

1-2 離島の持続可能な地域開発と SDGs

- 鳥羽市・答志島フィールドワークを踏まえて -



調査メンバー 野田真里（人文社会科学部教授）、
大石航（人文社会科学部3年 以下同）、大河原佑斗、小濱玲之、後藤和希、
戸田雄毅、波多野碧、細田祥矢、谷津俊輔

研究概要

本研究では、三重県の離島である鳥羽市・答志島について、SDGs と地域開発の視点から、2022 年度にフィールドワーク・アクションリサーチを含む研究を行った。茨城大学人文社会科学部の学生 3 年生（当時）8 名が、「答志島における宿泊業の人材不足」、「鳥羽市公共交通の利用促進」、「DX と市民社会」、「持続可能な離島医療」の 4 テーマで研究を行い、指導教員である野田が調査・研究の全体を総括・監修した。2022 年度通年での調査・研究活動（事前・事後の調査を含む）にくわえて、「鳥羽市・答志島 SDGs フィールドワーク 2022」として 4 日間の現地調査を行い、現状と課題を分析、提言等を行った。本研究は、本学部「社会調査演習 I（国際）」、「メジャー専門ゼミナール」の一環として実施した。

研究の内容

はじめに

国連 SDGs（持続可能な開発目標）は 2016～30 年の 15 年間にわたり、全世界が取り組む経済・社会・環境の調和の取れた開発を目指すグローバル目標である。先行するミレニアム開発目標（MDGs）が主に途上国の開発目標であった点と大きく異なり、日本を含めた先進国も SDGs にコミットしている。グローバル化が進展する今日、もはや地球規模課題の解決は世界全体が取り組むことが必須となっている¹。

各国は SDGs の取り組みにかかる行動計画を作成、日本においても「SDGs 実施指針」とこれにもとづく SDGs アクションプラン」が策定されている。その大きな柱の一つに、SDGs と地方創生があり、世界的な潮流である SDGs の地域展開（localization of SDGs）と符合している。SDGs の基本理念である「誰一人取り残さない」にかんがみ、地域社会のなかでも離島は日本において「取

り残される地域」とされ、人口流出や高齢化が進む中で、島民は「取り残される」人々といえよう。観点を変えれば日本の地域社会が直面する課題は SDGs のグローバル課題を典型的に示しているともいえる。SDGs においては、小島嶼開発途上国（SIDS）は特別な配慮が必要とされており、日本の離島の経験は国際的にも注目される。つまり、SDGs の視点から「地球規模で考え、地域から行動する」ために、日本の離島を分析し、課題解決にむけての提言を行うことは、日本における SDGs と地方創生ひいては、世界の SDGs の進展にむけて重要な意義を持つものと考えられる。



¹ 例えば、気候変動における取組においても、京都議定書（1997 年）が先進国・移行経済国の排出削減目標であったのに対し、パリ協定（2015 年）は世界各国の目標となっている。

環境配慮のための研究活動

本研究では、国際開発学・SDGsを専門とする野田が指導する、茨城大学人文社会科学部の「メジャー専門ゼミナール」および「社会調査演習Ⅰ（国際）」の通年授業として実施した。野田が長年の研究フィールドとしている三重県の離島、鳥羽市・答志島において、旧知の関係者等のご協力を得ることができた。また、過去に行った野田研究室での鳥羽市・答志島にかんする調査報告書等も参照した。

研究にあたっては、次の4つのテーマを設定し、フィールドワークを含む調査を行い、分析と提言をまとめた。第1に、答志島における宿泊業の人材不足²は後藤と波多野、第2に「鳥羽市公共交通の利用促進」は大石と谷津、第3に、「DXと市民社会」は小濱と戸田、第4に「持続可能な離島医療」は大河原と細田が担当し、研究全体の総括を野田が行った。本稿の1~4節は担当学生の調査・研究によるものであり、野田が加筆修正等を行っている。

1. 答志島における宿泊業の人材不足

鳥羽市は伊勢志摩国立公園に位置し、離島は観光業において重要な役割を占めている。だが、宿泊施設の雇用における鳥羽市の政策と現場である答志島の宿泊業のニーズの間にはミスマッチが生じている。

鳥羽市の観光宿泊施設においては、コロナ禍からの復興にともない、人手不足が生じている。これに対し、鳥羽市では雇用促進のため、就労マッチング事業として、業務分解をふまえて短時間勤務をおこなう「プチ勤務」を推奨している。だが、実際にはマッチング件数は0件にとどまり、政策の有効性は限定的である。

本調査の分析によれば、現場のニーズとして、島内の旅館では調理、接客含め幅広い作業がおこなえて長時間働ける人材を必要としている。市では、生きがい事業として従業員の福利厚生を充実させ、横のつながりを強化させるため複数の宿泊施設の従業員が違う施設の利用を従業員価格でできる体制の構築をおこなっている。

他方、島内の旅館では、実際のところ従業員の高齢化により仕事自体を辞めようとする方も少なくなく、こうした市内の施設に出向こうという意欲はあまり見られず、政策的誘導が功を奏しているとは言い難い。



写真1 宿泊施設ボランティア

こうした分析結果にもとづき、市の政策と島の宿泊施設における雇用のニーズとのギャップを埋め合わせと、雇用促進にむけて、次の点を提言する²。第1に、現状把握として、実際に市が想定する「プチ勤務」すなわち短時間で働きたいと考える層（長年働いていない方、高齢者、障がい者等）の実態について改めて把握する必要がある。第2に、観光業における雇用のニーズは本土と離島とは異なっており、それぞれの環境にあわせてきめ細かい施策や島に特化した施策を実施することが求められる。第3に、離島の宿泊施設で働く願望のある島外学生や若者等のワーケーションと島の旅館をつなげる人材バンクが求められる。これをスムーズに行うため、マニュアル等を整備し、雇用者・被雇用者の負担を削減することが重要である。

2. 鳥羽市公共交通の利用促進

鳥羽市は人口減少や高齢化が進む中で、住民の

² 参加学生がアクションリサーチとして島内の宿泊施設にてボランティアとして活動し、体験学習を行った（写真（1）フィールドワーク参加者撮影、以下同）。これにもとづき本研究終了後も参加学生により離島宿泊施設での若者人材活用とマニュアル化をプロジェクトとして実施している。

基本的人権である交通権を確保する上での公共交通の在り方が大きな課題となっている。離島住民にとって、市営の公共交通である定期船は本土への唯一の交通手段として必要不可欠なものである。鳥羽市には4つの有人離島（答志島、神島、坂手島、菅島）があり、離島と本土の5つの航路を市が運営している。答志島は答志、和具、桃取の3つの地区があり、それぞれ定期船の港が設けられているが、桃取地区と他の地区は山で隔てられているため、定期船の航路は異なる（図）³。

定期船の在り方は、島民にとっては通勤、通学や買い物はもとより、医療機関が存在しない離島においては、住民の健康や生命に大きな影響をおよぼす。台風や高潮等の災害時には、定期船の運行が困難となり、島民が孤立する事態も生じている。また、市の大切な魅力で、主要産業である離島観光においても、その役割は不可欠といえる。だが、運賃収入は減少傾向の一方、定期船への補助金は増加傾向であるため、定期船をめぐる今後も市の財政状況は厳しいものになっていくと予想されている。

現地調査でのヒアリング等によれば答志島の住民は定期船等の公共交通機関がより自分たちの生活に密着した利用しやすいものになることを望んでいる。他方、本土との架橋等、住民の中には定期船を使わなくても済むような生活環境の充実に望んでいる声も聞かれる。

こうした課題に対応するために、本調査の分析にもとづき、次の点を提言する。第1に、島民の家計を交通費、自動車維持費が大きく圧迫しているため、その負担を減らす必要がある。島民は、島内および本土でのアクセスのために、車の複数所有せざるを得ないケースが多い。また、定期船のターミナルである佐田浜港の市営駐車場は、島民であっても有料であり、重い負担となっている。定期船と市内のバスの接続も改善の余地がある。第2に、島内の公共交通の充実が挙げられる。答志島の3集落は山で隔てられているが、島内で唯一の診療所がある桃取地区への他集落からのアクセス改善がカギとなる。本土への定期船は桃取地区は他2地区とは別に運行されており、本土との最終便は、桃取地区のほうが遅い。桃取地



図 鳥羽市の離島と定期船航路

³ 鳥羽市ウェブサイトより

https://www.city.toba.mie.jp/soshiki/t_kanri/gyomu/doro_kotsu/kokyo_kotsu/1913.html

環境配慮のための研究活動

区と他の2地区との定期バスの運行をおこなうことで、医療機関へのアクセスを改善するとともに、通勤、通学や買い物等においても、公共交通の選択肢を増やすことが可能となり、より住民のニーズに合致した交通網の形成が期待される。

3. DX と市民社会

鳥羽市・答志島においては、少子高齢化等にもない、福祉サービスの需要が増加している。社会福祉協議会やNPO法人等の市民社会組織がこうした住民ニーズにこたえるため地域社会において重要な役割を果たしている(写真2)。例えば、「ホットスマイルサービス」呼ばれる有償ボランティア活動をつうじて、福祉の面で日常的なサポートを行っており、離島においてもサテライトにより同様の支援活動を行っている。



写真2 地域ボランティア活動にかかるヒアリング

こうした点をふまえて、本調査の分析により、以下の点が明らかとなった。第1に、有償ボランティアであることで、利用会員が気兼ねなく助けを呼べるという効果がある。第2に、他方で、事業がボランティア精神で成り立っており、その持続可能性に課題が残るケースが少なくない。例えば、家から医療施設までの送迎の付き添いが仕事であった場合、朝と夕方ボランティア員は時間が拘束されてしまう。特に離島からの依頼の場合、船の移動もあるため負担はさらに増えることとなる。第3に、離島はコミュニティの結束が強く、

ケアサービスにおいては、本人の意思を尊重することが重要となる。要介護であっても、本人が「島で暮らしたい」と希望するならば客観的にみて困難であっても、島内での支援を行っている。その為には、日頃から地域社会において高齢者等に異変がないか見守る必要がある。地域の人々のネットワークを維持・強化することが重要であると考ええる。

こうした分析結果をふまえて導かれる提言は次の通りである。第1に、ボランティアについては、個人の思いやりに依存し、自己犠牲の上に成り立っている側面がある。有償ボランティアの料金は現在30分で300円に過ぎないが、これを引き上げることが望ましい。第2に、ICTやDXを活用して、世代間交流を活発にすることが望ましい。例えば、高齢者とこどもが集まれる環境で、ICTを活用したゲームを通して、世代間交流を活発にする等である。これにより、世代を越えて「顔の見える」関係を構築し、何かあったらすぐに助ける等の行動につなげることが期待できる。家に閉じこもりがちな高齢者に外出を促す動機付けとなり、健康寿命を延ばすことも期待されよう。

4. 持続可能な離島医療

答志島等の離島においては医療が重要な課題である点はすでに触れた。「スマートアイランド構想」により、対面の診療に併せて医療DXによるオンライン診療も始まっており、効果をあげている。他方、医療従事者からはオンライン診療では、患者の身体全体を見ることが困難である、細かい病状まではわからない等の限界も指摘されている。

また、島内の医療アクセスの持続可能性にも課題が残る。答志島では上述の通り、桃取地区に診療所があり、現状マイカーの乗り合い等で和具地区や答志地区から受診に来ているものの、高齢化等によりいずれは車の運転が困難になると思われる。桃取診療所の医師が、答志地区で閉鎖となった旧中村医院に往診する方法も考えられるが、現状、そのキャパシティはない。

島民のニーズとしては、答志地区、和具地域か

ら桃取診療所にわざわざ行かなければならないのは不便であり、緊急時への対応に不安が残る。また、夜間や休日など、桃取診療所に医師が不在の際の急患の対応としては、現状、島内の消防団が漁船をチャーターしているが、鳥羽市が離島用の救急船を整備することが望ましい。医師の不在は、島民生活のみならず、島の重要産業である観光業にとってもマイナスであり、和具地区の旧中村医院に医師を配置する、あるいは看護師を置いてのオンライン診療を行うことが望ましい。行政上の課題としては、鳥羽市健康福祉課へのインタビューによれば、市の持続可能な医療提供には、人材・資金不足の解決と共に、人材と資金が不足する中での効率的な医療体制の提供が必要とされている。

こうした点を踏まえて、課題解決にむけて次の提言を行う。第1に、医療DXの推進である。人材や資金が不足するなかで持続可能な医療においては、スマートアイランド構想等に見られるように、ICTの活用がカギとなる。また、離島で従事する医療人材を確保するためのマッチングアプリの開発やICTを通じた住民のプロジェクトの理解推進も有効である。こうした活動には、大学生や地域おこし協力隊の力も有益となる。第2に、行政における人材確保と連携である。市の施策とくに先進的な取り組みの成否は担当職員の能力やコミットメントに依存するケースが多々あり、鳥羽市の離島医療においてもしかりである。新たな課題に常に対応できる職員の育成は大きなカギとなる。また、同様に離島を抱える他地域との連携や経験共有も重要となる。

おわりに

以上みてきたように、三重県の離島、鳥羽市答志島においては、観光・宿泊業における人材、定期船・公共交通、高齢者等の社会福祉、離島医療等において、様々な問題を抱えている。これに対して、市の行政や住民組織、医療機関、市民社会等の多様なステークホルダーが連携し、課題克服への取り組みがなされている。特にDXの推進等の離島という本土と隔絶された地理的な不利益を

逆手に取ったイノベティブな先進的な事例もあり注目に値する⁴。

最後に、本研究をつうじて肌で感じたこととして、大学とくに若い学生に対する島民や市行政の期待は非常に大きい。



写真3 海洋環境ボランティア活動

本研究では、現地調査にくわえて、社会貢献活動として、島の抱える、海洋漂着物や高齢化による地域インフラ管理等にかんするボランティア活動も毎日行う等のアクションリサーチを実施した。上述の通り、通年授業として、周到的事前・事後調査やオンラインで現地とつないでのご助言、中間報告会・最終報告会を実施した。これにより、「いままで答志島にかかわった学生の中で最もレベルの高い研究」とのお言葉を現地の関係者から頂戴し、また、市行政や島民の皆様からも高い評価をいただいたことは大変光栄である。

最後に、本研究にあたり、多大なご協力をいただいた関係各位に、心より感謝の意を表したい。中村欣一郎鳥羽市長および鳥羽市役所の担当各課皆様、濱口正久市議会議員、地域おこし協力隊隊員の正林泰誠様、和具町内会会長の山本春久様、漁協委員長の山本千年様、市教育委員の中村和久様、神島診療所の小泉圭吾医師、桃取診療所の池田智也医師、答志島温泉寿々波の橋本喜洋弘社長

⁴ 本稿で照会した医療分野にくわえて、教育分野でのDXも進んでおり、島内の小学校でのICT活用には目を見張るものがある。これは、平素から台風や高潮等で教員が島にこれない場合への対応にICTが使われていることが大きな一因であり、地理的に不利益であるからこそ、最先端技術を効果的に社会サービスにもちいている好例といえる。

環境配慮のための研究活動

をはじめ答志島旅館組合、ほかお世話になった鳥羽市そして答志島のすべての皆様に厚く御礼申し上げる次第である。



参考文献

1. 大河原佑斗、小濱玲之、後藤和希、谷津俊輔（編）、野田真里（監修）（2023）『鳥羽市・答志島 SDGs フィールドワーク 2022—茨城大学人文社会科学部「社会調査演習 I」報告書』茨城大学野田真里研究室。
2. 野田真里（2023）『SDGs を問い直す ポスト／ウィズ・コロナと人間の安全保障』法律文化社。

1-3 干し芋残渣のアップサイクルを目指した地域 課題解決活動 ～干し芋残渣削減プロジェクト（HZP）～



教育学部 教授 石島 恵美子

研究概要

環境に配慮した行動を推進することは、持続可能な食生活を実現するために必要不可欠です。その方策として、地域課題の解決に協働的に取り組む体験と地域と連携した多面的な教育に注目しました。本研究では、干し芋残渣のアップサイクルをテーマにした食品ロス削減のための地域課題解決の新たな方策の検討を行います。自然環境と調和した街づくりを目指している東海村の行政・企業と連携をしながら、干し芋の残渣を食べ物として利活用する共同研究を進めています。

連携先

東海村企業：株式会社ユーエム

東海村教育委員会

東海村農政課

プロジェクトメンバー

実行委員長

川崎 裕弥 (株式会社 ユーエム)

学生委員長 (教育学部 4年)

大嶺 友菜

学生副委員長 (教育学部 4年)

磯崎 瑠花

学生メンバー (教育学部 3年)

大高 来美、坂佐井 朋佳、

鈴木 柚、中里 乃菜、

中村 美咲、林田 優

顧問 (教育学部 教授)

石島 恵美子

年の課題となっています。残渣は、空き地に放置されると悪臭や害虫が発生します。また焼却廃棄による費用や環境負荷が大きいのです。干し芋の残渣は、使用するサツマイモの40%以上を占める量で、おいしく食べられる部分です。しかし東海村では、年間920トンの無駄が生じています(東海村2018)。この問題は、食品ロス削減の一環として取り組むべき重要な課題です。

東海村では、これまでに干し芋残渣をバイオマスに活用する取り組みが行われてきました。しかし、冬季だけの干し芋生産では一年を通して安定したエネルギー生産が困難なため、干し芋残渣の利活用には至っていません。そこで本プロジェクトでは、干し芋の残渣が美味しい食べ物であることと食べ物として消費することの資源効率のよさから鑑みて、干し芋残渣のアップサイクルに取り組むことにしました。

干し芋残渣の問題については、地域の干し芋生産者、住民、行政、企業、学校、それぞれに課題があります。行政は食品ロス削減など喫緊の社会問題に取り組む責任があり、長い間問題が表面化しておらず新たに取り組むには費用や手間がかかることから、生産者だけでは解決が進みにくいため、リーダーシップが求められています。また住民には、地域課題を解決する意識の醸成や持続可能な社会の形成に参画することが求められています。特に、東海村での地域の課題としては、少子高齢化が加速する中で、高齢者や若者の社会参画

研究の内容

1. プロジェクトの背景

食品ロスの削減は現代の喫緊の課題であり、行政や企業だけでなく、消費者一人一人の取り組みが求められています。

茨城県県央地域に位置する東海村は、日本を代表する干し芋の生産地として地位を確立しています。その一方で、干し芋の加工時に出る残渣が、生産地での長

環境配慮のための研究活動

の場が求められています。企業は、ビジネスをとおして地域に貢献することが求められています。干し芋残渣削減のような身近なSDGsの取り組みは、地域を発展させるだけでなく企業価値をも高めます。学校教育においては、子どもたちの地域課題解決力の育成や消費者市民の育成などが求められています。

2 プロジェクトの目的と活動の骨格

本プロジェクトでは、干し芋の残渣のアップサイクルを検討し、干し芋生産者、住民、行政、企業、学校が連携して取り組みます。干し芋の残渣処理の実証的な課題解決と、それを持続可能にするための地域課題解決力を育む教育の構築を通じて、地域貢献を目指します。

具体的には、以下を実施しました。

- ① 有効成分を活かしたレシピ開発
- ② 子どもたちの地域課題解決力育成や環境配慮行動促進のための学校教育
- ③ 高齢者と若者の地域参画の場の創出

*干し芋残渣に愛着を持ってもらうように、干し芋残渣を「はしっぼ」と名付けました。

3 活動の内容

①有効成分を活かしたレシピ開発

干し芋の残渣を有効活用するレシピを開発・提案することにより、食品ロスの削減と資源の浪費を減らします。はしっぼはさつま芋の他の部分よりも食物繊維やポリフェノールの含有量が多いことから、皮の部分をそのままにし、ペースト状にすることで、口触りを向上させました。それらを用いてプロジェクトメンバーの学生が約20種類のレシピを開発しました。



Fig1 はしっぼアイスクリーム

開発したレシピの一つである「はしっぼアイスクリーム」(Fig1)は、アイスクリーム全体の50%のはしっぼを使用するもので、さつま芋を食べているかのような仕上がりです。本プロジェクトでは、共食の場と支援食糧を提供している地元ボランティア団体の「みんなの食堂～ハーモニー～」に「はしっぼアイスクリーム」50食を寄付しました(2023年7月1日)。

今後は、村内の全小学校で「はしっぼとSDGs」の講話を行い、給食で配布して食べてもらう予定です。



Fig2 はしっぼアイスクリーム寄付

②子どもたちの地域課題解決力育成や環境配慮行動促進のための学校教育

1) はしっぼ料理の絵画コンクールを開催

小学生を対象に、問題解決型学習を取り入れた学習方法を用いて、はしっぼを活用した料理を考える学習を実施しました。これまで廃棄されてきた部分を「食べ物」として消費する意識を向上させ、消費者の価値観の変換を促すと共に地域課題を解決する力の育成を目指しました。

2022年12月5日から、東海村教育委員会と茨城新聞の後援を得て、東海村内全小学校の5・6年生を対象に「身近なSDGsを考えよう！未来のためにほしいもの、はしっぼ料理の絵画コンクール」を開催しました。干し芋残渣の問題やSDGsの関連を紹介する動画(Fig3)を本プロジェクトメンバーの学生が作成し、子どもたちに授業で視聴してもらいました。

この活動は2023年1月18日茨城新聞「干し芋の皮、活用模索 茨城大学生と東海の企業」で紹介されました。



Fig3 干し芋残渣問題を紹介する動画

同コンクールには280作品の応募がありました。2023年2月18日の表彰式には、村長の山田修氏、教育長の伴敦夫氏、茨城県議会議員の下路健次郎氏をはじめ、協賛団体の関係者10名が来賓として参列し、表彰者及びその保護者、ボランティアスタッフ（東海高校生）とHZIP実行委員ら、総勢120名が顔を揃えました（Fig4）。



Fig4 はしっぽ料理の絵画コンクール

最優秀賞は、白方小学校の濱田芽依さんの「星☆芋モンブラン」(Fig5)で、はしっぽが多用され、スポンジとして食パンを使用するなど手軽さを兼ね備えたレシピでした。その他の受賞作品には、「イモじいのパン」や「はしっぽシュー」など子どもらしいユニークな作品が見られました。受賞者からは、「自分でも環境にいいレシピを考えられた。」「SDGsを身近に感じました。」などの感想が寄せられました。

この活動は2023年3月1日茨城新聞「干し芋はしっぽ料理 浜田さん（白方小5年）最優秀賞



Fig5 最優秀賞「星☆芋モンブラン」

東海モンブラン風を考案」で紹介されました。

今後は、地域店舗と協働して応募作品やアイデアの商品化を目指します。

2) 中学生の地域課題の解決意識を問う調査の実施

地域課題解決力を育む教育プログラムの構築を目指して、東海村内の全中学校に通う3年生313名を対象に、2023年3月10日に「干し芋残渣の廃棄問題」に対する中学生の課題意識と問題解決意識を問う調査を実施しました。アンケートでは中学生の干し芋残渣問題における地域課題解決意識の構造と関連要因が明らかになりました。

この結果について、2023年6月24日に行われた日本消費者教育学会関東支部で口頭発表をしました。今後はこの調査から得た知見を盛り込んだ家庭科における消費環境の学習プログラムを開発する予定です。

③ 高齢者と若者の地域参画の場の創出

干し芋残渣を利活用した食品やSDGsとの関連を地域住民へ周知させるために、大学生と高校生、シルバー人材が協働し、イオン東海店で『東海村SDGs～地域の問題を解決～』と称するイベントを開催しました(イオン東海店、2023年2月18日)。当日は、地域住民120名が来場し、高校生ボランティア（東海高校生）、シルバー人材、HZIP実行委員ら30名が参加しました。会場内では、プロジェクト活動の紹介と「はしっぽ料理の絵画コンクール」作品の展示を行い、本プロジェクトメンバーの学生がレシピ開発をした「はしっぽホットサンド」や「はしっぽスイーツ春巻き」の無料試食会も行いました。来場者を対象に消費志向に関する

環境配慮のための研究活動



Fig7 『東海村 SDGs～地域の問題を解決～』イベント

る調査も実施し、こちらの結果は2023年10月に開催予定の活動報告会で発表する予定です。

これまでの本プロジェクトの一連の活動は、茨城放送のラジオ番組である『青春インタビュー ムービングなう！』#86（6月24日）で紹介されました。

4 今後の展望と課題

本プロジェクトでは、干し芋残渣問題に対して、地域の干し芋生産者、住民、行政、企業、学校と連携した実践を進めてきました。本活動が持続可能な取り組みになるために、以下の活動を検討しています。

- ① 当事者である干し芋農家の干し芋残渣への意識や課題を検討
- ② 小学校・中学校・高等学校と連携をして、地域課題解決力を育む家庭科のカリキュラムデザインを開発
- ③ 地域住民への地域課題の周知を目指して協働活動を実施
- ④ 開発をしたレシピの商品化や販路検討

謝辞

本プロジェクトの活動にご支援いただいた関係者の皆様に深謝いたします。

本研究は、茨城大学産学間連携共同研究及びJSPS 科研費(22K02226)の助成を受けて行いました。

1-4 堆積物中におけるクラスレート水和物形成による CO₂ 固定の可視化研究



工学部 准教授 李 艶栄

研究概要

CO₂ クラスレート水和物は、海底の堆積物内で形成され、人工的な透過不可の重ね合わせ層を生成します。この層には大量の液体 CO₂ が貯留される可能性があります。本研究では、クラスレートハイドレートをガラスビーズを用いたモデル堆積物に封じ込める CO₂ 貯留の観察に成功しました。CO₂ ハイドレート層の安定性と貯留性能は、環境評価のために実験的に調査されました。

研究の内容

温室効果ガスである二酸化炭素 (CO₂) の濃度上昇による地球温暖化に対する世界の関心が高まっています。そのため、大気中の CO₂ 濃度を軽減するための代替エネルギー技術が急務となっています。CO₂ 貯留は、この要件を満たす現実的な選択肢です。地層への CO₂ 地質貯留は重要なアプローチとなります。海洋への CO₂ 貯留も効果的で実用的な緩和策として認識されていますが、これらの技術には容量や生物への影響などの問題が存在します。

CO₂ クラスレートハイドレートは、水分子の氷のかごが CO₂ 分子を包み込んだ構造を持ち、低温および高圧の条件下で形成されます。CO₂ ハイドレートは海底環境で安定して存在します。液体 CO₂ が緩い海底の堆積物の表層に閉じ込められると、クラスレートハイドレートが形成されます。これにより、海底堆積物の中に人工的な透過不可の層が形成され、大量の液体 CO₂ が透過不可の層の下に貯留される可能性があります。海底下の温度は海底からの深さに比例して上昇します。深部の堆積物では CO₂ は液体または超臨界状態で存在します。さらに、CO₂ は液体/超臨界層の上の堆積物でハイドレート層を形成することができます。そのため、海底堆積物は温室効果ガスの主要な貯留場となり得ます。

CO₂ ハイドレートの形成および解離は、ハイドレートベースの二酸化炭素 (CO₂) 捕捉と貯留 (CCS) において重要です。CO₂ ハイドレートの相平衡条件に関しては、多孔質媒体 (ガラスビーズ)

中での塩化ナトリウム (NaCl) 溶液または脱イオン水を使用した生成実験により、グラフィカルな手法が用いられました。その結果、細孔径の減少や NaCl 濃度の増加により、CO₂ ハイドレートの平衡圧力が増加することが示されました。CO₂-H₂O および CO₂-H₂O-NaCl 系の相平衡と密度に関する実験データと熱力学モデルに関する研究は、他の研究者によってレビューされています。また、NaCl 濃度が氷点以下の温度では CO₂ ハイドレートの平衡条件への影響は無視できると指摘されています。

さらに、CO₂ ハイドレートの三相平衡における解離圧力については、いくつかの研究者によって調査されています。特に、テトラ-正ブチルアンモニウム臭化物 (TBAB) が CO₂ セミクラスレートハイドレートの形成に与える影響が研究されました。これらの先行研究の結果、TBAB が穏やかな条件下でハイドレート形成を促進し、CO₂ をハイドレート相で豊富に濃縮することが示されました。また、ガスハイドレート結晶の CO₂ 含有量が燃焼後の排気ガスと異なることに基づき、処理された排気ガスからの CO₂ 捕捉の新たな手法が検証されました。これらの先行研究は、排気ガス (CO₂/H₂ の混合物) から CO₂ (燃焼前の捕捉) を分離するための基礎を提供しました。

さらに、超純度の CO₂ が注入された氷 (以前に閉じ込められた CO₂ ガスを含む氷) 上で CO₂ ハイドレートの形成および解離定数を実験的に測定されました。その結果、圧力と温度の上昇が CO₂ の消費速度を増加させ、ハイドレートの形成速度を高めるこ

環境配慮のための研究活動

とが指摘されました。先行研究では、液体 CO₂ とハイドレート相の水の逸度が等しいという考えに基づいたモデルが提案され、平衡時の水含有量の予測に使用されました。シミュレーションの結果、十分に低い水分含有量および低温でハイドレートを形成することが可能であることが示されました。

CO₂ ハイドレートは、温度と圧力の条件が一定である限り、堆積物内で安定して存在することが確認されています。しかし、海底下での地震やその他の擾乱が発生した場合、CO₂ ハイドレートがどのように変化するかは、現在の CCS の安全性を考慮する上で大きな懸念となっています。

本研究では、クラスレートハイドレートを形成することで多孔質媒体への液体 CO₂ 貯留が行われ、ハイドレート解離時の異なる温度と圧力条件下での状態を確認するための可視化が行われました（図 1）。環境評価のために、ガラスビーズベッドを用いて CO₂ ハイドレート層の安定性とシール性を実験的に調査しました。堆積物内でのハイドレートの形成により、小容量の 966 μl の高圧容器内で CO₂ を 558 秒以上捕捉することができました（図 2）。可視化実験によりハイドレートを含んだ堆積物層が液体 CO₂ の漏洩を防止する可能性が確認されました（図 3）。このような CO₂ 貯留方法の安全性は、海底下で地震やその他の擾乱が発生した場合でも十分に高いと考えられています。

参考文献

Li, Y.R., Someya, S. & Inagaki, T. (2016). Visualization of CO₂ sequestration via forming clathrate hydrate in sediments. *Journal of flow visualization and image processing*, 23 (1-2), pp. 59-68.

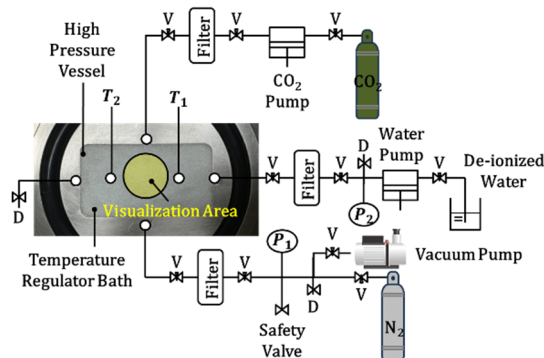


図1 実験装置の模式図

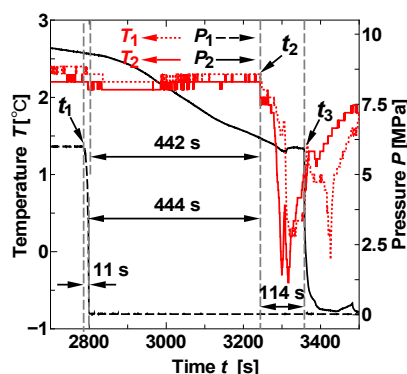


図2 CO₂ クラスレートハイドレートの解離中における温度と圧力の変動

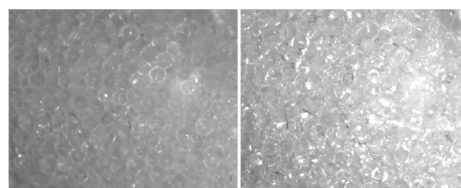


図3 ガラスビーズ中で生成されたクラスレートハイドレートの解離の画像

1-5 微細藻類による次世代モノづくりのための照射光波長の効果



農学部 教授 朝山 宗彦

活動 環境配慮のための研究

研究概要

微細藻類の優れた光合成能を利用し、培養細胞から新しいモノづくりを効率的におこなうために、細胞に照射する光波長に注目した。本研究は様々な波長の光を照射して培養した際、光合成に必須な遺伝子の発現量や有用物質フィコシアニンの生産量を調査することで、光の有効活用に必要な分子基盤情報を得ることを目的としています。それにより光合成生物の特長を最大限に活かしたモノづくりに貢献でき、SDGsにつながるものと期待されます。

研究の内容

1. 微細藻類によるモノづくり

原核光合成微生物であるシアノバクテリアやクロレラのような真核光合成微生物は、私たちの身のまわりにいる身近な生きもので、その光合成能力は植物の数十倍とされています。水と二酸化炭素と光を細胞に与えれば、光合成により常温・常圧で炭酸固定をして、無機物から有機物を生み出すことができます。

現在、地球上の人口は増え続け、ヒトの生活圏から過剰に発生される二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスは、深刻な環境問題となっています。それ故、廃棄の二酸化炭素ガスを餌として細胞に与えたり、培地や培養条件を工夫したりして微細藻類に有用な物質(脂質・糖質・蛋白質・色素など)を効率よく生産させ、飲食品・化粧品・医薬品などの素材として利用する試みが国内外で注目されています¹⁾。

一方、高校の教科書などで「植物の葉が緑色なのは、利用されなかった緑色光が反射して私たちの目に映るから」と説明されているのを見かけます。果たして本当でしょうか？ 赤や青色光の波長効果についてはこれまで研究されてきましたが、緑色光の効果については未だよく分かっていません。本研究では、様々な波長の光を微細藻類にあてることで、細胞がどの波長を利用

して物質生産を行なっているかを調査し、効率的なモノづくりに役立てることを目的としました。

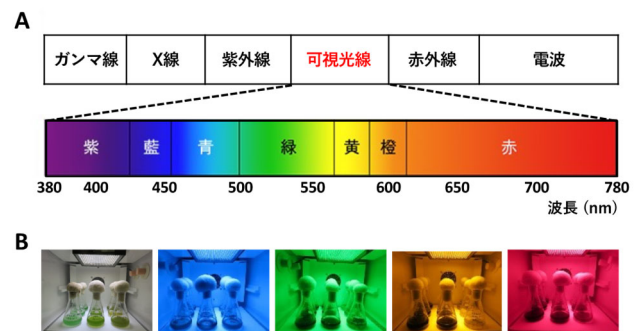


図1 (A)可視光線の波長と色および(B)藻類培養風景

2. 光照射と微細藻類の培養

私たちが目にする光は 図1 に示すように約 380 から 780 nm の領域です。そこで本研究では、微細藻類を暗黒と白色(赤・青・緑の3色混合)、青色、緑色、橙色、赤色の5種類の LED 光を照射する合計6条件下で培養した際の光合成遺伝子の発現量と有用物質フィコシアニン(青色素蛋白質)の生産量について調べました。

3. 光合成遺伝子の発現量

その結果の一部を 図2 に示しています。光合成生物で必須である光合成遺伝子 *psbA* は、光化学系 II の反

環境配慮のための研究活動

応中心蛋白質である D1 蛋白質をコードしています(図4)。5種類それぞれの光波長の照射条件下では、特に白色と緑色光照射で *psbA* の mRNA 転写産物量に顕著な誘導が認められました。特に、緑色照射では他色の凡そ10倍以上の高発現が観察され、普段あまり利用されない波長域とされる光質でも、光合成遺伝子が活性化されることを発見しました。これにより緑色光をより効果的に照射することで光合成能をさらに高められる可能性が考えられます。

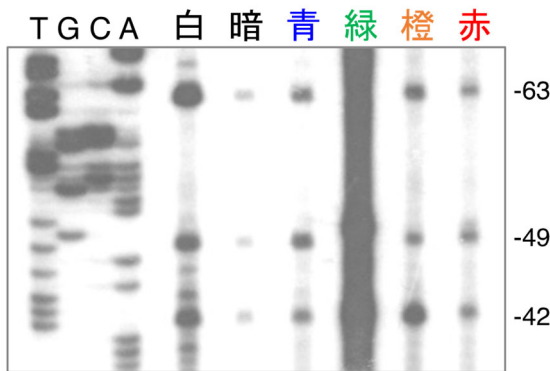


図2 光照射下の光合成遺伝子*psbA*発現量

4. フィコシアニンの蓄積量

さらに糸状性シアノバクテリア3種株²⁻⁵⁾細胞内のチラコイド膜上に蓄積される青色素蛋白質(図3上)の量を解析し、その結果を図3下に示しました。それにより、白色と緑色光照射に加え、赤色光照射がフィコシアニンの蓄積には効果的であることが明らかになりました。フィコシアニン⁶⁾は2種類のサブユニットがあわさった単量体に3分子の青色素(フィコシアノビルン)が結合してできた青色素蛋白質で、通常、3量体・6量体となってチラコイド膜の表面にフィコビリゾームを形成して存在しています。またフィコシアニンは、特に赤・橙色光を効率よく吸収する光集機能を有していて、その生産は緑色光を受けて活性化される二成分制御系のリン酸転移発現(CcaS-P → CcaR-P)系により誘導されます⁷⁾(図4)。さらに集められた光エネルギー(E)は、光化学系IIの反応中心蛋白質であるD1(PsbA)へ渡され、その後、光化学系Iへと反応が進むにつれて光合成や生育に必須なATPが合成されます。

フィコシアニン(青色素蛋白質)

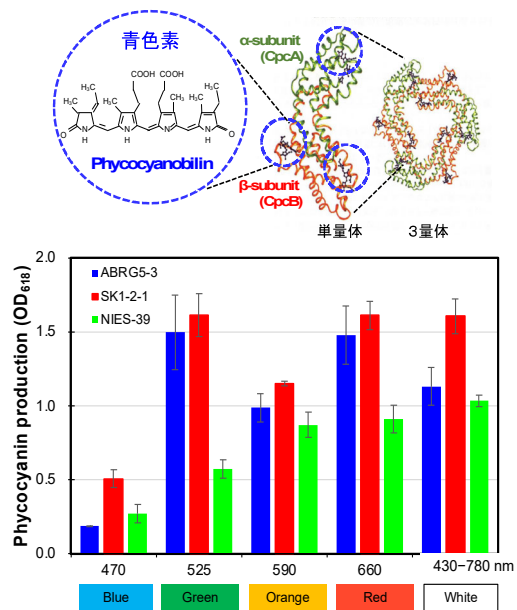


図3 照射光依存的なフィコシアニン生産量

5. まとめと今後の展望

D1をコードする *psbA* 遺伝子 mRNA の蓄積ならびに青色素蛋白質フィコシアニン生産に関して、今回、緑色光照射により効率的な誘導が認められました。

ところでフィコシアニンは、1グラム当たり数万円、青色素フィコシアノビルンは、1グラム当たり250万円以上する高単価有用物質であり、着色剤として飲食品(ガリガリ君などに添加)の販売実績があるばかりでなく医薬品の素材としての可能性を秘めています。さらに今回使用した糸状性シアノバクテリアの乾燥菌体当たりに含まれる蛋白質は50%を超えますが、その多くを占めるのがフィコシアニンです。

2030年頃には世界中で蛋白質の供給が需要に満たず、蛋白質危機(protein crisis)が訪れると言われていいます。それ故、微細藻の培養効率を向上させ、菌体そのものを蛋白質源にしたり、菌体由来の物質を抽出・加工して有用素材として利用することは、生産コストの観点ばかりでなく、地球環境への負荷軽減という視点からも非常に魅力的かつ意義深い取り組みと言えます。

今後の課題としては、緑色光等の照射条件をさらに精査・精錬することにより、藻バイオマス増産や有用物質の生産向上をプラントスケールで実証することが望まれます。その課題克服により、SDGs 17項目のう

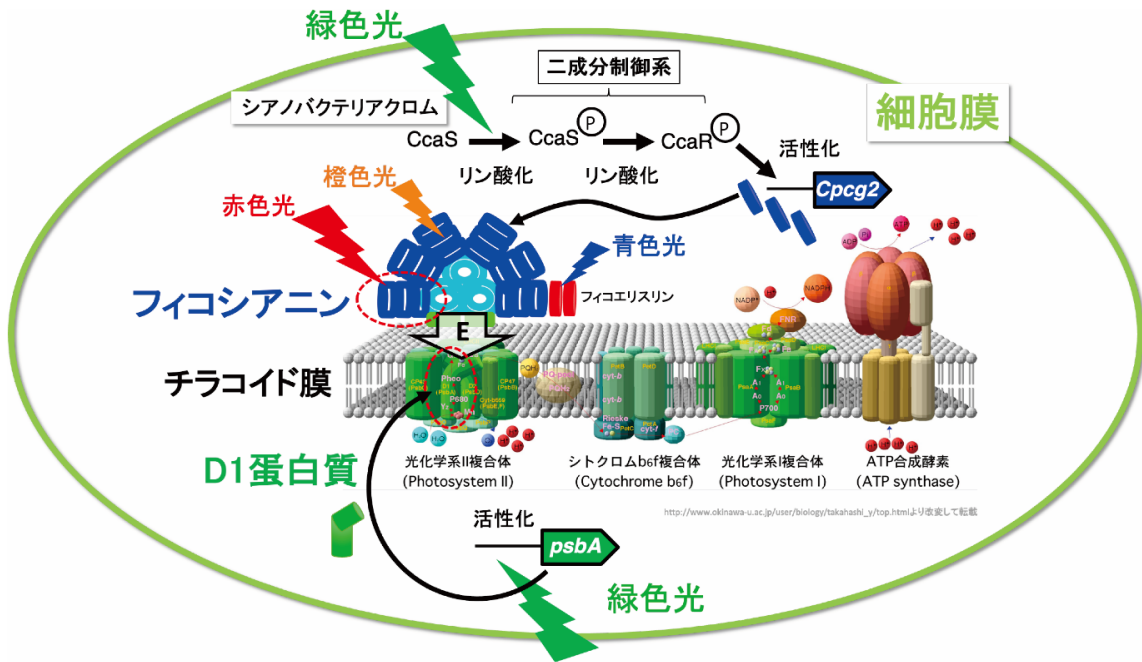


図4 緑色光照射による光集蛋白質フィコシアニンと光化学系II反応中心蛋白質の生産強化

活動
環境配慮のための研究

ち9項目 (1. 貧困をなくそう, 2. 飢餓をなくそう, 3. すべての人に健康と福祉を, 7. エネルギーをみんなにそしてクリーンに, 8. 働きがいも 経済成長も, 9. 産業と技術革新の基盤をつくろう, 12. つくる責任 つかう責任, 13. 気候変動に具体的な対策を, 17. パートナリシップで目標を達成しよう) などに貢献でき、今後、次世代「藻によるモノづくり」による社会実装への大きな波及効果が期待されます。

- 6) Aoki J *et al* (2021) Development of a method for phycocyanin recovery from filamentous cyanobacteria and evaluation of its stability and antioxidant capacity. BMC Biotechnol. Doi:10.1186/s12896-021-00692-9
- 7) 広瀬侑, 池内昌彦 (2016) シアノバクテリアの補色順化における光色感知機構. 化学と生物 54:403-407

【引用文献】

- 1) Kumar G *et al* (2020) Bioengineering of microalgae. Front. Bioeng. Biotech. Doi:10.3389/fbioe.2020.00914
- 2) Kitazaki C *et al* (2013) Characterization of lysis of multicellular cyanobacterium, *Limnithrix/Pseudanabaena* sp. strain ABRG5-3. Biosci. Biotechnol. Biochem. Doi:10.1271/bbb.130409
- 3) 特許第5688665号 (登録日 2015.2.6) 「自己溶菌能を有するシアノバクテリアを用いたバイオ燃料等有用物質の製造方法」
- 4) Sugawara T *et al* (2018) Flocculation and pentadecane production of a novel filamentous cyanobacterium *Limnithrix* sp. strain SK1-2-1. Biotechnol. Lett. Doi:10.1007/s10529-018-2525-4
- 5) 特許第6963787号 (登録日 2021.10.20) 「凝集藻による燃料の製造法」

1-6 福島原子力発電所の事故で発生した トリチウム処理水と環境に関する問題



理学部 教授 鳥養 祐二

研究の内容

福島第一原子力発電所事故前まではトリチウムという言葉聞いたことの無い人も多いと思います。このトリチウムは水素の同位体で、化学的な性質は水素と全く同じですが、原子核に中性子を2個もっているため、重さが水素よりも3倍重たい原子(Tri はギリシャ語で3という意味です)です。このトリチウムは、He-3 と比べて少しだけ重いので、より安定なHe-3 に変わります。これを原子の壊変と呼びます。この時に高速な電子(β線)を放出します。これがトリチウムの放射線です。トリチウムのβ線のエネルギーは放射線の中でも非常に小さく、空気中でも5mmぐらしか透過することができません。従いまして、皮膚や容器の壁を通り抜けることができないので、外部被ばくは問題にならず、内部被ばくのみが問題となります。先に述べたとおり、トリチウムは水素の同位体なので、環境中では水(HTO)という形で存在します。水は人体を構成する大事な物質です。人体中の水にトリチウムが含まれると、体の内部から被ばくします。体の中のトリチウム濃度が高くなると問題が出ますが、国際保健機関(WHO)は10,000Bq/L未満のトリチウム濃度の水を飲んでも大丈夫と言っています。

トリチウムは自然界では宇宙線に含まれる中性子と大気中の窒素との核反応により生成します。また、トリチウムは核分裂反応により必ず生成するので、原子力施設はトリチウムを必ず環境に放出します。1945年～1980年代に行われた核実験では、大量のトリチウムが環境に放出されました。図1に東京と千葉で測定された雨水のトリチウム濃度を示します。図に示すように大気圏内核実験が行われた1960年代は雨水中のトリチウム濃度が非常に高く、1963年には110Bq/Lという値を記録しています。1963年に大気圏内での核実験が禁止された後は雨水中のトリチウム濃度が減少します。私は1960年代に生まれたので、このトリチウム濃度の高い水

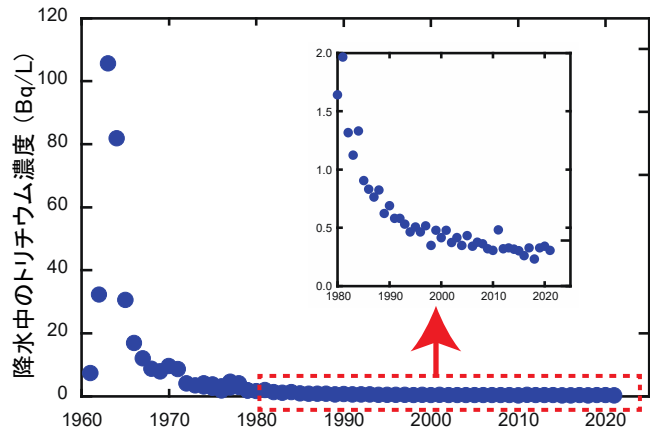


図1 東京と千葉における降水中のトリチウム濃度の変遷

を飲んでいました。雨水中のトリチウム濃度は時間の経過と共に低下し、現在は0.4Bq/Lぐらいの値となっています。海水中にもトリチウムは存在していて、海水中のトリチウム濃度は0.1Bq/Lぐらいです。

今年の夏から、福島第一原子力発電所事故で生じたトリチウム処理水の海洋放出が始まります。東京電力は1500Bq/L未満の濃度でトリチウムを海洋に放出する計画です。先に述べたとおりトリチウムは自然界に元から存在します。トリチウム処理水の海洋放出では、海水により2000倍に希釈されると元から海水中に存在したトリチウムと見分けがつかなくなります。海水の希釈効果は非常に大きいので、この見分けがつかなくなる距離は放出口から数km程度です。そのため、海水や海産物において海洋放出起因のトリチウム濃度の上昇を見つけることは非常に困難です。

食品の安全性の確認のためのトリチウムの測定は、非常に手間と時間がかかります。公定法と言われる手法を用いて測定する場合、海水中のトリチウム濃度測定に1週間以上、魚に含まれる水分(自由水と言われ

る)に含まれるトリチウムの濃度測定に1ヶ月程度の時間が必要です。従いまして、食品などの安全性を確認するためには迅速なトリチウム濃度の測定法の開発が必要です。JCO 事故の際に茨城大学の一政教授は、植物中のトリチウム濃度の測定に電子レンジを用いて水分の回収を行い測定しました。この方法を改良し、図2に示すような“マイクロ波加熱法”を開発しました。この方法を用いると、海水中のトリチウム濃度測定に30分、魚の水分のトリチウム濃度測定に1時間以内で行えます。この迅速に分析できる技術は、風評被害の払拭のために、流通業界などで利用される予定です。

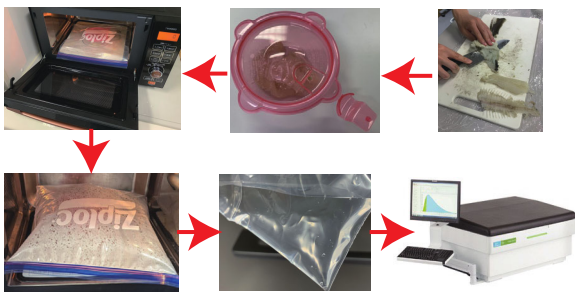


図2 電子レンジを用いた食品からの迅速な自由水の回収法

迅速な魚の水分のトリチウム濃度測定法が開発できたので、この手法の確認のために、トリチウムを含んだ海水でヒラメを飼育し、ヒラメにトリチウム水が取り込まれるのか、あるいは排出されるのか、確認を行いました。図3は、マイクロ波加熱法より得られたヒラメの水分に含まれるトリチウムの濃度測定結果を示しています。この図は、トリチウム水が含まれた海水中にヒラメを移動させたときのヒラメの水分へのトリチウム取込みと、トリチウム水を含む海水で飼育したヒラメをトリチウムが含まれない海水に移動させたときのヒラメの水分中のトリチウムの排出を示しています。図に示すようにトリチウムを含んだ海水でヒラメを飼育すると、水分中にトリチウムが取り込まれ、1日程度で海水と同じ濃度になりました。また、海水と同じ濃度になったヒラメをトリチウムが含まれない海水に移動させた場合も、1日程度でヒラメの水分中のトリチウム濃度はゼロ付近まで低下しました。この結果から、ヒラメの水分のトリチウム水の濃度は、海水中の濃度と平衡になることが示唆され、トリチウム水のヒラメ体内への蓄積は起きないことが明らかとなりました。

トリチウムの海洋放出時の不安の1つに、海水中のトリチウム濃度が低くても生体内でのトリチウムの濃縮が

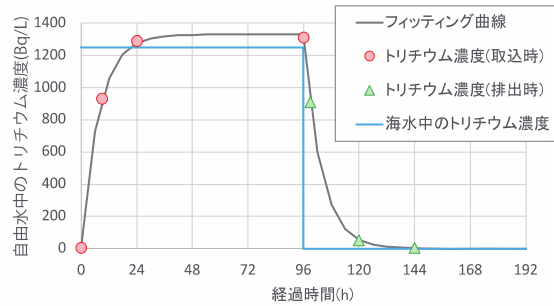


図3 ヒラメの自由水へのトリチウムの取組みと排出

起こり、被ばくは無視できなくなるため、海洋放出は危険であるという説があります。これに対し、本研究で得られた結果は、生体内ではトリチウム水の濃縮は起きないという結果です。実際に我々人間は、トリチウムを含んだ水を飲んで生活しています。私の体内のトリチウム濃度を測定する限り、トリチウム濃度は水道水中のトリチウム濃度と同じです。従って私自身はトリチウムの生体濃縮は心配しなくても大丈夫と考えています。

2-1 サステナビリティ学教育プログラム



教育プログラムの特色

2009年度から開始した茨城大学大学院サステナビリティ学教育プログラムは、修士課程学生を対象とした全4研究科横断型の教育プログラムです。低炭素社会や循環型社会、自然との共生など持続可能な社会をつくるための幅広い知識と専門知識の両方を持った専門家の育成を目指しており、茨城大学地球・地域環境共創機構(GLEC)や一般社団法人サステナビリティ・サイエンス・コンソーシアム(SSC)と連携した教育活動を実施しています。

地球システム、社会システム、人間システムに関する「基盤科目」だけでなく、ベトナム等での「国際実践教育演習」、常総市等での「国内実践教育演習」をはじめとする「演習科目」が設置され、専門性の垣根を越えた教育や実践の場が



あります。さらに東京大学、京都大学、大阪大学、国連大学のSSC参加大学との英語による共同講義「サステナビリティ学最前線」等への参加機会があります。

修了認定証

所定の単位を修得した大学院生には、所属専攻の修士号とともに「サステナビリティ学コース/プログラム修了認定証」や「SSC共同教育プログラム修了認定証」が授与されます。13年間で236/227の修了認定者が輩出されています。

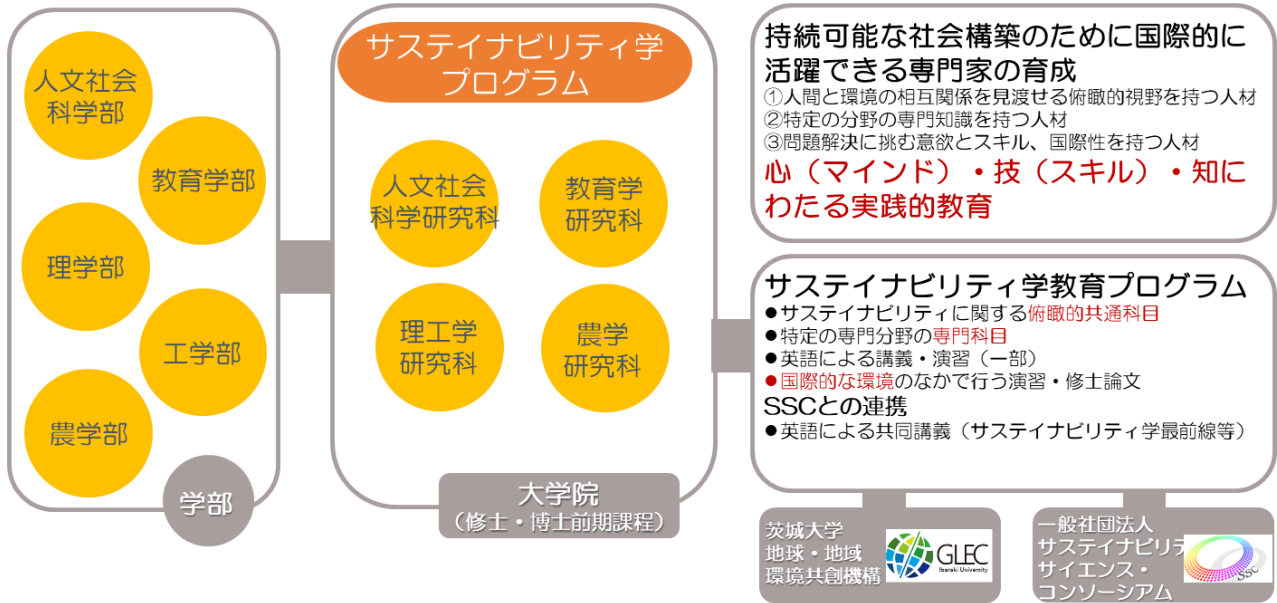


サステナビリティ学教育プログラムの修了者数

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
合計	30/30	40/35	21/21	30/30	18/17	12/13	19/16	16/17	12/10	13/13	8/8	10/10	3/3
理工学研究科 (工学系コース)	4/4	4/4	6/6	6/6	3/3	3/3	5/5	9/9	6/6	-	-	-	-
人文社会科学研 究科	0/0	5/0	1/1	1/1	1/0	0/0	3/0	1/1	2/0	2/2	2/2	2/2	1/1
教育学研究科	11/11	8/8	4/4	9/9	10/10	3/3	3/3	0/0	1/1	1/1	0/0	1/1	0/0
理工学研究科 (理学系プログラム)	8/8	7/7	5/5	10/10	4/4	6/6	2/2	5/5	2/2	2/2	0/0	1/1	0/0
理工学研究科 (工学系プログラム)	-	-	-	-	-	0/1	4/4	0/1	0/0	9/9	5/5	7/6	0/0
農学研究科	7/7	16/16	5/5	4/4	0/0	0/0	2/2	1/1	1/1	2/2	1/1	1/1	2/2

注) 左:茨城大学サステナビリティ学教育プログラム/右:SSC共同教育プログラムの修了者数をそれぞれ示す。

環境コミュニケーション、社会貢献、環境に関する教育



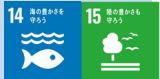
大学院 サステイナビリティ学教育プログラム

ベトナムでの国際実践教育演習（上、2019年度）と常総市での国内実践教育演習（下）



環境コミュニケーション、
社会貢献、環境に関する教育

2-2 水圏環境フィールドステーションにおける教育活動



教育拠点としての取組み

水圏環境フィールドステーションは、国内第2位の面積を誇る霞ヶ浦の湖畔に位置する臨湖実習施設です。霞ヶ浦は数万年前から約50年前までは海域～汽水域でしたが、1960年初頭の河口堰の建設によって淡水化されました。その後、流域からの流入負荷による水質悪化、治水・利水のための湖岸開発、水辺植物帯の劣化・消失、湖底の貧酸素化、ブラックバスやアメリカナマズなどの外来魚の侵入など、ほぼすべての湖沼環境問題に直面しています。霞ヶ浦流域の人口は約100万人に及び、流域の人間活動と湖沼環境との両立が長く課題となっており、さらに、平成23年3月以降、福島第一原子力発電所の事故による放射性物質の降下・蓄積という長期的に対処すべき新しい課題も生じています。一方で、現在でも国内有数の内水面漁獲量を維持し、きわめて高い生物多様性を有する豊かな湖でもあり、水質改善策や水辺植物帯の保全再生策、外来種対策などの諸施策が講じられているほか、水環境の復元のために河口堰の在り方を再検討する動きも出ています。このように、霞ヶ浦は、湖沼の自然史的理解、人間活動による湖沼環境の変化、湖沼の健全な

利用に関する教育・研究の絶好のフィールドであるため、本ステーションは我が国の湖沼環境とその利用に関わる教育・研究を担う施設として活動を行ってきました。



現在、国内外において湖沼の保全と健全な利用の重要性が認識されているなか、湖沼生態系、地質環境に関わる基本的メカニズムを理解し、持続可能な利用の方策・技術を生かすことのできる人材の育成が必要となっています。さらに、湖沼フィールドワークを取り入れた実践的教育・研究に対しても、生物学や地質学にとどまらず、教育学、工学、農学、環境科学など幅広い分野の学生に、自然を理解するための主体的教育の機会を与えるものとして高いニーズがあります。このような背景のもと、本ステーションは、「湖沼環境・生態系の保全と持続可能な利用に向けた霞ヶ浦流域環境科学フィールド教育拠点 (R5～R9年度までの名称)」として全国の大学に開かれた活動を展開したいと考えています(図1)。

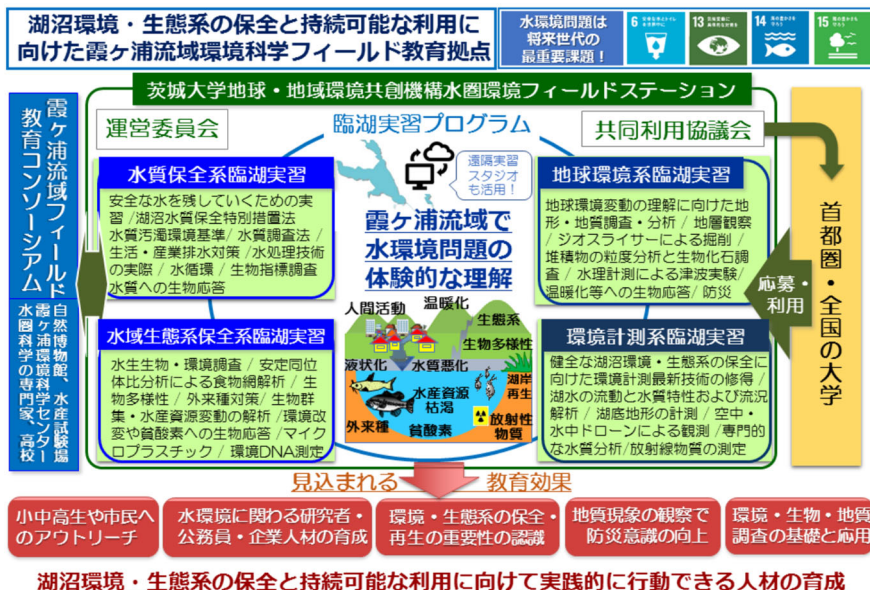


図1 湖沼環境・生態系の保全と持続可能な利用に向けた霞ヶ浦流域環境科学フィールド教育拠点の概要

公開臨湖実習等における環境教育

本ステーションでは、全国初の臨湖実験所の教育関係共同利用拠点として、学部生・大学院生に対して、湖沼の生物学や地質学に関する基礎的分野から流域管理、外来種対策、漁業資源の持続的利用等の応用的・発展的な教育の場を提供し、実習や演習を中心にした教育を継続して行っております。その一環として、毎年8～9月には日本全国の学部生・大学院生を対象とした公開臨湖実習を実施しております。令和4年度は例年通り計5コースの実習を対面とリモートを併用して開講いたしました。実習コースは以下のようになります。

公開臨湖実習 1：巨大湖の生態系と環境問題
—霞ヶ浦での調査・実験から理解する

公開臨湖実習 2：追跡！巨大ナマズ—湖沼の外来生物問題の最前線

公開臨湖実習 3：堆積環境調査実習—地層や地形の形成プロセスから過去を知るための観察・分析法

公開臨湖実習 4：巨大湖の生物多様性に迫る—実践的なフィールドワークと最新の分子生物学的手法から

公開臨湖実習 5：さまざまな最新調査ツールで霞ヶ浦の環境計測をしてみよう

前年度は新型コロナウイルスの感染拡大の影響から、当初予定していた公開臨湖実習すべてを完全オンラインでのリモート実習として開講しましたが、令和4年度は近隣の宿泊研修施設と連携することで上記5講座のうち3講座を対面実習として受け入れを再開し、残りの2講座は感染拡大の影響が残る中で、オンライン実習ならではの学外講師と連携した実習運営や受講者の利便性確保のほか、多様な学生の受け入れが可能であるという面などからオンラインでのリモート実習としての開講を継続しました。その結果、国公立・私立大学の学部生合わせ

て14大学、32名、延べ138名の受講がありました。リモートで開催した実習では、学生さんに実際に霞ヶ浦でのフィールドワークを体感していただくことはできませんでしたが、リアルタイムでの生物調査の中継や実験手順の解説、オンライン指導での参加学生さんが住んでいる遠隔地での野外調査の実施のほか、他大学協力教員による遠隔講義など、オンラインの特性を生かした実習が行われました（図2）。これらの実習では湖沼の環境や生息する生物の研究手法の習得のほか、霞ヶ浦が海であった数万年前から現在までの環境変遷や人の生活によってもたらされる環境変化が生物群集や生態系に及ぼしている影響、湖沼の環境問題の現状と対策などについても学習を行いました。例年、本ステーションの公開実習では、教育学部や農学部、工学部などに所属し、湖沼に関する授業を受けたことがない学生さんが受講されており、普段の授業で学ぶことが少ない学習内容に触れ、湖沼環境を多角的な視点から調べ、考え、理解するための方法を身につけてもらえればと考えています。

また、本ステーションでは公開実習以外にも、学内生向けの実習（図3）や他大学の実習、小中高生の課外授業、また、一般向けの自然観察会（図4）なども実施しており、多様な学習の機会を提供しています。今後も霞ヶ浦周辺地域をフィールドとした環境教育を継続して進めていきたいと考えています。

環境コミュニケーション、社会貢献、環境に関する教育

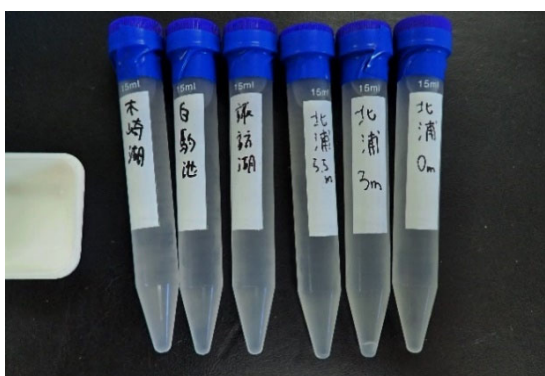


図2 リモート実習での湖沼調査の様子。採集道具や分析試薬を受講生に送付し、各自調査を実施した。



図3 本学理学部の実習風景。



図4 北浦沿岸で一般向けに行った自然観察会の様子。投網による魚類採集の実践や採集された魚類の生態解説を行った。

環境コミュニケーション、社会貢献、環境に関する教育

水圏環境フィールドステーションにおける教育・研究施設利用の現状

平成 25 年度の拠点認定以降、他大学等による共同利用校数が 22 校、共同利用者数が延べ 510 人・日へと急増し、その後、令和

元年度まで同程度で維持されているなど、順調な利用実績が得られてきましたが、令和 2 年度は新型コロナウイルスの感染拡大に伴う緊急事態宣言および外出自粛要請により、対面講義や宿泊を伴う

実習の中止、ステーション所属学生の入構制限、職員のテレワーク推進等が行われ、施設利用者数は大幅な減少となりました。しかし、令和 3 年度以降、リモート型オンライン実習の導入や近隣の宿泊研修施設と連携を図ることなどの対策により、共同利用校数・共同利用者数ともに回復の傾向が見えてきました。(図 5、表 1)。

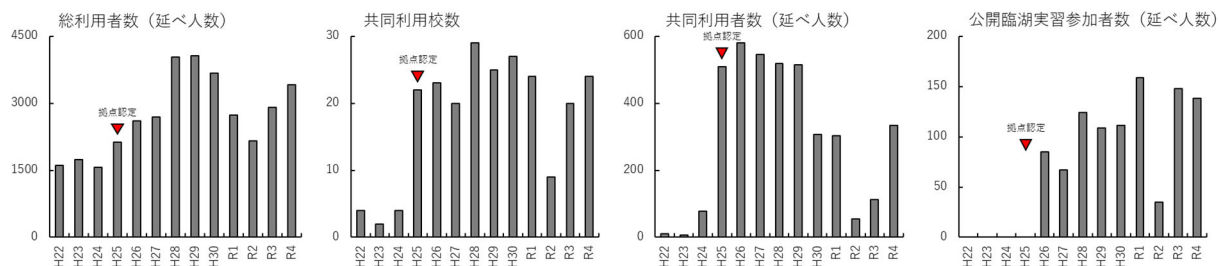


図 5 拠点認定前と認定後における総利用者数、共同利用校数、共同利用者数および公開臨湖実習参加者数の推移グラフ

表 1 平成 22 年度～令和 4 年度における総利用者数、共同利用校数、共同利用者数および公開臨湖実習参加者数の表。

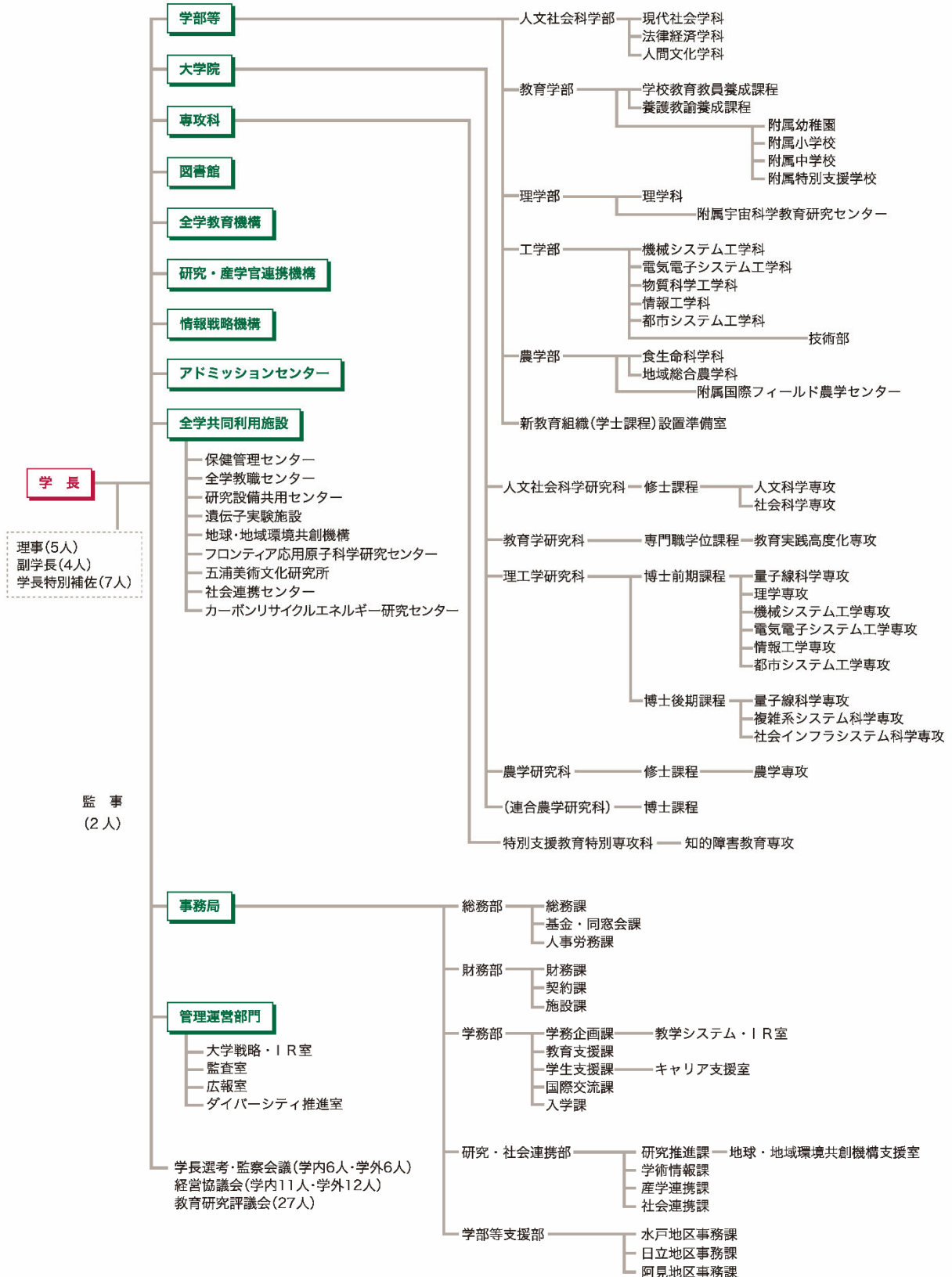
本ステーションは平成 25 年 8 月より教育関係共同利用拠点に認定されている。

総利用人数 (人)	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
		1610	1746	1559	2126	2599	2694	4032	4062	3674	2740	2155	2905
共同利用校数 (校)	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
	4	2	4	22	23	20	29	25	27	24	9	20	24
共同利用者数 (人)	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
	11	6	78	510	580	545	518	514	307	303	55	113	334
公開臨湖実習参加者数 (人)	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4
	0	0	0	0	85	67	124	109	111	159	35	148	138

3 大学概要

2023年7月1日現在

3-1 組織図



3-2 所在地

主なキャンパス

- ・水戸キャンパス
〒 310-8512 水戸市文京2-1-1
- ・日立キャンパス
〒 316-8511 日立市中成沢町4-12-1
- ・阿見キャンパス
〒 300-0393 稲敷郡阿見町中央3-21-1
- ・東海サテライトキャンパス
〒 319-1106 那珂郡東海村白方162-1

■水戸キャンパス

事務局
人文社会科学部、教育学部、理学部、図書館、全学教育機構、アドミッションセンター、保健管理センター、全学教職センター、情報戦略機構、研究設備共用センター、地球変動適応科学研究機関、社会連携センター、国際交流会館



■日立キャンパス

工学部
図書館工学部分館、情報戦略機構、社会連携センター日立分室



■東海サテライトキャンパス

フロンティア応用原子科学研究センター

- ①教育学部附属幼稚園・教育学部附属小学校
〒310-0011 水戸市三の丸 2-6-8
- ②教育学部附属中学校
〒310-0056 水戸市文京 1-3-32
- ③教育学部附属特別支援学校
〒312-0032 ひたちなか市津田 1955
- ④広域水圏環境科学教育研究センター
〒311-2402 潮来市大生 1375
- ⑤理学部附属宇宙科学教育研究センター
〒318-0022 高萩市石滝上台 627-1
- ⑥五浦美術文化研究所
〒319-1703 北茨城市大津町五浦 727-2

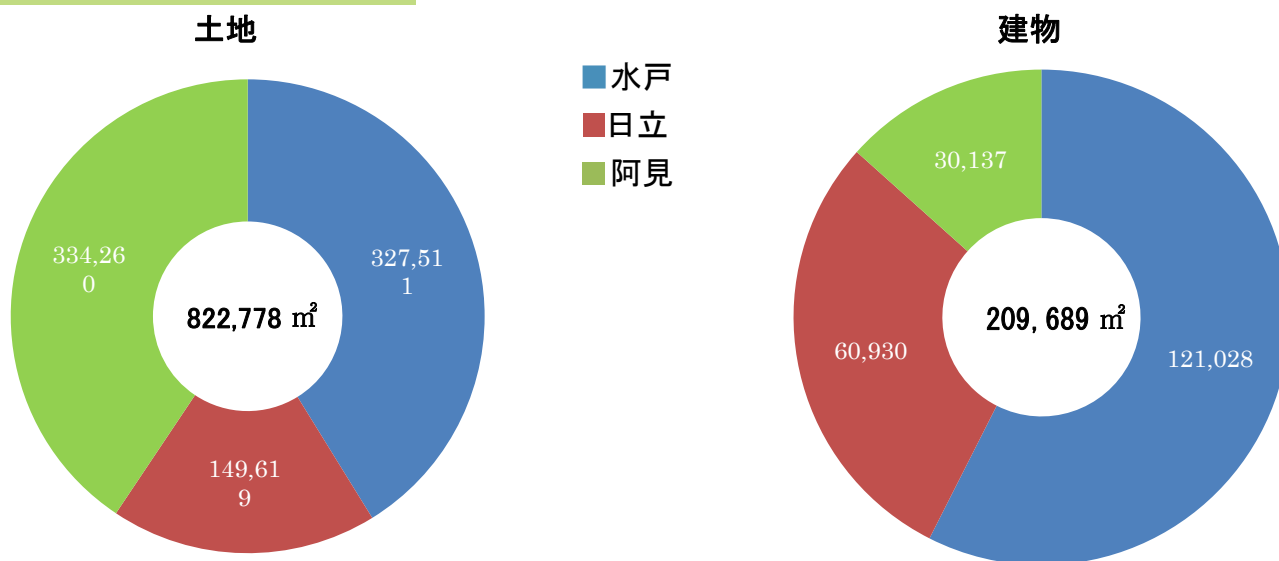
■阿見キャンパス

農学部、農学部附属国際フィールド農学センター、図書館農学部分館、情報戦略機構、遺伝子実験施設、社会連携センター阿見分室



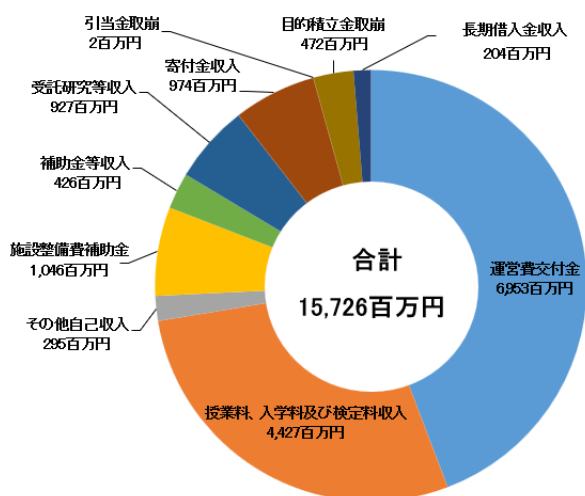
大学概要

3-3 土地・建物面積

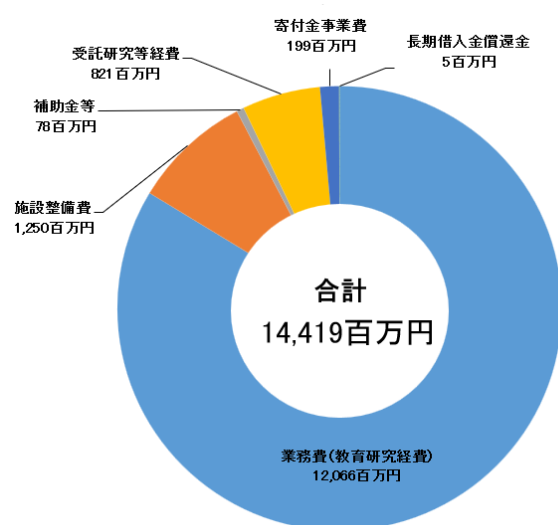


3-4 財政

● 収入 (2022 年度)



● 支出 (2022 年度)



3-5 学生・教職員数

2022 年 5 月 1 日現在
(単位:人)

	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
学部生	6,895	6,818	6,733	6,729	6,764
大学院生	1,142	1,166	1,135	1,178	1,216
大学院生(連合農学学科)	31	32	32	31	23
専攻科生(特別支援教育特別専攻科)	25	19	14	13	10
科目等履修生・研究生等	99	93	48	83	81
教育学部付属学校園 児童・生徒	1,235	1,230	1,231	1,208	1,209
常勤教職員	926	914	907	903	878
合計	10,353	10,272	10,100	10,145	10,181

基本理念

茨城大学は、人材育成と学術研究を通じて高度の専門的な職業人を養成することにより、社会の持続的発展への貢献を目指している。その為に、「地球環境問題」は優先的に取り組まなければならないグローバルな課題と認識し、本学でのいかなる活動においても環境負荷の低減に努め、環境教育の実践と環境保全や改善に関する研究を積極的に推進していく。

行動方針

- ・茨城大学は、環境に関する教育・研究の推進に努め、また、その教育・研究を生かした地域社会やその他関係者とのコミュニケーションを積極的に展開する。
- ・茨城大学は、本学での教育・研究及びその他あらゆる活動に伴って生じる環境負荷の低減に努める。
- ・茨城大学は、教職員及び学生等の大学構成員が協力し合い環境保全体制を構築し、快適な環境が持続されるように努力する。
- ・茨城大学は、本学での教育・研究及びその他あらゆる活動において、環境に関する法規、規制、条約、協定などを遵守する。
- ・茨城大学は、この環境方針を本学における全ての人々に公開・認知させ、広く実践していく。



4-2 グリーン化推進計画概要

茨城大学環境方針
基本理念・行動方針

財務施設委員会

茨城大学グリーン化推進計画
低炭素活動実践計画

【目標】

- ◇茨城大学（以下「本学」という。）の事務及び事業に伴う温室効果ガス（CO₂）排出量を、2019年度に比べて2030年度に少なくとも11%削減することを目標とする。
- ◇本実践計画の目標は、取組みの進捗状況や温室ガスの排出量の状況などを踏まえ、一層の削減が可能である場合に見直すこととする。

持続可能な調達に

- 関する活動・実践
- 物品等に関する持続可能な調達
 - 建材等に関する持続可能な調達

持続可能な水管理等に関する活動・実践

- 節水の取組
- 水の有効利用
- 排水の適切な管理

責任ある廃棄物管理・食品ロス削減等に関する活動

- 責任ある廃棄物等の管理
- オフィスゴミ等の削減等
- 食品ロスの削減等

低炭素化・SDGs実践等に向けた支援体制

- エネルギーのグリーン化等に向けた予算の配分
- 関係団体とのパートナーシップの構築・推進

低炭素化・SDGs実践等に向けた研究イノベーションと人づくり

- 研究及びイノベーションの促進
 - ◇研究強化促進方策等を通じた環境に関する研究の推進
 - ◇研究活動に対する支援
 - ◇民間企業との連携
- 教職員への研修・啓発及び活動支援
 - ◇環境シンポジウム、セミナー、講演会等の開催
 - ◇教職員による地域社会との環境配慮活動の促進
 - ◇教職員の研究活動への積極的参加の奨励
- 学生への教育・啓発及び活動支援
 - ◇環境教育への推進
 - ◇環境シンポジウム、セミナー、講演会等の開催
 - ◇学生による地域社会との環境配慮活動の促進
 - ◇学生の環境活動への積極的参加の奨励

低炭素化等に関する活動・実践並びに持続可能なエネルギーのグリーン化

- 省エネルギー・CO₂排出抑制
 - ◇施設の使用及び管理に当たっての配慮
 - ◇施設・設備の改善
 - ◇施設の新築・改修等に当たっての配慮
 - ◇事務事業に当たっての取組
- 再生可能エネルギー導入など
 - ◇再生可能エネルギー（バイオ燃料、燃料電池、太陽光発電、風力発電等）の導入
- CO₂吸収への取組
 - ◇キャンパスの緑化活動

4-3 目標と実施状況

2022年度の主な取組み活動

- ① 照明器具の更新についてはLED照明器具を使用し、空調機についても省エネ型の空調機に更新し空調制御機能を活用して電力節減対策を行いました。
- ② クールビズやウォームビズの実施や一斉休業の実施、空調機使用による適正室温維持の周知を行い光熱水量の縮減に努めました。
- ③ 共通教育棟1号館西棟 附属小学校資料センター改修に伴い照明をLED照明に更新して、電力節減対策を実施しました。
- ④ 共通教育棟1号館西棟 附属小学校資料センター、理学部K棟の一部、共通教育棟2号館の一部の空調機を省エネタイプの空調機に更新しました。

環境目標と実施内容

目的	目標	実施内容	実施状況
電気使用量の低減	前年度比1%低減	毎月の電気使用量をキャンパス毎に公表し、節電の励行を呼びかける	◎
		全学一斉休業の実施	◎
水使用量の低減	前年度比1%低減	毎月の水道水使用量を、キャンパス毎に公表し、節水の励行を呼びかける	◎
		使用量を毎月確認し、漏水の早期発見に努める	◎
		トイレの擬音装置の導入	◎
ガス使用量の低減	前年度比1%低減	毎月の都市ガス使用量を、キャンパス毎に公表し、空調設備の適正な温度設定の励行を呼びかける	◎
紙使用量の低減	前年度比1%低減	機器更新時に両面プリンターの導入の促進	◎
		用紙の両面利用(コピー、プリント)の促進	○
		情報端末機器を利用したペーパーレス会議の促進	○
		学内連絡などの学内 LAN 利用の促進	◎
廃棄物排出の低減	前年度比1%低減 廃棄物の適正処理	封筒再利用の促進	◎
		学内広報誌による紙・消耗品の再利用・完全利用の促進	◎
		再資源可能ゴミの再資源化	○
環境管理体制の確立	学内組織の見直し 充実	グリーン化推進委員会の推進、充実	○
		ISO環境マネジメントシステム導入の検討、準備	△

*実施状況 ◎:全学で実施 ○:ほぼ実施 △:未実施・検討中

環境マネジメントシステムの概要

4-4 マテリアルバランス

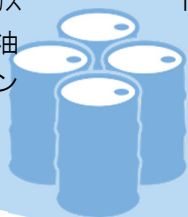
水戸・日立・阿見キャンパスのエネルギー・資源投入量及び本学の事業活動による環境負荷排出量を示します。

総温室効果ガス排出量の約78%は電力で占められており、節電やエコラベル製品への代替、LED照明器具への取替えなどで今後も環境負荷低減を推進します。



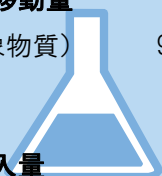
■総エネルギー投入量

電力	11,498MWh
都市ガス	618km ³
プロパンガス	1.30km ³
重油	0kl
ガソリン	8.8kl



■化学物質移動量

(PRTR 対象物質) 955.5kg



■水資源投入量

上水道	109,279 m ³
井戸水	1,266 m ³
合計	110,545 m³

■総物質投入量 (コピー用紙)

A3	237 千枚
A4	4,589 千枚
B4	96 千枚
合計	4,922 千枚



INPUT

学内活動



■温室効果ガス (t-CO₂) 排出量

電力	5,243
都市ガス	1,422
プロパンガス	7
重油	0
ガソリン	20
合計	6,692t-CO₂
()内は2021年度数値	(6,499t-CO ₂)
前年度比	+2.9%
2019年度比	-9.7%

■総排水量

110,545m³



■廃棄物など総排出量

可燃ごみ	340.0t
不燃ごみ	40.0t
合計	380.0t

【CO₂換算係数】

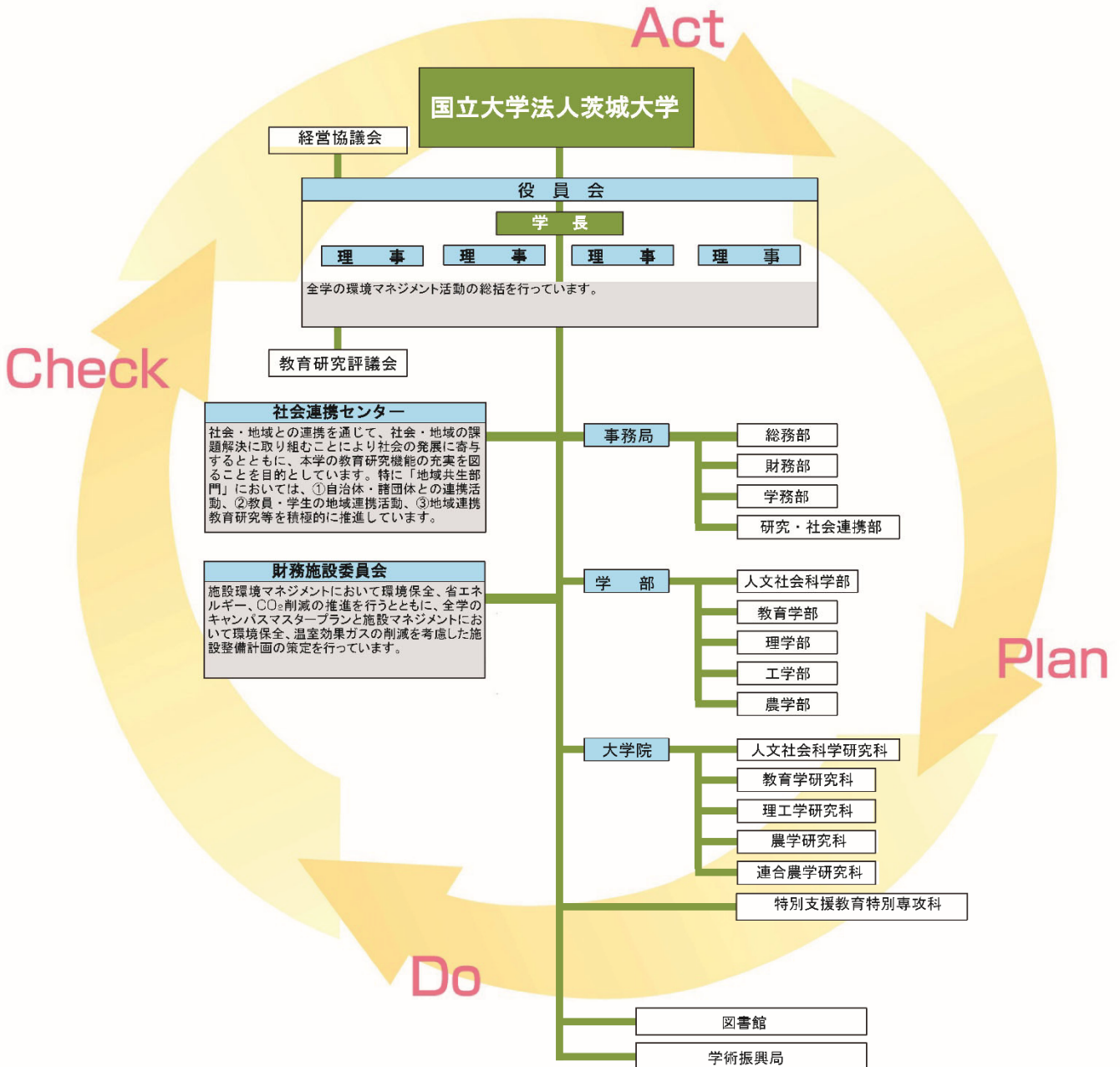
電力	0.456 kg-CO ₂ / Wh
都市ガス	2.23tCO ₂ /1,000Nm ³
ガソリン	2.32tCO ₂ /kl
プロパンガス	3.0 tCO ₂ /t

OUTPUT



4-5 環境管理体制

下図は茨城大学における環境マネジメントの概要を示したものです。本学においてはマネジメントの基本であるP-D-C-Aを各々の部署が役割を分担して、マネジメントを推進しております。



環境マネジメントシステムの概要

法規制順守などの状況

茨城大学が適用を受ける主な環境関連法規制の環境関係法令は下記のとおりです。

本学では、2022年4月1日から2023年3月31日までの間に、環境に関する訴訟や科料が科せられた事例はありませんでした。

(1) 取り組みおよび対応状況

環境に関する法規制については、法令、茨城県条例、関係市条例、学内規程などの順守はもとより、地域の動向を考慮し、積極的に対応しています。

(2) 主な環境関係法令

①公害関連法規制

大気汚染防止法、水質汚濁防止法、下水道法、土壤汚染対策法など。

②エネルギー関連法規制

エネルギーの使用の合理化に関する法律、地球温暖化対策の推進に関する法律など。

③廃棄物関連法規制

廃棄物の処理及び清掃に関する法律、PCB 特別措置法、建設リサイクル法など。

④フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律（フロン排出抑制法）

⑤化学物質関連法規制

労働安全衛生法、PRTR 法、高圧ガス保安法、毒物及び劇物取締法など。

⑥放射性同位元素関連法規制

放射線障害防止法、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律など。

⑦グリーン調達関連法

グリーン購入法、環境配慮契約法など。

⑧環境情報開示関連法

環境配慮促進法

⑨建築物関連法

建築基準法、消防法、水道法、下水道法、浄化槽法など。



実験廃液

本学の研究室などで使用された化学物質などの廃液は排出場所ごとに回収され産業廃棄物（又は、一部特別管理産業廃棄物）として専門業者により適正に処理されています。

化学物質の排出量・移動量およびその管理の状況

茨城大学の化学物質管理は、PRTR法（「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」）や、労働安全衛生法、消防法、毒物及び劇物取締法への対応、および環境マネジメントシステム構築への対応も考慮し、化学物質管理システムを導入し、薬品のビン1本1本に管理用番号（バーコード）をつけ、各研究室で「いつ」、「誰が」、「どこの」、「何を」、「何のために」、「どれだけ購入したか、どれだけ使ったか」を正確に記録し、管理しています。

このシステムは学内ネットワークに接続され研究室のパソコンからアクセスが可能です。

PRTR法届出関係

2022年度1年間水戸・日立・阿見の各キャンパスでは、PRTR法に基づく化学物質の使用量や移動量の届出量に達する化学物質はありませんでした。

各キャンパスで使用したPRTR法特定第一種指定化学物質及び第一種指定化学物質は下記の表の通りです。

キャンパス別のPRTR物質の使用量

2022年度	排出量(kg)			
	水戸	日立	阿見	合計
特定第一種指定化学物質	18.7	2.4	6.6	27.7
第一種指定化学物質	469.4	356.1	102.3	927.8
合計	488.1	358.5	108.9	955.5

排水の水質対策

本学の排水系統は、キャンパス構内で雨水排水、生活排水、実験洗浄排水の3つに分割して管理しています。生活排水と実験洗浄排水はキャンパス内の最終柵にて合流し、雨水排水は単独で都市排水路から公共水域へ排水しています。

水戸・日立・阿見キャンパスの実験洗浄排水はpH監視を経て、生活排水と合流し公共下水へ接続しています。各キャンパスでは、生活排水と実験洗浄排水が合流する最終排水柵で、専門業者に依頼し、水質分析を行っています。排水基準を満たさないpHの場合には、公共下水道に流さないように措置しています。

また、3キャンパス以外の施設においては雨水排水、生活排水の2つに分割して管理しており、生活排水は、公共下水に接続している施設と浄化槽で処理している施設があります。公共下水に接続している施設は、教育学部附属幼稚園、小学校、中学校、各学生宿舎、各職員宿舎、水圏環境フィールドステーションであり、その他の施設は浄化槽で処理したのち公共水域に排水しています。

排気ガス（硫黄酸化物SOx、窒素酸化物NOx）対策

本学では、暖房用重油だきボイラーが教育学部附属中学校、特別支援学校に各1基ずつ設置されましたが現在は撤去済みとなっております。2022年度は水戸学生寮にヒートポンプ式給湯器を導入、農学部では農機具の使用前点検を実施する等、排気ガス低減のための対策を進めております。

環境に関する規制順守の状況

放射性同位元素

本学では、水戸キャンパス理学部R I施設、阿見キャンパス農学部R I施設で、放射性同位元素などを用いた教育研究を行っています。上記2施設は原子力規制委員会から放射性同位元素などの使用承認を受けています。

法に基づき、年1回放射線管理状況報告書を原子力規制委員会へ提出しています。また、各施設は法に基づき、毎月1回、表面汚染密度測定、空間線量当量率、空气中放射性物質濃度測定を専門業者に依頼して行っています。2022年度の毎月の測定結果は全て基準値内であることが確認されています。

国際規制物資

本学では、水戸キャンパス、日立キャンパス、阿見キャンパスで国際規制物資（核燃料物質）を管理・保管しております。これらの物質については原子力規制委員会より国際規制物資の使用承認を受け、法に基づき、年2回核燃料物質管理報告書を原子力規制委員会に提出しています。

PCB 廃棄物の取扱い

茨城大学では周辺汚染のないようにPCB廃棄物（高濃度、低濃度）を2014年度に処理会社に委託して処分し、2017年3月に低濃度PCB廃棄物が含まれていることが判明した高圧コンデンサについても、2018年1月に処理会社に委託し処分しました。

なお、2018年3月及び2021年3月に実験用小型コンデンサ類に低濃度PCB廃棄物が含まれていることが判明したため、周辺汚染がないように管理しています。

また、処分については、判明した一部を2020年3月及び2022年3月に処理会社へ委託し、処分しました。

ダイオキシン対策

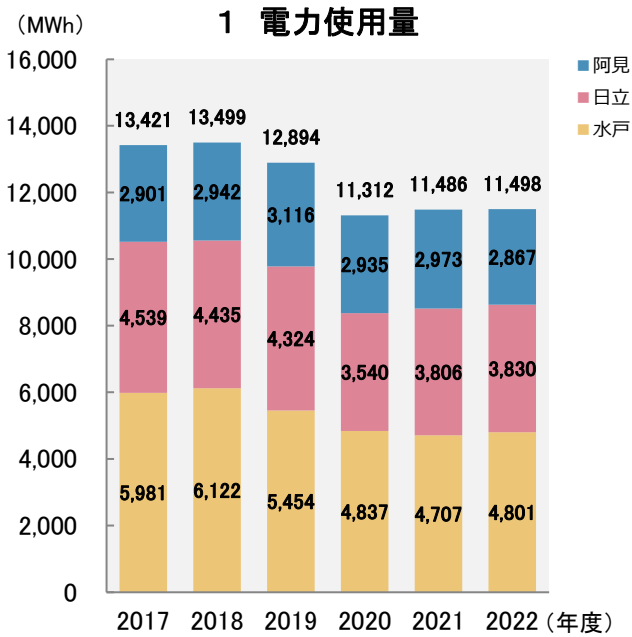
1997年8月に大気汚染防止法施行令の改正などが行われ、ダイオキシンの排出規制基準が定められました。

当時、茨城大学では、水戸・日立・阿見キャンパスに可燃ごみ用の小型焼却炉、また、阿見キャンパスでは中小動物専用の小型焼却炉もありました。これら既設の焼却炉は、2002年度からさらに規制が強化され、焼却炉も老朽化したことから、2001年度に全学の焼却炉の使用を禁止、可燃ごみの処理については全て専門業者への外注処分としました。その後、焼却炉を廃止しました。

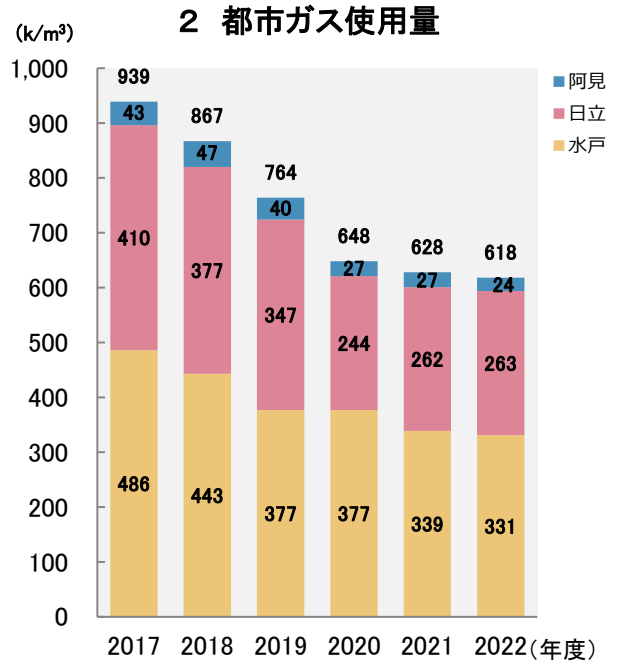
また、大学キャンパス内での焼却によるダイオキシンの発生を防止するため、構内清掃時の落ち葉やごみのたき火による焼却処分を禁止しました。



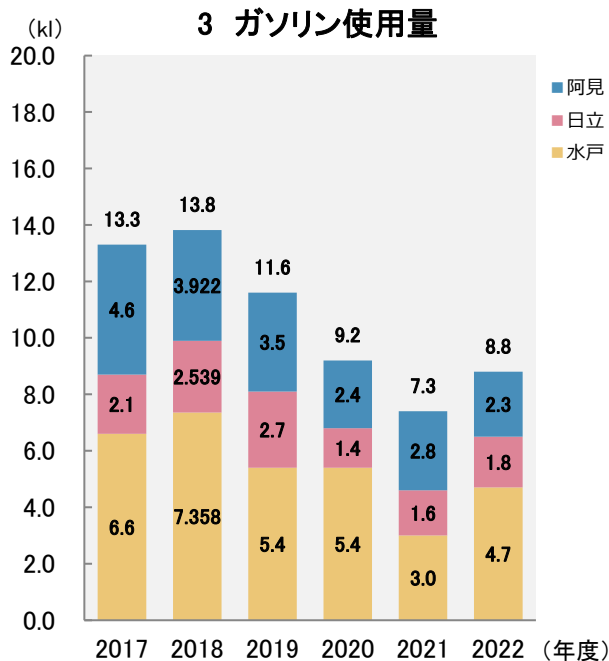
光熱水量は教育・研究活動の再開により前年度より増加傾向



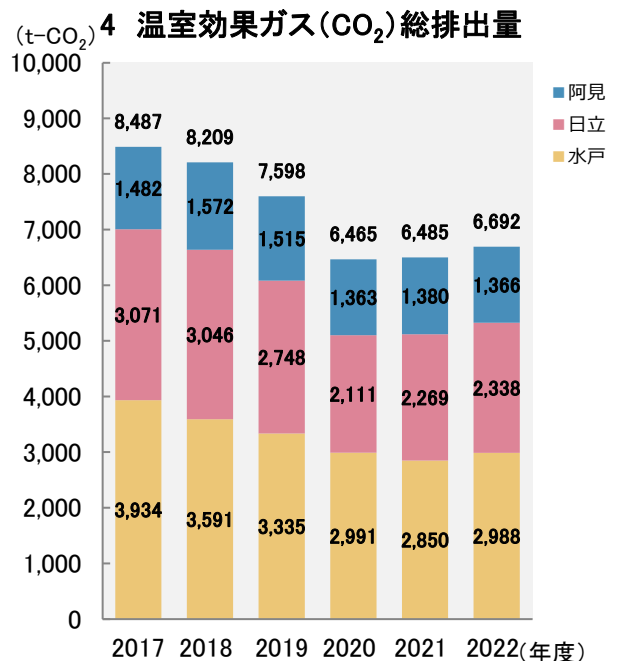
電力使用量については毎月の使用量を学内会議などで開示しています。前年度比約0.1%の増加となりました。今後も引き続き各キャンパスで節電省エネ活動を行います。



都市ガス使用量については毎月の使用量を学内会議等で開示しています。都市ガス使用の主要機器であるガス式空調機について省エネ機器に更新するなどして、前年度比約1.6%の削減となりました。今後も引き続き各キャンパスで省エネ活動を行います。



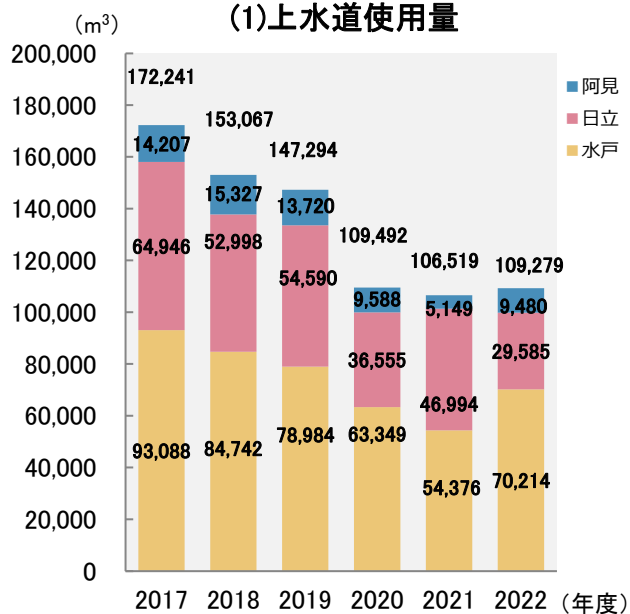
本学のキャンパス施設は茨城県内に分散しており、キャンパス間の連絡等のための業務用自動車(自動車、マイクロバス等)が使用されています。前年度比約20%の増加となりました。引き続きアイドリングストップの励行、テレビ会議システムの利用促進等を図り使用量の低減を推進します。



温室効果ガスについては年間の排出量を環境報告書等で開示しています。前年度比では約2.9%増加となりました。

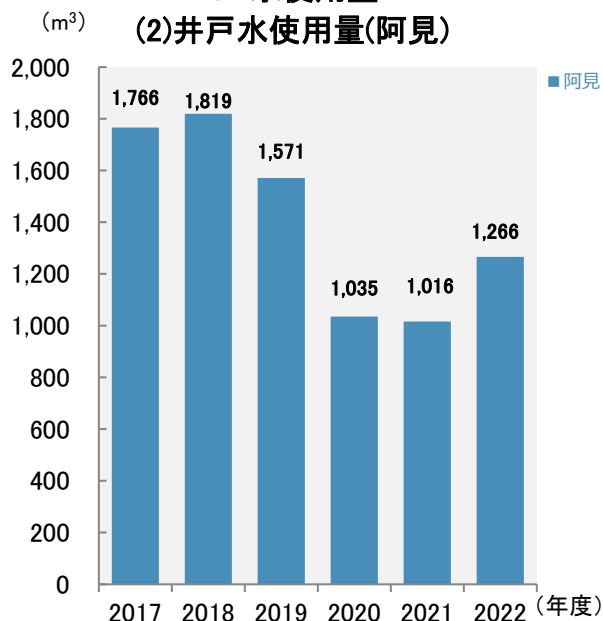
環境負荷とその低減活動

5 水使用量 (1)上水道使用量



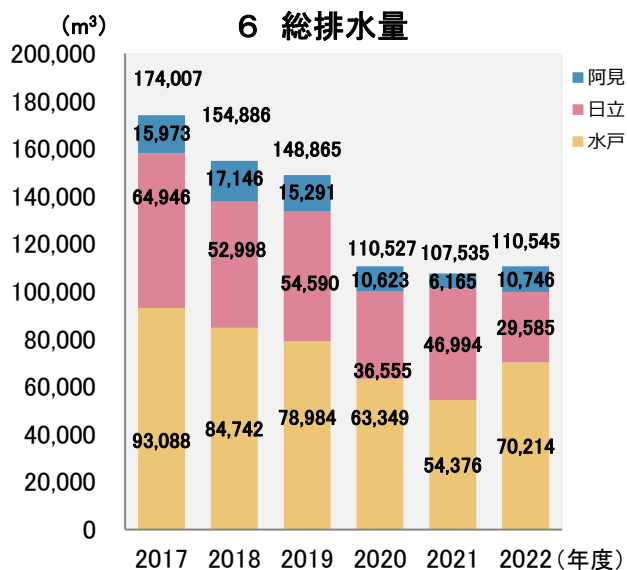
水使用量(上水道)については毎月の使用量を学内会議等で開示しています。前年度比、約2.6%の増加となりました。引き続き、節水活動の推進に努めます。

5 水使用量 (2)井戸水使用量(阿見)



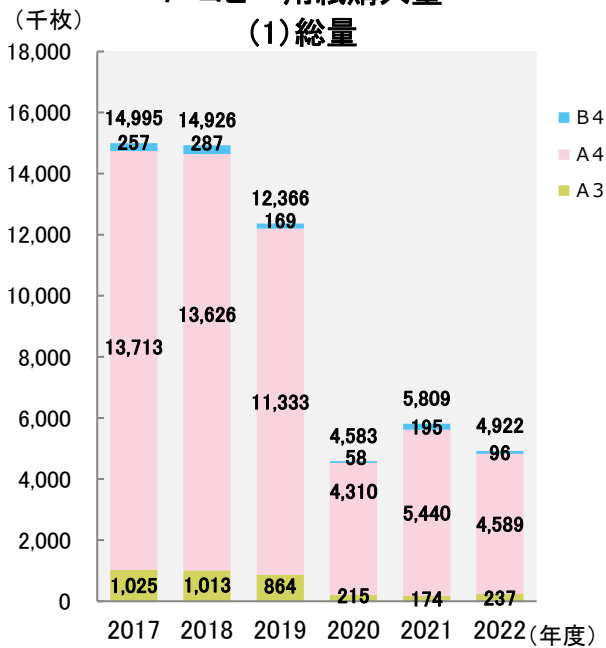
阿見キャンパスでは、トイレの洗浄水等の用途に井戸水を使用しています。井戸水の使用量は前年度比約25%の増加となりました。引き続き、節水活動の推進に努めます。

6 総排水量

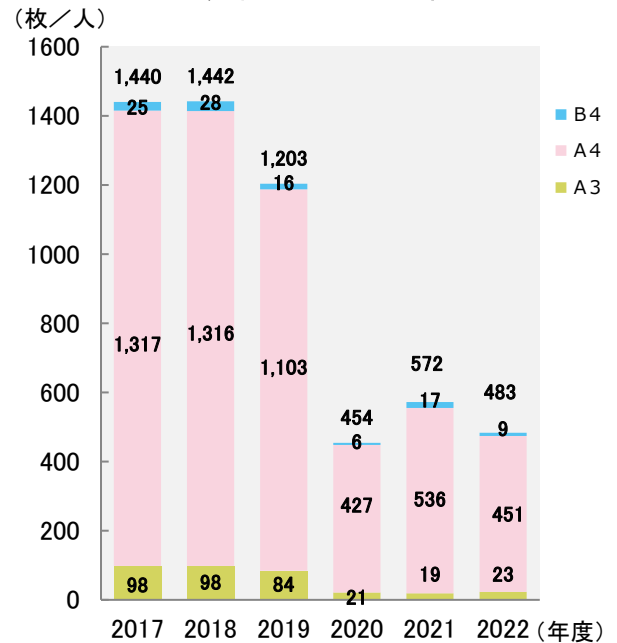


総排水量絶対値は、水戸・日立キャンパスは上水道使用量で、阿見キャンパスは上水道+井戸水使用量です。総排水量については、「5 水使用量」に記載した内容が反映されています。

7 コピー用紙購入量
(1) 総量

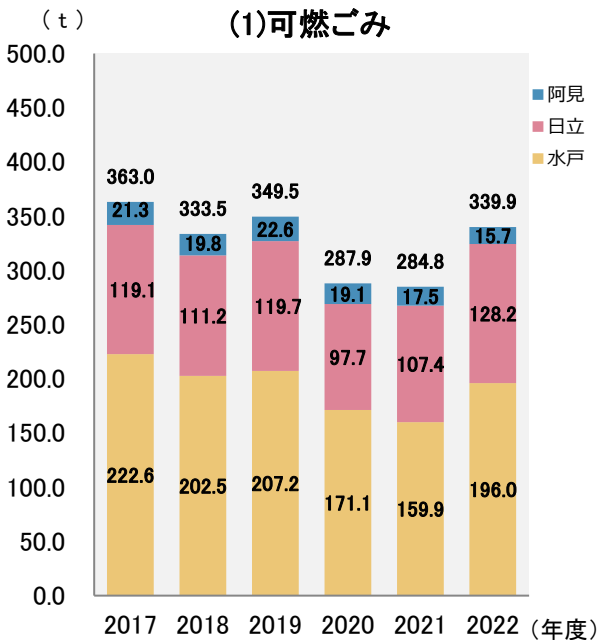


人数単位(コピー用紙)



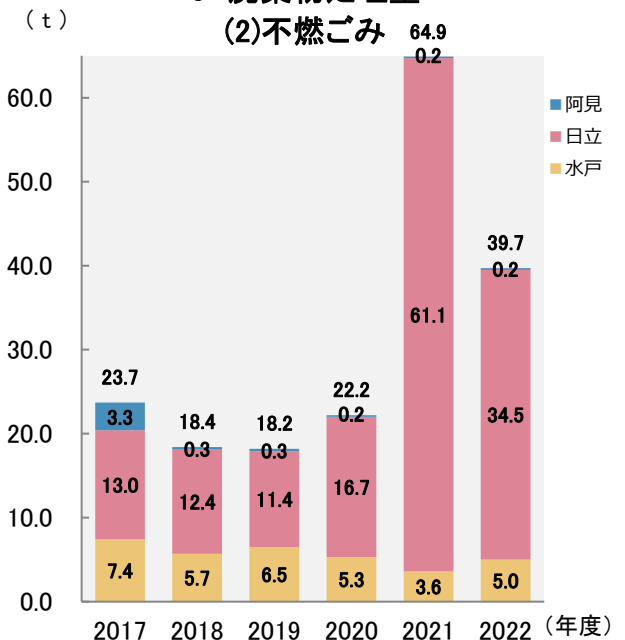
前年度に引き続き、コピー時の両面印刷の徹底、ペーパーレス会議の利用促進等を行っています。総購入量は前年度比約15%の削減となりました。書類の電子化、必要最低限のコピー枚数使用や使用済みの紙の二次使用などペーパーレス化を更に推進し、使用量を削減します。

8 廃棄物処理量
(1) 可燃ごみ



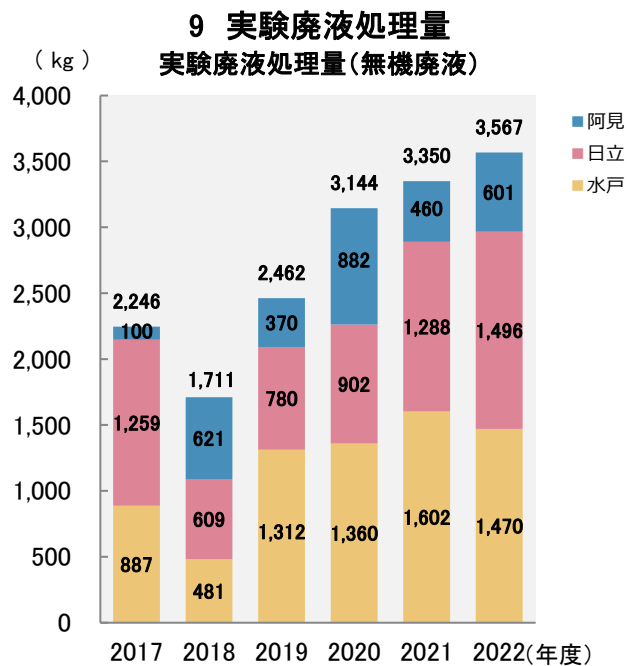
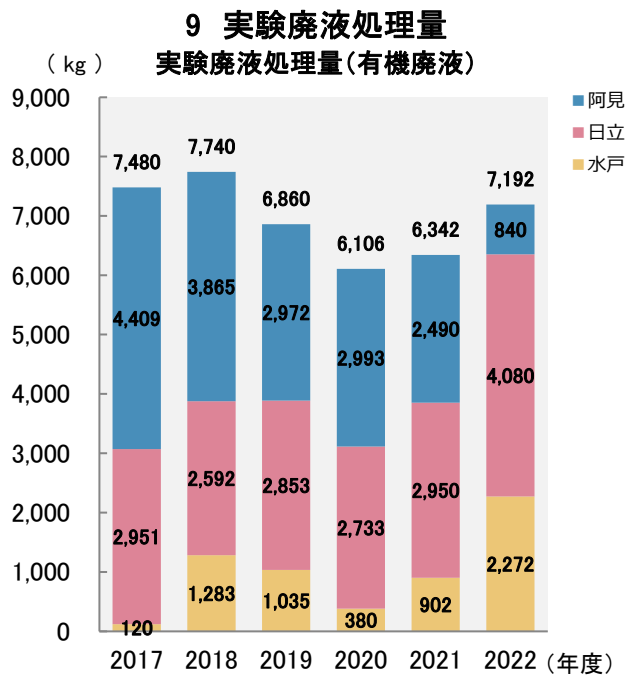
全学で紙類の分別回収(リサイクル)を行い可燃ごみ廃棄物の削減に努めましたが、前年度比約19%の増加となりました。

8 廃棄物処理量
(2) 不燃ごみ



全学でペットボトル・空き缶・空き瓶の分別回収や、学内 LAN の掲示板に事務用機器の不用品の再利用の掲示を行う等、不燃ごみ廃棄物の削減に努めております。2021年度の日立地区増加要因は改修工事に伴う不要物品の廃棄となります。2022年度においても過去に比べ増加傾向です。

環境負荷とその低減活動



実験廃液は、各キャンパスで専門業者に処理を依頼しています。各キャンパスで年度ごとの処理量の増減があるのは、実験・研究内容の変化によるものです。

10 グリーン購入・調達

2022年度は、おおむね100%となりました。





茨城大学 2023 環境報告書は、環境省「環境報告ガイドライン 2012」に基づき作成されました。下の表はガイドラインで記載が求められている 5 分野の項目と、本報告書で記載した項目との対照表です。

環境報告書の記載項目	記載頁	記載がない場合の理由他
環境報告の基本的事項		
1. 報告にあたっての基本的要件		
(1)対象組織の範囲・対象期間	目次頁	
(2)対象範囲の捕捉率と対象期間の差異	30、31	
(3)報告方針	目次頁	
(4)公表媒体の方針等	目次頁	
2. 経営責任者の緒言	1	
3. 環境報告の概要		
(1)環境配慮経営等の概要	33～35	
(2)KPIの時系列一覧	37～40	
(3)個別の環境課題に関する対応総括	35	
4. マテリアルバランス	36	
「環境マネジメント等の環境配慮経営に関する状況」を表す情報・指標		
1. 環境配慮の方針、ビジョン及び事業戦略等		
(1)環境配慮の方針	33	
(2)重要な課題、ビジョン及び事業戦略等	33、34	
2. 組織体制及びガバナンスの状況		
(1)環境配慮経営の組織体制等	30、31、37	
(2)環境リスクマネジメント体制	33	
(3)環境に関する規制等の遵守状況	38～40	
3. ステークホルダーへの対応の状況		
(1)ステークホルダーへの対応	2～29	
(2)環境に関する社会貢献活動等	2～29	
4. バリューチェーンにおける環境配慮の取組状況		
(1)バリューチェーンにおける環境配慮の取組方針、戦略等	—	教育、研究機関のため非該当
(2)グリーン購入・調達	44	
(3)環境負荷低減に資する製品・サービス等	—	教育、研究機関のため非該当
(4)環境関連の新技术・研究開発	2～23	
(5)環境に配慮した輸送	—	教育、研究機関のため非該当
(6)環境に配慮した資源・不動産開発／投資等	—	教育、研究機関のため非該当
(7)環境に配慮した廃棄物処理／リサイクル	43、44	
事業活動に伴う環境負荷及び環境配慮等の取組みに関する状況を表す情報・指標		
1. 資源エネルギーの投入状況		
(1)総エネルギー投入量及びその低減対策	36、37、41	
(2)総物質投入量及びその低減対策	36、37、41	
(3)水資源投入量及びその低減対策	36、37、42	
2. 資源等の循環的利用の状況(事業エリア内)	—	特になし
3. 生産物・環境負荷の産出・排出等の状況		
(1)総製品生産量又は総商品販売量等	—	教育、研究機関のため非該当
(2)温室効果ガスの排出量及びその低減対策	36、37、41	
(3)総排水量及びその低減対策	36、37、42	
(4)大気汚染、生活環境に係る負荷量及びその低減対策	39、40	
(5)化学物質の排出量、移動量及びその低減対策	37、39、40	
(6)廃棄物等総排出量、廃棄物最終処分量及びその低減対策	43	
(7)有害物質等の漏出量及びその防止対策	44	
4. 生物多様性の保全と生物資源の持続可能な利用の状況	26～29	
「環境配慮経営の経済・社会的側面に関する状況」を表す情報・指標		
1. 環境配慮経営の経済的側面に関する状況		
(1)事業者における経済的側面の状況	32	
(2)社会における経済的側面の状況	—	教育、研究機関のため非該当
2. 環境配慮経営の社会的側面に関する状況	34、37	
その他の記載事項等		
1. 後発事象等		
(1)後発事象	—	特になし
(2)臨時的事象	—	特になし
2. 環境情報の第三者評価等	45	

評価者コメント

本報告書全体を通して、環境省「環境報告ガイドライン 2012」を十分に考慮し、準拠性のある内容が記載されていることを確認しました。また、外部の専門家の評価による信頼性の向上に努めていることを評価します。

今年度も本学における教育、研究活動の SDGs への対応について紹介しました。国内外で活動が展開されつつある SDGs への対応については本学では既に 2006 年から取り組まれております。その結果、インパクトランキング 23 では 4 つのゴールが国内最高レベルの評価を受けました。また、高校生など Z 世代の SDGs への関心にこたえるべく活動も展開していることを評価します。

評価者 2023 年 9 月

津上 昌平

- ・環境マネジメントシステム審査員(JRCA)
- ・技術士(環境部門)
- ・環境カウンセラー(事業者部門)

茨城大学グリーン化推進ワーキンググループ

メンバー:	野田 真里	人文社会科学部	教授
	榊 守	教育学部	教授
	西川 浩之	理学部	教授
	境田 悟志	工学部	助教
	内田 晋	農学部	准教授
	青木 香代子	全学教育機構	准教授
	森安 伸介	財務部契約課	課長
	出原 丈也	財務部施設課	課長
	鈴木 和美	研究・社会連携部 研究推進課	課長

※事務局

財務部施設課施設企画グループ

高松・波田野

TEL : 029-228-8041・8830

Mail : sisetukikaku@ml.ibaraki.ac.jp



ブロンズ像「フローラー花の女神ー」

茨城大学創立 70 周年を記念して本学卒業生の彫刻家 能島征二氏（日本芸術院会員）よりブロンズ像が寄贈され、令和元年 5 月 21 日に水戸キャンパスの図書館前に設置しました。この作品は、両腕に布を持ち、しなやかに女神が舞う姿を表現しています。