



茨城大学
Ibaraki University

2024 環境報告書

Environmental Report 2024



■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

2023 年度(2023 年 4 月 1 日～2024 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 大学概要	P 2
1-1 組織図	
1-2 所在地	
1-3 土地・建物面積	
1-4 財政	
1-5 学生・教職員数	
2 環境マネジメントシステムの概要	P 5
2-1 茨城大学環境方針	
2-2 グリーン化推進計画概要	
2-3 目標と実施状況	
2-4 マテリアルバランス	
2-5 環境管理体制	
3 環境配慮のための研究活動	P10
3-1 気候安全保障論についての研究 —安全保障上の脅威としての気候変動—	
3-2 干し芋残渣削減を目指した地域課題解決プログラムの開発 ～干し芋の残渣削減プロジェクト（HZP）～	
3-3 太陽活動が起こす宇宙環境変化による宇宙天気災害のための 対策	
3-4 気候変動対策体験システムの検討	
3-5 ネムリユスリカと SDGs	
4 環境コミュニケーション、社会貢献、環境に関する教育	P29
4-1 サステナビリティ学教育プログラム	
4-2 水圏環境フィールドステーションにおける教育活動	
5 環境に関する規制順守の状況	P35
6 環境負荷とその低減活動	P38
7 環境省ガイドラインとの比較	P42

学長緒言



令和6年9月25日

国立大学法人茨城大学学長

太田寛行

2024 年、茨城大学は創立 75 周年、創基 150 年を迎えました。75+75 年として捉えれば、次なる 75 年を展望するタイミングの年です。ここでは、75 年前の第一回入学式で鈴木京平学長が語った式辞のなかで、“野心満々たれ”という結びの言葉の前にあるパラグラフに着目して、展望の方向を考えてみたいと思います。

着目したのは、そのパラグラフの後半で、以下のような語りです：「茨城の地は日本歴史上文教の地として異彩を放っている。時勢は移り世は変わったが、日本文化の中心地となるような立派な学風を樹立してもらいたい。」。さて、その“立派な学風”とは何か？そして、その学風を私たちはどのように築いてきたのでしょうか？その紐解きとして、茨城大学設立(1949 年)と同じ年に大学が独自に設置した“茨城大学涸沼(ひぬま)研究室”から始まる研究史を辿ってみます。

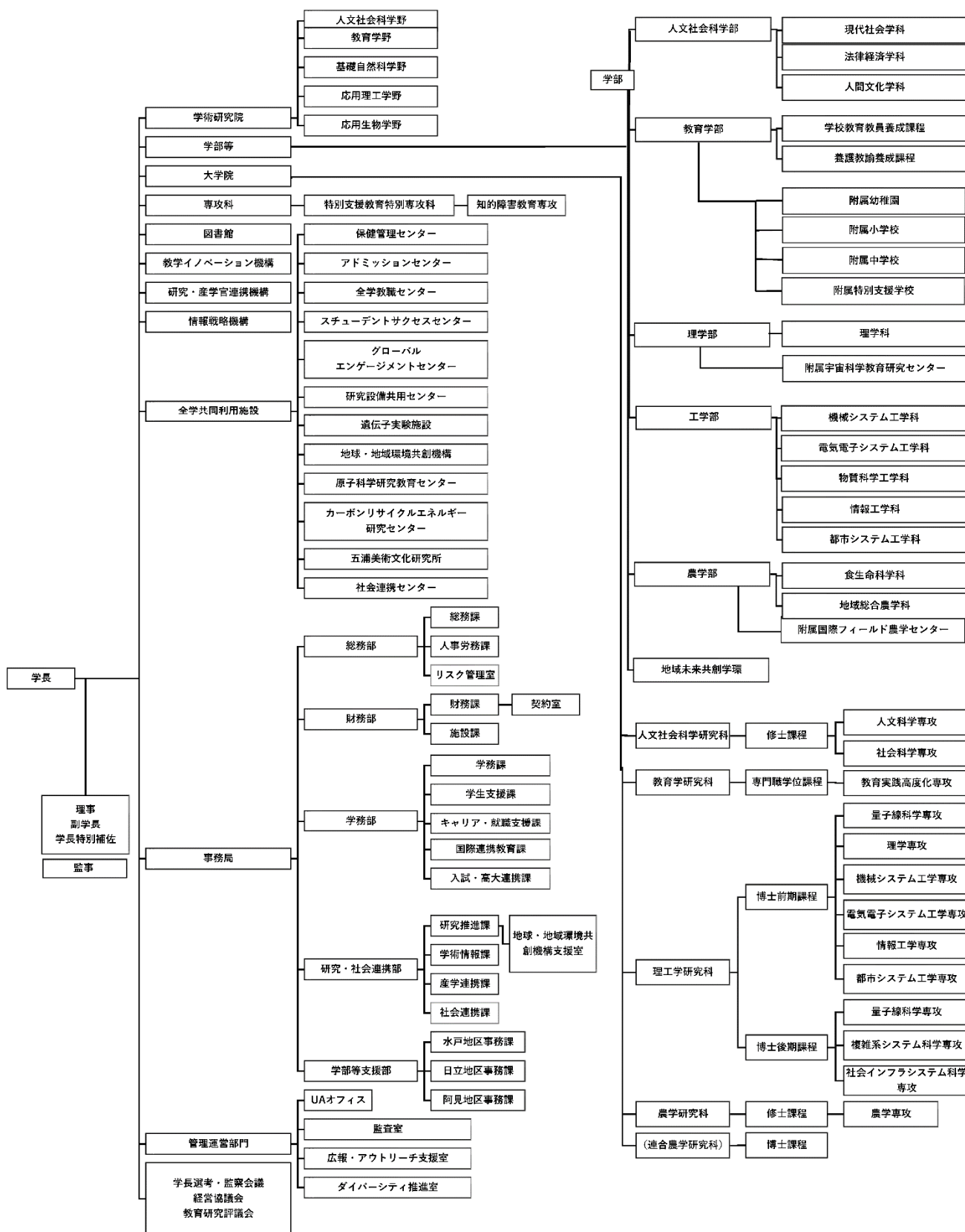
涸沼研究室は、汽水湖として古くから注目されていた涸沼湖岸の民家の一室を借りて設置され、卒業研究も直ちに始まりました([茨城大学 周年史より](#))。1967 年には、正式に国から認められ“理学部附属臨湖実験所”として官制化され、発展的拡大として 23 年後(1972 年)、研究室は涸沼から霞ヶ浦水域(北浦)に移転。さらにその 25 年後(1997 年)には、“広域水圏環境科学教育研究センター”として再出発しました。涸沼の環境を研究対象として、民家の一室を借りて始まった研究が、環境科学を掲げる研究センターにまで展開したのです。さらにまた、その 23 年後(2020 年)に、環境の現場を扱うフィールド科学を推進してきた広域水圏環境科学教育研究センターは、環境変動の予測・政策の研究に重点をおいてきた“地球変動適応科学研究機関”と組織統合し、“地球・地域環境共創機構”という地球規模の環境までも総合的に扱う研究組織になりました。

大学設立のときに託された“立派な学風”とは何か？は、今後も問われ続けるでしょう。その節目の時点で、この 75 年を振り返り、以上に記した環境をめぐる研究史を辿れば、“学風”の土台は、環境と人間の関係の在り方を科学的に問い続ける姿勢と言えるかもしれません。次なる 75 年に向けて、2023 年には、カーボンリサイクルエネルギー研究センターが日立キャンパスで立ち上がり、地球温暖化をもたらす大気中の CO₂を「回収」、燃料に「合成」、エネルギー「利用」という 3 つの循環システムを一貫して扱う研究がスタートしました。これは、環境変動の解析から、環境変動の緩和というアクションへのシフトです。来年度からは、阿見キャンパスでも、農業現場での温室効果ガスの発生抑制をめざす技術開発の研究センターが設置されます。「人間が環境をどう変えたか？変えているか？」から、「その負の変化を人間がどれだけ緩和できるか？」へのシフトこそが、これから先の 75 年に向けた本学の環境をめぐる研究の方向性になると思います。

私は、“環境と人間の関係の在り方を科学的に問い続ける姿勢”を本学の学風の土台と考えました。そう考えると、この環境報告書も次なる 75 年に向けて、新たな意義が見えてくると思います。それは、この先の本学の環境科学研究の展開を記録することによって、時勢が移り変わっても変わらない本学の学風の土台を示していくことだと思います。

最後に、2024 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。

2024 年 4 月 1 日現在



1-2 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、地域未来共創学環、図書館、教学イノベーション機構、情報戦略機構、保健管理センター、アドミッションセンター、全学教職センター、スチューデントサクセスセンター、グローバルエンゲージメントセンター、研究設備共用センター、地球・地域環境共創機構、社会連携センター



■日立キャンパス

工学部

図書館工学部分館、研究・産学官連携機構、情報戦略機構、カーボンサイクルエネルギー研究センター、社会連携センター日立分室



■東海サテライトキャンパス

原子科学研究教育センター

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水圏環境フィールドステーション
〒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

日立キャンパス

東海サテライトキャンパス

水戸キャンパス

阿見キャンパス

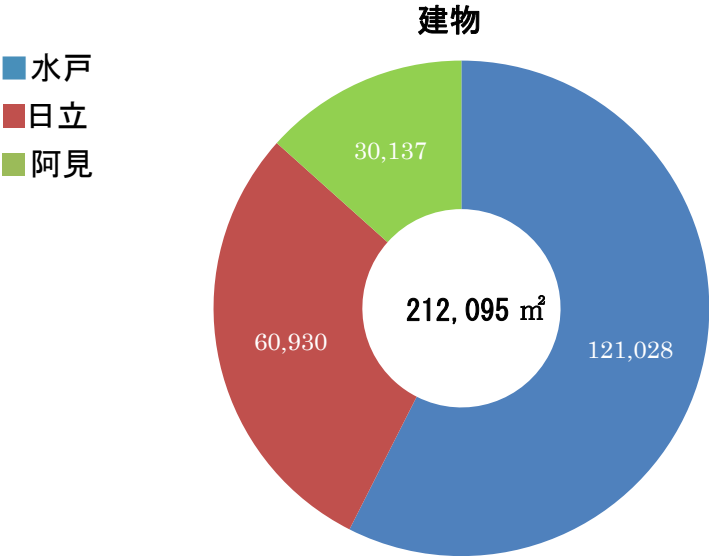
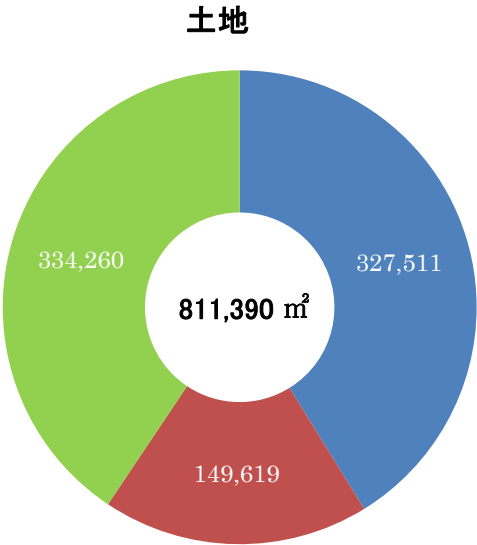
■阿見キャンパス

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

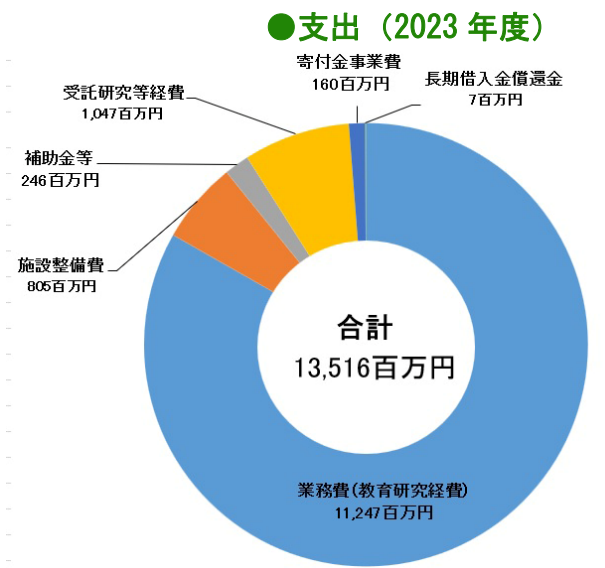
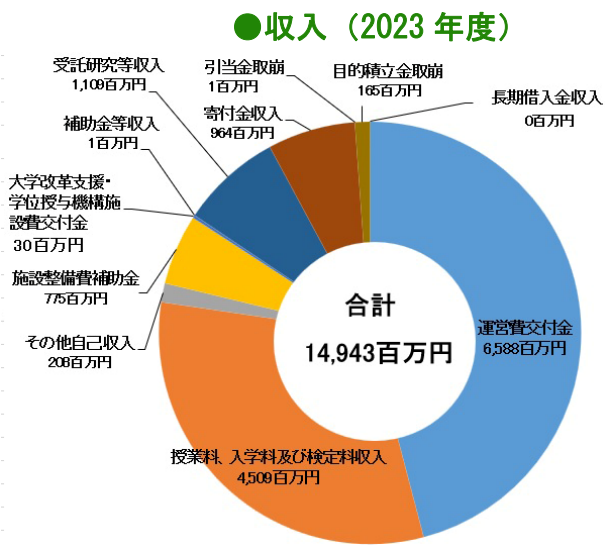


大学概要

1-3 土地・建物面積



1-4 財政



1-5 学生・教職員数

2023 年5月1日現在
(単位: 人)

	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
学部生	6,818	6,733	6,729	6,764	6,750
大学院生	1,166	1,135	1,178	1,216	1,254
大学院生(連合農学学科)	32	32	31	23	22
専攻科生(特別支援教育特別専攻科)	19	14	13	10	18
科目等履修生・研究生等	93	48	83	81	110
教育学部付属学校園 児童・生徒	1,230	1,231	1,208	1,209	1,203
常勤教職員	914	907	903	878	865
合 計	10,272	10,100	10,145	10,181	10,222

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。



2-2 グリーン化推進計画概要



2-3 目標と実施状況

2023年度の主な取り組み活動

- 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号館東棟改修、水戸地区体育館照明設備修繕に伴い照明を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号館東棟、理学部 S 棟及び K 棟の一部、教育学部附属小学校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	△

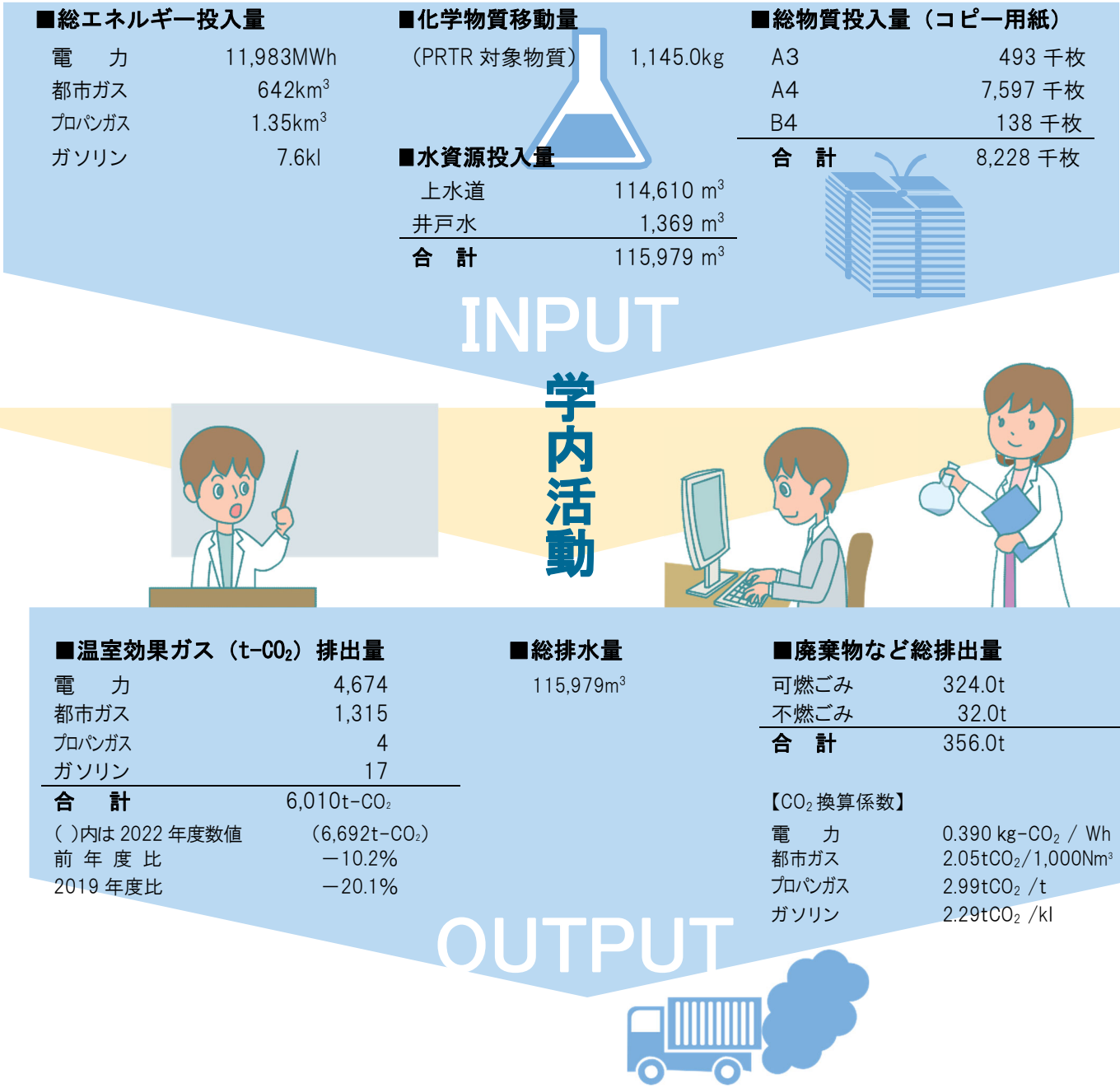
* 実施状況 ◎: 全学で実施 ○: ほぼ実施 △: 未実施・検討中

環境マネジメントシステムの概要

2-4 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。

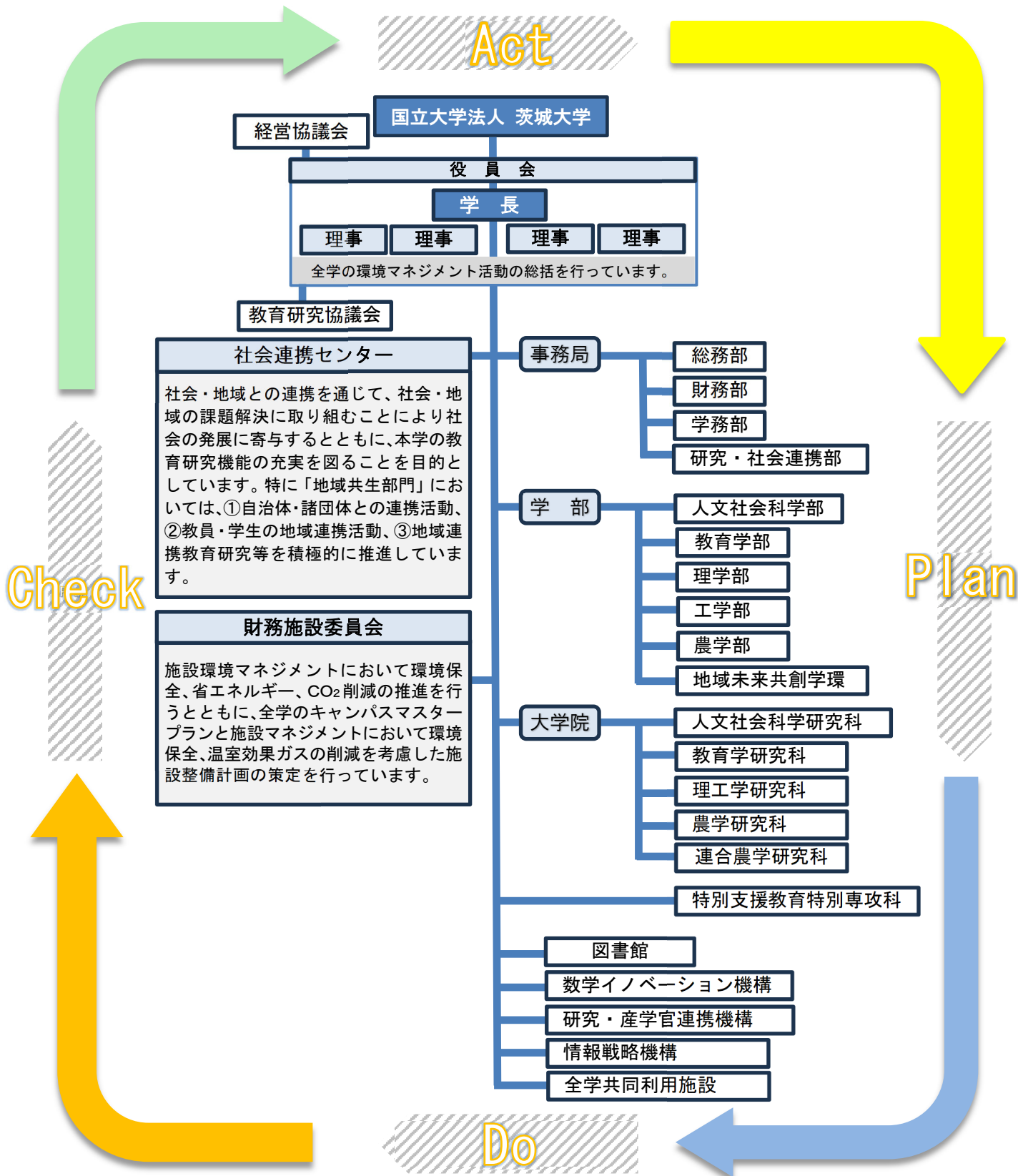
総温室効果ガス排出量の約 78%は電力で占められており、節電やエコラベル製品への代替、LED照明器具への取替えなどで今後も環境負荷低減を推進します。



2-5

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。



3-1 気候安全保障論についての研究

—安全保障上の脅威としての気候変動—



人文社会科学野 教授 蓮井誠一郎

研究概要

2000年代に入り、気候変動が政治的不安定や紛争・戦争の原因となっている、すなわち安全保障上の脅威となっている、という認識が、欧米や国連機関などでの国際政治を中心に拡大し始めた。日本はこの議論については学术界や政界などでは議論が遅れているが、菅内閣では2021年に米バイデン政権の「気候サミット (Leaders' Summit on Climate)」で岸防衛大臣(当時)が気候変動と安全保障の関係についての認識を示すなど、議論が高まる気配を見せた。本研究は、安全保障上の脅威として気候変動が国内外でどのように認識されているかを探ろうとするものである。

研究の内容

1. 研究の背景

「気候安全保障 (Climate Security)」とは、気候変動の影響が安全保障上の様々な脅威をもたらすという考え方である。その特徴は、気候変動の脅威が政治、経済、社会のあらゆる分野に関連し、暴力的な紛争を引き起こす可能性すらあるという認識にある。しかし、「気候安全保障」という言葉や表現の意味するところは実際には多様で多面的であり、多くの国内外関係者がそれぞれの文脈でこの言葉を用いている。そして多くの研究が、幅広い言説を分析するために、その分類を試みてきた (Baysal & Karakaş, 2017; Hasui, 2011; Kameyama & Ono, 2021; Kanie, 2007; McDonald, 2013)。

気候変動が世界各地に様々な影響をもたらすということは、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)が1990年から刊行してきた6次にわたる影響評価報告書(AR)で議論されてきた。ARの中で最初に安全保障との関連について議論したのは第5次のAR5(2013年から刊行開始)で、その第12章で「人間の安全保障 (Human Security)」と題して議論を展開した。人間の安全保障とは、1994年の国連開発計画の報告書『人間開発報告書1994』

に登場した考え方で、当時は経済、食糧、健康、環境、個人、共同体、政治という多様な安全保障が人間の安全保障を支えていると定義された (UNDP, 1994)。後の緒方とセンによる「人間の安全保障委員会」報告書は、それを「人間の生にとってかけがえのない中枢部分を守り、すべての人の自由と可能性を実現すること」と定義した (人間の安全保障委員会, 2003)。この広い視野をもつ概念を用いることで、AR5は気候変動が人びとにもたらす広範で多様な影響を安全保障上の脅威として位置づけようとした。

だがAR5が出版された2013年までに、「気候安全保障」という概念は、欧米の政策立案や研究において喫緊の課題となっていた。その議論から浮かび上がってくる重要なポイントは、気候変動関連の脅威に効果的に対応するためには、非軍事組織の協力が不可欠だということだ。

ところが非軍事的手段を重視する気候安全保障は、武力行使が憲法で制限されている日本にとって (国際的な安全保障に関与する上で) 有益だけでも、気候安全保障はまだ包括的な関心事にはなっていない (Kameyama & Ono, 2021) (括弧内引用者) と指摘された。この日本での議論の遅れは確かである。環境省は2007年には有識者たちを招き

「気候安全保障について」という報告書を出した（環境省, 2007）ものの、その後の議論は上記の亀山・小野の指摘通り、包括的な関心事とは現在でも言えない状況にある。その理由は何であろうか。これが第一の疑問である。

他方で、国連などでは安全保障理事会や事務総長が度々指摘するなど、議論は着実に進んでおり、先の日本の防衛大臣発言とともに、議論は国内外で政治主導となっている。政策のための議論なので、政治主導は自然だとも言えるが、科学的な裏付けが薄いまま政治が先行することにはやはり問題もある。なぜこのような事態となっているのか。これが第二の疑問である。

2. 研究手法

議論の基盤となる学界の動向としては、気候安全保障言説の量的把握のため、学術論文データベース Web of Science と Science Direct を用いた。ただ後者は前者と比較してあまりにヒット件数が少なく、この分野の動向を分析するツールとしては全く役に立たないことが分かった。また、より質的な把握のため、いくつかの特徴的な論文（著名な著者や、概念について深く分析を試みたものなど）については精読してそこから議論の動向を再構築した。

国際政治の現場での議論についても言説分析が主目的となるため、文献調査が主な手法となる。個人へのインタビューはカバーすべき人物や年代が多く広すぎるため、この場合は不適當な手法である。そこで気候安全保障の政策文書や国際政治の現場での発言には国連文書や日本を含む各国の政策文書を用いた。

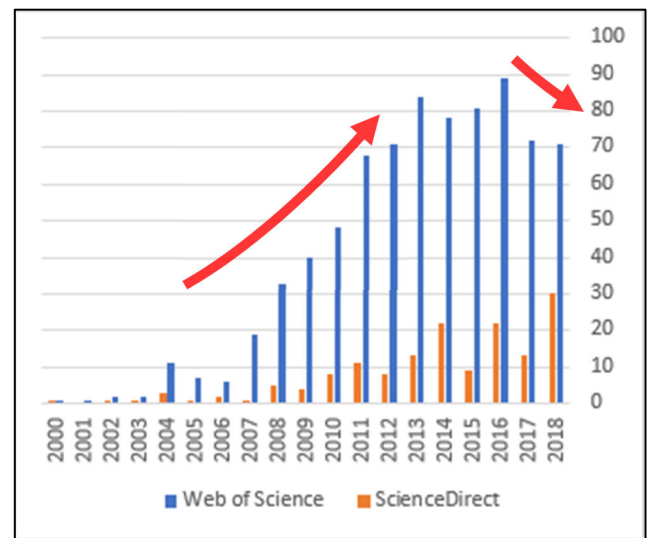
3. 調査結果と考察

学術的な気候安全保障分野の量的な議論の動向については、図 1 に見てとれる。グラフからは、2004 年頃から急増し、2013 年頃までにピークを迎えたが、アメリカで気候変動に懐疑的なトランプ政権が発足した 2017 年からはやや下げていること

がわかる。この調査後、バイデン政権により復活していることが、別の研究により確かめられた（関山, 2023: 11）。

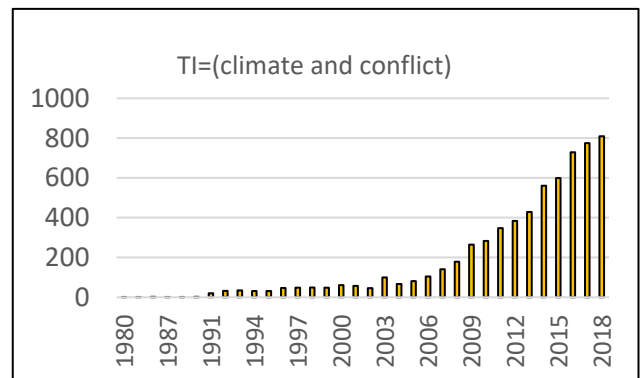
また図 2 では、気候変動と安全保障上の最大の脅威である紛争との関連についての学界の出版動向を調べてみた。こちらは一貫して上昇傾向にあった。件数も図 1 に比べて 8 倍近くとなり、気候変動と紛争との関連についての学界の認識が高まっていることが見てとれた。

図1：データベース検索結果①



Web of Science での検索条件：Title=(Climate and Security)
(出典：筆者作成（2019 年））

図 2：データベース検索結果②



(出典：筆者作成（2019 年））

以上のことから、気候変動と紛争や安全保障についての研究は、世界の学界では定着したといっていよい。ただ、日本から世界への発信という点では限定的で、2021 年段階では数件しか見つけられな

環境配慮のための研究活動

かったし、筆者も 23 年に 1 本を加えたに過ぎない。それにはいくつか構造的な理由がある。

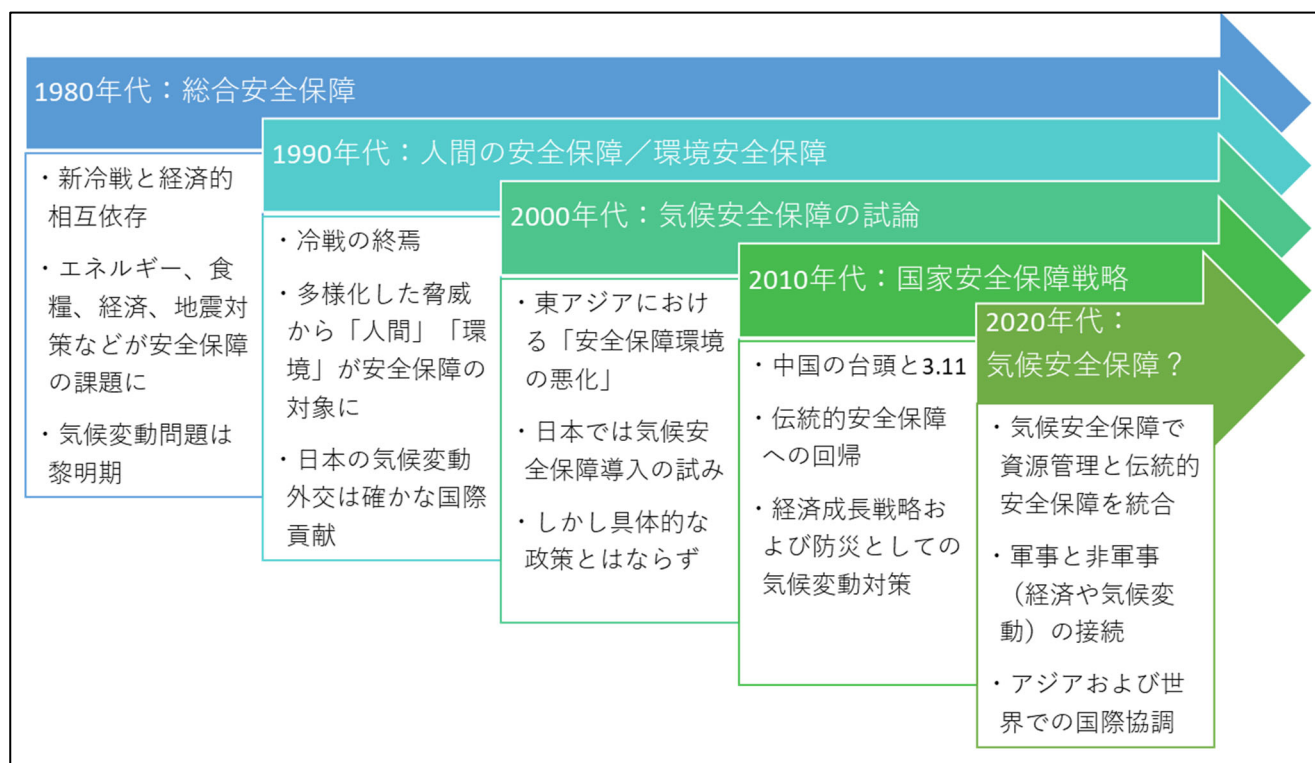
第一に、日本の学术界は非軍事的手段を重視する批判的安全保障論（Critical Security Studies）の発信が弱い。そもそも国際政治学において安全保障は伝統的に多様な定義をされてきた。例えばウォルファーズによると「客観的には獲得した価値に対する脅威の不在、主観的には獲得した価値が攻撃される恐怖の不在」（Wolfers, 1962: 150）と一般的に定義されてきた。しかし日本では安全保障といえば国家安全保障（外国の軍事的侵略から軍事力によって国家主権と領域と国民を守る）のイメージが強固で、批判的安全保障論は学术界ではあまり広範に議論されてはこなかった。

第二に、日本の安全保障政策の歴史自体は、憲法上の制約から非軍事的手段を模索してきたが、2000 年代に支持率の高かった政権による伝統的な安全保障観への回帰が影響し、あまりそのことが国民に広く伝わっていない。例えば 80 年代大平内閣時代の「総合安全保障」では「食糧安全保障」、「エネルギー安全保障」という概念だけでなく大規模地震も安全保障上の脅威として位置づけ（内閣官房、

1980）、日本の批判的安全保障論の流れに端緒をつけた。また 1989 年の「外交・総合安全保障に関する調査報告」では、地球温暖化についての言及がある（参議院外交・総合安全保障に関する調査会、1989: 68-69）。さらに小渕内閣（1998～2000 年）期には国連開発計画が 1994 年に提唱した「人間の安全保障」（Human Security）が日本外交の柱のひとつに位置づけられ、今日に至る日本の批判的安全保障論の底流を形成してきた。ところが、その後 2000 年代の国民的支持を獲得した小泉、安倍内閣などでは伝統的な軍事的国家安全保障概念への回帰が起こった。

戦後最長だった安倍政権を継いだ菅政権ではやや異なる動きも見られた。2021 年 4 月にバイデン政権誕生後すぐの「気候サミット」で開催された気候安全保障のセッションに岸信夫防衛大臣（当時）が出席し、「気候変動は、『連鎖するリスク』です。気候変動は、単なる環境問題の枠を超え、一国、ひいては世界の平和と安定を脅かしています。」（防衛省、2021）と日本政府の認識を示した。日本にとっては気候安全保障政策への重要な一歩であったと言えるものの、その視野は自衛隊が対応すべき武力

図 3：日本の気候安全保障への流れ



（出典：蓮井・小松作成）

行使や災害という、やや狭いものであった。続く岸田内閣では安全保障の裾野が広がっているという認識の下で日本の軍事的安全保障を確保するためのサプライチェーンの確保、サイバー攻撃への対応、先端技術を巡る覇権争いを防ぐための「経済安全保障」が 2022 年に法制化された。また同年の「国家安全保障戦略」および「国家防衛戦略」では気候変動も安全保障上の脅威と位置づけられた。

このように日本政治では、“安全保障”という、伝統的な軍事や地政学的リスクに接続する議論に接続しがちな傾向が今世紀に入っても長く続いてきた。この流れを様々な政策資料などの文献調査からまとめたのが図 3 である。

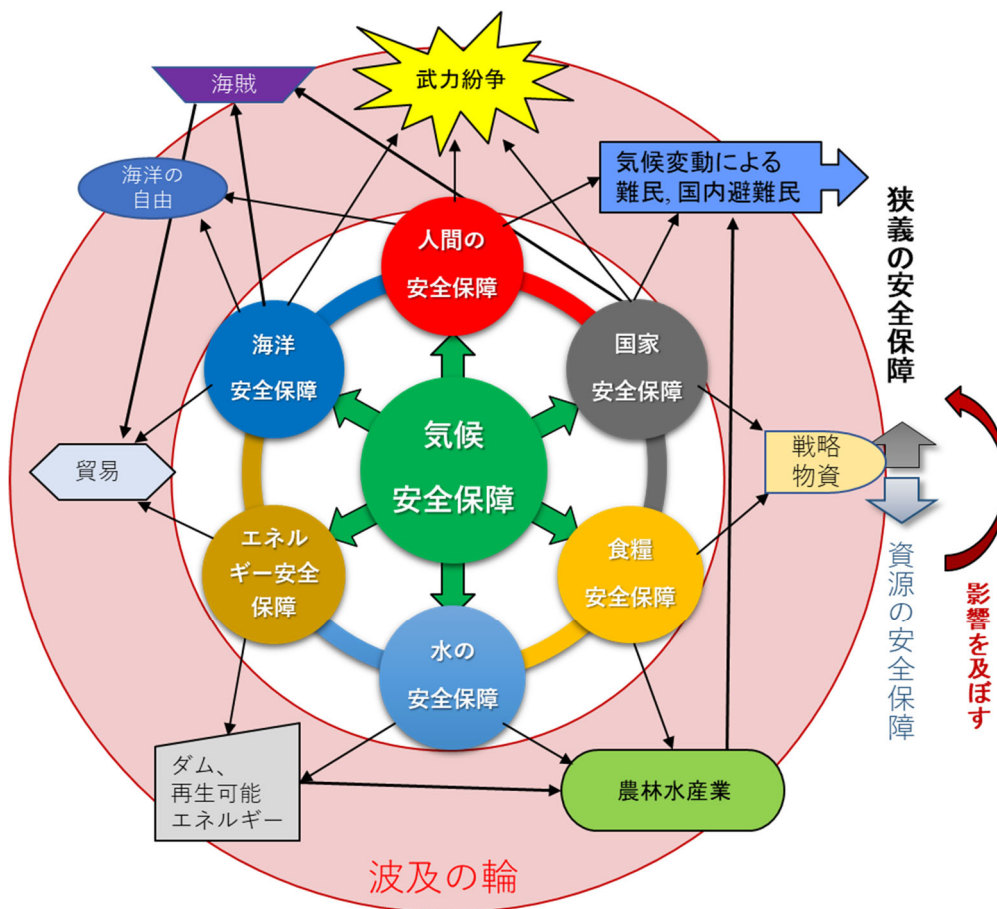
ただし気候変動を軍事的な国家安全保障上の脅威とみるのは日本に限ったことではない。例えばアメリカも、気候変動を国家安全保障上の脅威として捉えており、既存の様々な社会問題を悪化さ

せ政治対立をもたらす脅威増幅要因（threat multiplier）として位置づけて議論を展開してきた。だがそのまなざしは、主に国外、それもグローバル・サウスの国々に向けられた。

他方で、様々な気候安全保障関連の研究成果を調査する中で、多くの研究が、気候変動そのものがもたらす気温や降水量の変化、台風などの増減という直接的影響だけではなく、それらがもたらす食糧やエネルギーの生産と消費、土地利用、漁業資源、移民や難民、貿易などといった非軍事的な安全保障が対象とする分野と関連付けた研究を行ってきたことが分かった。

それらの研究成果を総合して言えることは、気候安全保障は図 4 のような形で、多様な安全保障概念との関連において基盤的な位置にあるということである。気候は、地球の生態系において、非常に広範で大きな影響力をもつ。その変動は、人

図 4：安全保障の基盤としての気候安保



出典：蓮井、小松（2020）を一部改変

環境配慮のための研究活動

間がその生存を依拠するほぼ全ての側面に影響を与える。

なかでも「安全保障」のラベリングにふさわしいとされる重要な生態系とその利用形態や社会制度は大きな影響を受けることになる。そしてそれらの種々の安全保障の悪化が、相互に関連しながら様々な問題へと波及していく。この「波及の輪」にある諸問題こそが、グローバル・イシューとして、今後の国際社会とそこでの政治現象や構造や諸課題を研究する現在と将来の国際政治学が取り組んでいくことになる課題のリストである。

そしてそれらへの対応の際に重要なのは、「気候安全保障の主流化」である。気候変動影響は、すべての安全保障に影響を与えるものであり、その緩和と適応は、まさに人間の生存のかかった安全保障政策そのものであり、最優先で進めていく必要がある、という認識の世界的な共有であろう。気候に強靱な開発 (Climate Resilient Development: CRD) が AR6 の結論のひとつであったが、気候に強靱な安全保障 (Climate Resilient Security) もまた、既存の種々の新しい安全保障を実践していく上で重要な側面となるだろう。

気候安全保障の研究は、主に生態系の保護・保全や社会経済の転換という文脈で語られてきたが、今後はそこに安全保障の観点をどのように組み込んでいくのかが重要になってくると考えられる。その際には、日本からのより積極的な発信や研究、政策実践を通じて、国際的なルールメイキングに関与していくことが非常に重要になってくるであろう。

(参考文献)

- Baysal, B., & Karakaş, U. (2017). "Climate change and security: Different perceptions, different approaches." *Uluslararası İlişkiler / Journal of International Relations*, 14(54), 21–44.
- 防衛省 (2021) 「岸防衛大臣の『気候サミット 気候安全保障セッション』への出席について」 地球環境戦略研究機関ウェブサイト

(<https://www.iges.or.jp/jp/projects/summit-climate>)

- Hasui, Seiichiro (2011). "Climate security and its implications for integrating paradigms of development and security." In S. Iai, S. Takamitsu, S. Ikkatai (Eds.), *Achieving global sustainability: Policy recommendations*. 279–321. United Nations University Press.
- 蓮井誠一郎・小松寛 (2020) 「気候変動の複合的リスクに備える」 国立環境研究所 (https://www.nies.go.jp/social/news/com-pound_risks_of_climate_change.pdf)
- Kameyama, Yasuko, & Ono, Keishi (2021). The development of climate security discourse in Japan. *Sustainable Science*, 16(1), 271–281.
- 蟹江憲史 (2007) 「気候安全保障を巡る国際秩序の形成へ：ハイポリティクス化する環境政治の深層」『現代思想』35(12)，青土社，210–221 頁。
- 環境省中央環境審議会地球環境部会気候変動に関する国際戦略専門委員会 (2007) 「気候安全保障 (Climate Security) に関する報告」 (<https://www.env.go.jp/earth/report/h19-01/index.html>)
- McDonald, M. (2013). "Discourses of climate security." *Political Geography*, 33, 42–51.
- 内閣官房内閣審議室分室・内閣総理大臣補佐官室編「総合安全保障戦略—大平総理の政策研究会報告書—5」(大蔵省印刷局)。
- 人間の安全保障委員会 (2003) 『安全保障の今日的課題』 朝日新聞社。
- 参議院外交・総合安全保障に関する調査会 (1989) 「外交・総合安全保障に関する調査報告書」。
- 関山健 (2023) 『気候安全保障の論理—気候変動の地政学的リスク』(日本経済新聞出版)。
- Wolfers, Arnold (1962), *Discord and Collaboration: Essays on International Politics*. (Baltimore: The Johns Hopkins Press).

3-2 干し芋残渣削減を目指した地域課題解決プログラムの開発

～干し芋の残渣削減プロジェクト（HZP）～



教育学部 教授 石島恵美子

プロジェクトメンバー：坂佐井朋佳（教育学部4年、以下同）、林田優、中村美咲、大高来美、河野莉緒、鈴木柚、中里乃菜、鈴木香帆（2年、以下同）、名雲明希、森田琴弓、川崎裕弥（株式会社ユーエム）

プロジェクトの概要

環境に配慮した行動を促進することは、持続可能な食生活を実現する上で不可欠です。この目的を達成するために、地域課題の解決に協働的に取り組む体験と、地域と連携した多角的な教育に焦点を当てました。本プロジェクトでは、干し芋残渣を再利用することで食品ロスを削減するという新しい地域課題解決策を探究しました。活動を開始して2年目にあたる2023年度は、茨城県の行政機関や地域内外の企業と連携して、開発した干し芋残渣のアップサイクル製品を用いた地域課題解決プログラムを実践しました。

研究の内容

1. プロジェクトの背景

日本における食品ロスは、食料自給率の低さとフードマイレージの高さによる環境負荷の増大が原因で、深刻な問題となっています。国内の食料資源を有効活用し、残渣を食用に活用することが急務です。茨城県の特産物である干し芋は、生産量及び消費量が全国で最も多く、どちらも全体の90%を占めています。しかし、消費者のニーズに応じた干し芋の生産過程で、さつまいもの約40%が廃棄されています。茨城県では、年間約2000トンにも及ぶ干し芋残渣の処理に莫大な費用がかかるため、その多くが畑に放置され、地域住民は悪臭や害虫の問題に直面しています。この課題に対処するためには、生産農家だけでなく地域全体で干し芋残渣のアップサイクルを推進することが必要です。これを実現するためには、生産農家が環境意識を高め、持続可能な干し芋の生産サイクルを自ら構築すること、また消費者が環境配慮型の商品を選択する意識を持つことが重要です。環境配慮行動を強制するだけでは、その普及も望めません。そこで、アップサイクル製品を用いて、美味しく、楽しく、共に取り組む地域課題解決プ

ログラムを設計しました。

2. プロジェクトの観点

本プロジェクトは、地域課題の解決に協働的な取り組み、地域と連携した多角的な教育に焦点を当て、学校教育に組み込むプログラムを検討しました。このプログラムにより、子どもたちは、地域社会への貢献と環境保護の重要性を理解し、実践的なスキルと価値観を身につけることができます。

また、子どもたちは学校教育を通じて、環境に配慮した行動と持続可能な生活について学び、実践する機会を得られます。

さらに、産官学連携による取り組みは、持続可能な社会への貢献を総合的に促進します。産業界の技術力、官公庁の政策、学術機関の知識が結集し、社会全体の発展に寄与します。

以下、これまでの本プロジェクトの活動の概要を述べます。

3. 2022年度までの活動

本プロジェクトは、干し芋の残渣をアップサイ

環境配慮のための研究活動

クルする方法を探究し、干し芋生産農家、地域住民、行政、企業、教育機関が連携して取り組むことで、実証的な課題解決と、持続可能な地域課題解決力の育成を目指しました。以下の活動を実施しました（石島 2023）。

- ①有効成分を活用したレシピの開発
 - ②子どもたちの地域課題解決力の育成と環境配慮行動の促進を目的とした教育プログラム
 - ③高齢者と若者が地域に参画する機会の創出
- *干し芋残渣に親しみを持ってもらうため、「はしっぽ」と愛称をつけました。

4. プロジェクトの活動（2023 年度～）

① 生産農家へのアンケート調査

この調査は、令和 5 年度茨城大学社会連携センターの地域支援プロジェクト（学生版）によって採択され、支援を受けて実施されました。

東海村と協力し、干し芋残渣の有効利用の現状を把握するために、生産農家を対象にアンケートを実施しました。このアンケート調査は「ひたちなか・東海・那珂干し芋協議会」に登録されている生産農家に向けて行われ、約 40%の方から回答を得ました。分析の結果、多くの生産農家が残渣問題を課題と認識しているものの、多くの障害によりアップサイクルへの取り組みが進んでいないことが明らかになりました。また、食品への再利用に関しては、残渣に対するネガティブなイメージがあり、これがアップサイクルを妨げていることが示唆されました。

干し芋残渣のアップサイクルに対する積極性に影響を与える要因として、以下の順に重要であることがわかりました。：「環境や社会を改善する意欲」、「組合への帰属意識」、「アップサイクル実践に対する認知」、「干し芋残渣の環境負荷に対する認識」、「若さ」、「外部委託化への意欲」でした。

これらの調査結果を基に、干し芋残渣の有効利用に向けたより効果的な活動について検討を進めています。

② 開発したレシピの製品化

本プロジェクトで開発した約 30 種のレシピを基に、以下の製品を開発しました。

1)アイスクリーム

小美玉市の「小美玉ふるさと食品公社」と協力しており、はしっぽの含有量を最大限にした製品です。



はしっぽアイスクリーム

2)かりんとう

牛久市の「コルカリーノ」と協力しており、これまでに 7500 個を販売し、関東地方の 100 店舗以上で取り扱っています。ギフトボックスもデザインしました。



はしっぽかりんとうギフトボックス

3)ソーセージ

つくばみらい市の「いくとせ」と協力しています。



はしっぽソーセージ

4) かりんとう饅頭

鹿嶋市「丸三老舗」と協力しています。



和風スイートポテト

5) 和風スイートポテト

鹿嶋市「丸三老舗」と協力しています。



春巻きスナック

7) 生ドーナツ

水戸市「天ぷら一門」と協力しています。



はしっぽ生ドーナツ

8) グルテンフリー

パウンドケーキ

千葉県の授産者施設「あけぼの園」と協力しており、おからや米粉を使用して健康を考慮した製品です。



はしっぽグルテンフリーパウンドケーキ

1)2)8)は、茨城大学の大学生協でも販売しています。

③ 地域イベントへの参加

本プロジェクトは、アップサイクル製品を通じて消費者の消費意向の向上を図るために以下の地域イベント等に参加しました：

- ・大空マルシェ（東海村、10月6日）
- ・東海 I~MO のまつり（東海村、11月23日）
- ・茨城大学茨苑祭（水戸市、11月11・12日）
- ・茨大子ども食堂クリスマス会（水戸市12月1日）



地域イベントでの様子

- ・茨城センス（銀座、2024年3月15・16日）
- ・I LOVE いばらき DAY@内原イオン（水戸市、5月26日）
- ・環境フェア（水戸市、6月22日）

これらのイベントで、来場者に対して HZP の取り組みを紹介し、はしっぽペーストとアップサイクル製品の試食を提供しました。また、消費者の消費意向に関する調査を行い、今後その分析を行う予定です。



I LOVE いばらき DAY@内原イオン

④ 地域課題解決プログラムの展開

アップサイクル製品を用いた消費者教育プログラムを開発し、以下の対象に実施しました。

- ・小学生親子：東海村中央公民館親子料理教室（7月22日）
- ・高校1年生：茨城県立茨城東高等学校講演会（11月15日）
- ・小学5年生：茨城大学教育学部附属小学校学年講演会（12月8日）



茨城大学教育学部附属小学校学年講演会

- ・小学6年生：茨城大学教育学部附属小学校家庭科調理実習（2~3月）
- ・中学1年生：土浦市立都和中学校校外研修会（6月7日）
- ・大学2・4年生：茨城大学教育学部中等家庭科指導法Ⅱ（7月9、23日）

プログラムでは、環境配慮行動要因関連モデル（広瀬 1994）を基に、干し芋残渣と SDGs、食品ロスに関連性、および HZP の活動について説明しました。参加者は、はしっぽペースト

環境配慮のための研究活動



茨城大学教育学部附属小学校家庭科調理実習

とアップサイクル製品の試食を通じて、知識と技能を学びながら、その美味しさと楽しさを体験し、アップサイクル製品に対する意識を変えることを目指しました。プログラムの教育効果を測定するためのアンケート調査を実施し、その結果の分析を行う予定です。

5. 活動の評価

- ・茨城県学生ビジネスプランコンテスト 2023 では、「未来にいいもの ほしいもの！～美味しいはしっぽで東海村を笑顔に～」をテーマに、最優秀賞（茨城大学 学長賞）、常陽銀行賞、オーディエンス賞を受賞しました。
- ・茨城県知事の大井川和彦氏に表敬訪問を行い、アップサイクル製品化の成功を報告しました。



HZIP 活動報告会@茨城県庁

- ・茨城県庁で活動報告会を開催しました。内容は活動の趣旨説明、生産農家の実態と意識調査、HZIP 活動報告、アップサイクル製品の説明と試食会でした。来場者は東海村村長、茨城県議をはじめとする有識者と一般来場者合計 60 名でした。2024 年 2 月 20 日に実施しまし

た。

- ・茨城大学 × SDGs セレクション第一号に、はしっぽかりんとうが採択されました。
- ・茨城大学地球・地域環境共創機構（GLEC）主催の SDGs フォーラムで、「干し芋残渣問題解決に向けた取り組みと学校教育」をテーマにポスター発表を行い、デザイン賞を受賞しました。



HZIP 活動報告会@茨城県庁

- ・本プロジェクトの活動の一部は、教育学部家庭科選修 iOP プログラム（2023 年度）として実施されました。
このように、本プロジェクトは社会的な注目度が高く、若者の社会参画活動として迎えられています。また、新聞、ラジオ、テレビ等で情報が取り上げられました。
- ・茨城新聞：干し芋残渣でスイーツ 茨城・東海親子で食品ロス料理教室(2023 年 7 月 30 日)
- ・茨城新聞：干し芋でかりんとう コルカリーノ・ユーエム・茨城大生共同開発 未利用部分を商品化 (2023 年 10 月 30 日)
- ・茨城新聞：茨城県学生ビジネスプランコンテスト 最優秀賞 (2023 年 11 月 24 日)
- ・日刊工業新聞：茨城県学生ビジコン、最優秀賞に茨城大チーム 食品廃棄物削減に貢献 (2023 年 11 月 29 日)
- ・茨城新聞：干し芋残渣削減へ 茨城大とユーエム連携 農家調査、商品開発も イメージ転換「好評」(2024 年 3 月 13 日)
- ・朝日新聞：干し芋作りで余った皮をお菓子に 水戸で環境フェア (2024 年 6 月 23 日)

- ・茨城放送：青春インタビュー（2023年6月24日）
- ・NHK：「おはよう甲信越」（2024年4月3日）
- ・NHK水戸：「いば6」（2024年4月5日）



HZP 活動報告会@茨城県庁

6. 今後の活動

本プロジェクトは、干し芋残渣問題への取り組みとして、地域の干し芋生産農家、住民、行政、企業、学校との連携による実践を進めています。持続可能な活動として定着させるために、以下の取り組みを検討中です：

- ①生産農家の干し芋残渣に関する意識や課題に対する個別聞き取り調査
- ②生産農家と協力して新しいアップサイクル製品を開発
- ③小学校、中学校、高等学校と連携し、地域課題解決力を育む家庭科のプログラムを普及
- ④地域住民に地域課題を周知し、協働活動を行う

今後も地域や関係者とのパートナーシップを深め、干し芋残渣の削減を目指す活動を積極的に推進していく予定です。

<連携機関>

茨城県農政課、東海村教育委員会、東海村農政課、株式会社ユーエム（東海村企業）

＊本プロジェクトは、茨城大学と株式会社ユーエムの共同研究の趣旨に賛同した有志メンバーにより構成されています。

引用文献

石島恵美子（2023）, 「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）～」, 茨城大学環境報告 2023, 13-16.

広瀬幸雄（1994）, 環境配慮的行動の規定因について, 社会心理学研究, 10（1）, 44-55

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。

3-3 太陽活動が起こす宇宙環境変化による 宇宙天気災害のための対策



理学部 教授 野澤 恵

研究の内容

現在まで天文学、特に太陽を中心に研究し、太陽黒点の形成の研究を進めてきました。最近太陽が地球に与える影響、すなわち「宇宙天気」についても観測を含め、研究対象を広げています。国の動きとして宇宙天気を予報する観点から、検討会が開催され、2022年6月に総務省から報告書が公表されました (https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin05_02000047.html、図1はその中から抜粋)。さまざまな被害の予測とその対策を打ち出し、その概要の一部が以下になります。

太陽の活動は11年周期で、これから数年で活動のピークを迎えます。同様に宇宙天気が地球に与える現象やその被害も増えるといわれています。実はこの20年間ほどの太陽活動は比較的穏やか

で、極大時でも大きな被害も出なかったため、報道もされず、あまり話題になりませんでした。しかし、これから迎える数年の活動は今までの20年間に比べ大きくなると予測されています。

もし、その被害が発生したときには、国や地域でなく、全地球レベルとなるため想像しがたいものがあります。本年2024年5月に赤いオーロラが日本でも見えたという話題になりました。オーロラというと緑のカーテン状のものが思い浮かびますが、今回国内で見られたものは、赤または紫色でぼんやりとひろがって見えるものです。その赤いオーロラの目撃が日本各地で報告されました。赤いオーロラが見られたということは、他の影響もあったことを示しています。自動車のナビに使われるGPS信号にも影響がありました。一般的にはm単位の利用であるため、あまり体感できませ

宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会 報告書(概要)

【別紙2】

～「文明進化型の災害」に対応した安全・安心な社会経済の実現に向けて～

1

- 太陽フレア爆発等の極端な宇宙天気現象によって、通信・放送・測位、人工衛星、航空無線、電力等の社会インフラに異常を発生させ、社会経済活動に多大な影響を与えるおそれ。このため、我が国初となる「極端な宇宙天気現象がもたらす最悪シナリオ」を策定
- 宇宙天気現象を現実のリスクとして捉え、国家全体としての危機管理の必要性を提言

極端な宇宙天気現象がもたらす最悪シナリオ(100年に1回またはそれ以下の頻度で発生、抜粋)

- 通信・放送が2週間断続的に途絶し、社会経済に混乱。携帯電話も一部でサービス停止
- 衛星測位の精度に最大数十メートルの誤差(ずれ)が発生。ドローン等の衝突事故が発生
- 多くの衛星に障害が発生。そのうち相当数の衛星が喪失。衛星を用いたサービスが停止
- 航空機や船舶は世界的に運航見合わせが発生。運行スケジュールや計画に大幅な乱れ
- 耐性のない電力インフラにおいて広域停電が発生

国家レベルの危機管理に向けた提言(骨子)

今後の観測・分析・予報の在り方
● 多地点の観測データの確保、宇宙空間への観測センサー設置 ● 宇宙天気予報の分析の自動化・高精度化・知能化
警報に関する体制強化
● 社会インフラのリスク(被害)を考慮した新たな警報基準、NICTによる確実な警報伝達
社会インフラへの影響と効果的な対処
● 関係企業による対処(通信・放送、衛星測位、衛星運用、航空運用、電力、人体被ばく) ● 共通の対策の導入(企業向けの標準的ガイドライン 等) ● 災害対策基本法に基づく極端な宇宙天気もたらす災害への対処
学術研究の強化、人材とコミュニティの強化、国際連携の強化
● 分野横断的・産学官連携による研究推進、予測技術の実現、高度人材等の育成・処遇 ● 周知啓発を担うコミュニティ形成、宇宙天気に関するアウトリーチ活動 ● 「宇宙天気予報士」制度の実現
情報通信研究機構(NICT)に期待される役割
● 世界トップレベルの研究拠点形成、企業が抱える課題の解決支援 ● 国際連携強化、人材育成とコミュニティ形成、データ・プラットフォーム構築(オープンデータ) ● 宇宙天気予報オペレーションセンター(仮称)の創設

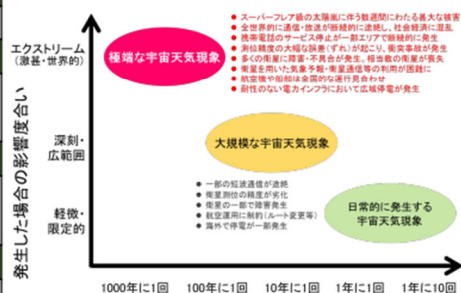
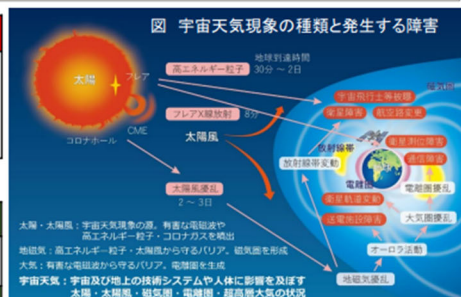


図 宇宙天気リスクのランスケープ(俯瞰図)

図1 総務省から宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会の報告書の一部

んでした。しかし、cm 単位で利用する機器では大きな影響があり、例えば農業用の機械では、影響があったことが報告されています (<https://swc.nict.go.jp/extreme.html>)。これは特殊な利用方法であって、我々の日常生活にはさほど影響がないように思われています。しかし宇宙天気の影響が目に見えない形で支障が、将来大きな被害となる可能性があります。

最近の私の研究として、人工衛星の軌道低下に注目をしています。上の報告の中に「ソニーの人工衛星 EYE の高度が 400m 低下したが、運用に問題はなかった」というものがあります。太陽活動が活発になると、太陽からの紫外線量が増大し、地球の超高層大気に影響を与えます。5 月のときには、低軌道の人工衛星の軌道に影響が、大気抵抗という形で影響し、軌道低下を引き起したのです。

下の画像（図 2）は大規模な太陽面爆発（フレア）が発生した 5 月 29 日の 20:35 (世界時間 11:35)

に北極星を含む天の北極を撮影したものです。一番大きな白い点が北極星で、その右上に薄い白線（露出時間 0.5 秒で撮影）が確認できます。これはスターリンクの人工衛星 31129（登録番号 58524）です。青点は、その衛星が同時刻に通過する予測点となります。この予測と実際の観測とのズレを評価することで、地球の超高層大気の大気抵抗を推測しようとしています。研究室の隣の部屋で、簡易観測ですが晴れていれば毎日観測し、データを蓄積しています。

今回は対策の一例として、人工衛星軌道の大気抵抗の研究を紹介しました。他にも宇宙天気予報のための人材育成などの教育カリキュラム作りなども行なっています。月面に再び人類が降り立つ新しい局面となり、宇宙天気災害の対策が必要な時代が到来したと考えています。

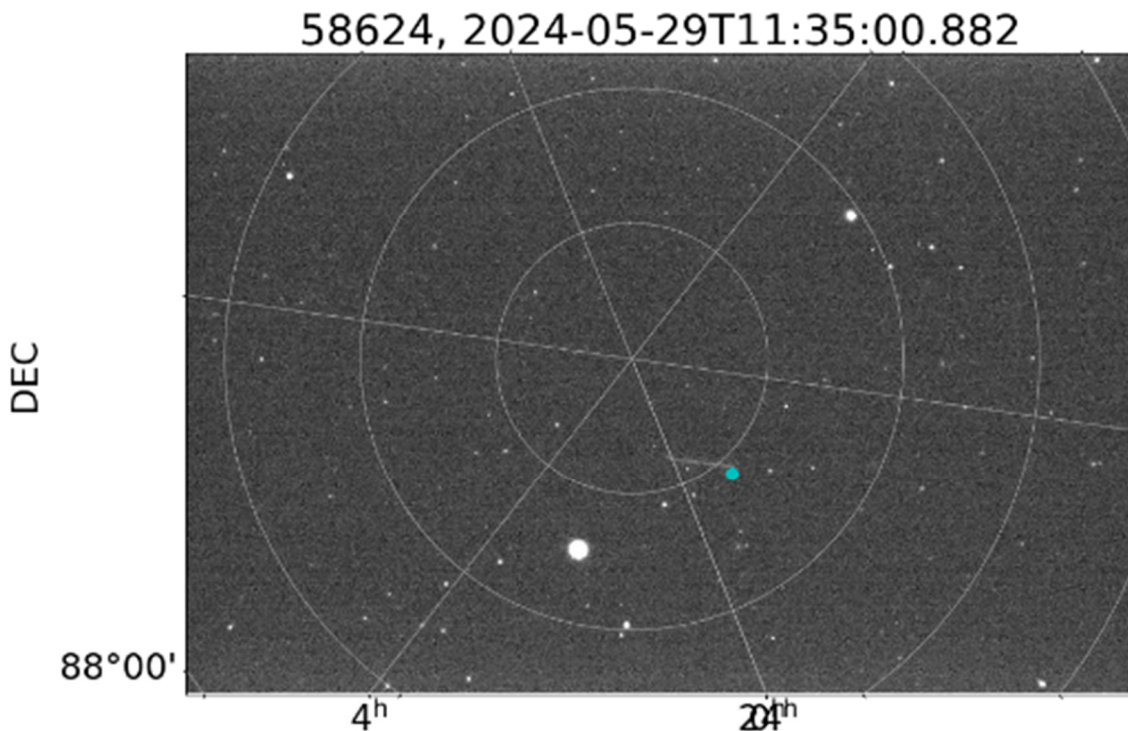


図 2 北極星付近を 2024 年 5 月 29 日の日本時間 20:35 に撮影した画像

3-4 気候変動対策体験システムの検討



工学部 講師 柴田傑、情報工学専攻 修士2年 江副樹、情報工学専攻 修士1年 大塚泰地

研究概要

気候変動の影響を予測するプロジェクトとしてS-18が進められています。本プロジェクトでは、気候変動に対して、緩和、防護、適応、撤退など様々な対策が講じられることを想定し、影響を予測することを目指しています。その中で、これらの予測結果を可視化する技術について検討してきました。現在、可視化技術を応用し、互いに影響する気候変動対策の難しさを仮想世界で体験するシステムについて開発を進めています。

研究の内容

1. はじめに

現在、気候変動影響予測・適応評価の総合研究のプロジェクト（代表：茨城大学 三村信夫）が進められています[1]。このプロジェクトでは世界的な課題である気候変動による影響の将来予測および気候変動への対策の評価に取り組んでいます。

気候変動は広く生活に影響し、その対策も一部の専門家にとどまらず、一般の生活の中で取り組むべき課題と考えられます。そのため、これらの影響を可視化し、わかりやすく共有する手法が重要と考えます。

本研究では、気候変動の影響の可視化手法を検討し、その応用として、気候変動対策を仮想的に体験し、難しさを感じてもらうシステムの開発を進めています。

2. 気候変動影響の可視化手法

気候変動の影響はシミュレーションによって予測します。このとき、日本全国や世界規模のシミュレーションを用いることがあります（広域シミュレーション）。これは全体の傾向や各地域間の影響の関係を把握するときに効果的です。一方で、特定の地域に限定し、詳細な地形などを設定することでより精密にシミュレーションすることもあります（狭域シミュレーション）。これは各地域での避難や被害予測などの一人一人の主観的な立場での影響を考えるときに効果的です。

狭域、広域の各シミュレーション結果は互いに関連しあうため、ヘッドマウントディスプレイを用いて、図1に示すように自由に視点の高さを変えることによって、広域と狭域の双方のシミュレーション結果を連続して閲覧できる可視化システムを開発しました[2]。

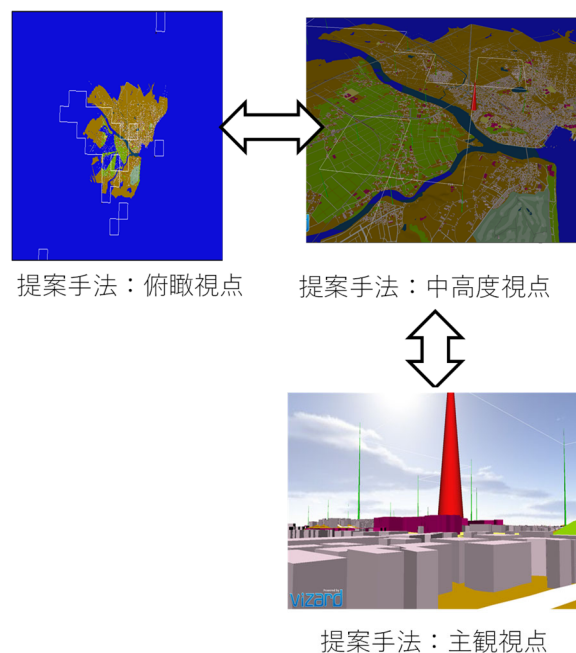


図1 広域・狭域シミュレーションの可視化

気候変動の影響予測の結果は、広く共有されることも重要です。例えば、災害対策を検討する会議や防災について学ぶ教育現場などにおいて、複数人で効果的に予測結果を共有できるシステムとして、図2に示すようにプロジェクションマッピング技術を用いてテーブル上に可視化結果を投影するシステムを開発しました[3]。

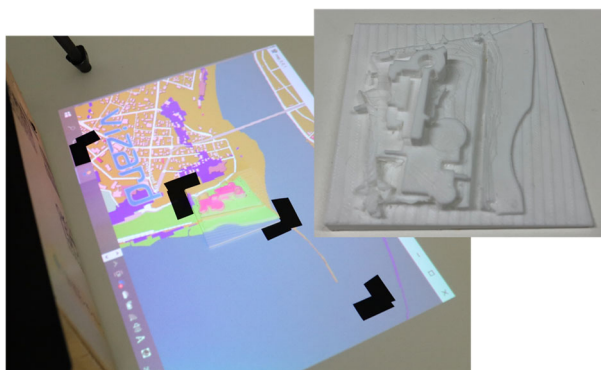


図2 プロジェクションマッピングを用いた可視化手法

3. 気候変動対策体験システムのプロトタイプ

気候変動への対策には、技術的な課題だけではなく、社会的、経済的な課題が複合的に関連するため、実施には様々な視点での検討が必要となります。そこで本研究では、これらの気候変動対策の難しさを広く意識してもらうことによって、環境への意識を持ってもらうためのシステムのプロトタイプを開発しています。プロトタイプシステムでは、気候変動対策として、エコ活動を含めた地球温暖化の緩和策と堤防構築による防護策の二つをピックアップし、限られたコストの中でバランスをとりながら、高潮浸水に備える体験システムを構築しています。

開発したプロトタイプでは、利用者の判断結果をわかりやすく表示するために、高潮浸水シミュレーション結果をベースに、ある程度強調して結果を表示します。そのため、実在しない仮想の地形と都市を対象とし、利用者が大胆に設定を変更して体験しやすいように設計しています。図3に開発したプロトタイプで気候変動対策について検討する画面を示します。「+,-」のボタンを用いて緩和策のレベル、堤防の高さを変更することができます。ただし、対策に応じてコストが増減すると同時に、住民からの意見や影響予測結果が表示されるようになっています。



図3 気候変動対策検討画面

利用者が対策検討の画面で対策を決めて「決定」ボタンを押すと、高潮浸水のシミュレーションの結果と評価が表示されるようになっています（図4）。



図4 シミュレーション結果

利用者はバランスよく気候変動対策を講じるように試行錯誤することによって、気候変動対策の難しさを体験することができます。

今後、このプロトタイプを日立市のエコイベント「エコフェスひたち」へ出展し、利用者の意見を募る実験を進める計画です。

4. おわりに

気候変動は広く生活に影響し、一般の生活の中で取り組むべき課題と考えられます。そのため、本研究では、気候変動の影響予測結果を可視化し、気候変動対策を仮想的に体験するシステムのプロトタイプを作成しました。これらの成果によって、広く気候変動の影響について学ぶ場を提供できる可能性があると考えられます。

今後、プロトタイプシステムをエコイベントに出展し、評価を進めると同時にシステムの改良にも努めていく予定です。

環境配慮のための研究活動

また、シミュレーションの精度向上や気候変動影響予測結果の活用によって、実在の地域の気候変動対策へ貢献できる可能性もあると考えています。

謝辞

本研究は、(独) 環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF20S11811)により実施しました。

参考文献

- [1] 代表 三村信夫：気候変動影響予測・適応評価の総合研究，(独) 環境再生保全機構の環境研究総合推進費 S-18 JPMEERF20S11811, <https://s-18ccap.jp/> (2020 – 2024)
- [2] 江副樹，柴田傑：主観と俯瞰視点を変更可能な VR 空間における KML 地理情報の可視化手法の検討，ヒューマンインタフェースシンポジウム 2022, 1T-P21 (2022).
- [3] 大塚泰地，柴田傑：プロジェクションマッピングによる広域と狭域視点を切り替え可能な浸水シミュレーションの可視化，ヒューマンインタフェースシンポジウム 2023, 7T-D6 (2023).

3-5 ネムリユスリカと SDGs



農学部 菊田 真吾

研究概要

ネムリユスリカ幼虫は、体水分が脱水しても、厳しい乾燥環境に適応するために、代謝や呼吸を停止させて休眠状態となります。その後、降雨時に吸水して再び生育が開始します。この休眠状態は、アンヒドロビオシスと呼ばれ、17年間の乾燥を経た後に水をかけると復活したという記録があります。他にも、100℃近い高温や絶対零度、放射線、有機溶媒、真空中、宇宙空間でも耐えることができます。ネムリユスリカの乾燥耐性に関する研究は、農研機構の黄川田研究グループが中心となって推進しています。本報告書では、著者が農研機構の博士研究員時から従事してきた研究で、環境に対する負荷を低減する社会の実現につながる成果を紹介します。

研究の内容

1. ネムリユスリカとアンヒドロビオシス

ネムリユスリカ *Polypedilum vanderplanki* は、アフリカの半乾燥地帯の岩盤上の小さな水たまりに生息しています。幼虫期は約1ヶ月で、水たまりで過ごし、1日の蛹期を経て成虫になります。成虫は数日間しか生きず、速やかに交尾して水たまりに産卵します。産卵後3日で新たな幼虫が孵化し、幼虫期が生活史で最も長い期間です。雨季には生活環を何度も回りますが、乾季には幼虫は特殊な能力で環境変化に耐えます。乾季に備えて、ネムリユスリカの幼虫は体内の水分を徐々に失い、最終的には体内の水分が3%以下になるまで脱水します。そして、待ちに待った雨が降ると、幼虫は短時間で吸水して蘇生します。アフリカの乾季は8ヶ月にも及び、一滴も雨が降らないこともあります。8ヶ月続く乾季の間、幼虫は体内の自由水を失い、代謝を停止して雨季を待ち続けます。この状態はアンヒドロビオシス (anhydrobiosis) と呼ばれます (図1)。アンヒドロビオシス中は、乾燥や高温 (102℃で1分間)、低温 (-270℃で5分間)、高圧、真空、放射線などに耐性があります (Hinton 1960, Watanabe et al. 2006)。乾燥状態の幼虫を、宇宙空間に2年半暴露した後でも、蘇生能力を維持していました (Novikova et al., 2011)。植物の種子、フッカツソウ、ムシ、線虫、クマムシ、甲殻類の耐久卵がアンヒドロビオシス能力を持

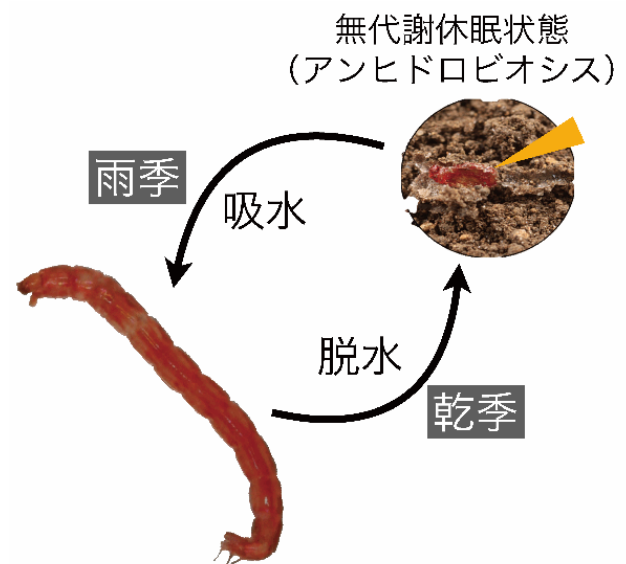


図1 ネムリユスリカと無代謝休眠からからに乾いた幼虫 (矢印)

Cornette & Kikawada (2011), IUBMB Life 一部改変

つことも知られています (Watanabe 2006)。現在、アンヒドロビオシス能力を持つ昆虫として知られているのはネムリユスリカと、その近縁種であるマンダラネムリユスリカ *Polypedilum pembai*に限られます (Hinton 1951; Cornette et al., 2017)。これまでに、ネムリユスリカの幼虫が乾燥に対して耐性をもつ機構が詳細に研究されてきました。幼虫は48時間かけてゆっくりと脱水した時に、乾燥耐性を発揮したことや、この脱水期間に生体内で起こる変化や代謝産物の

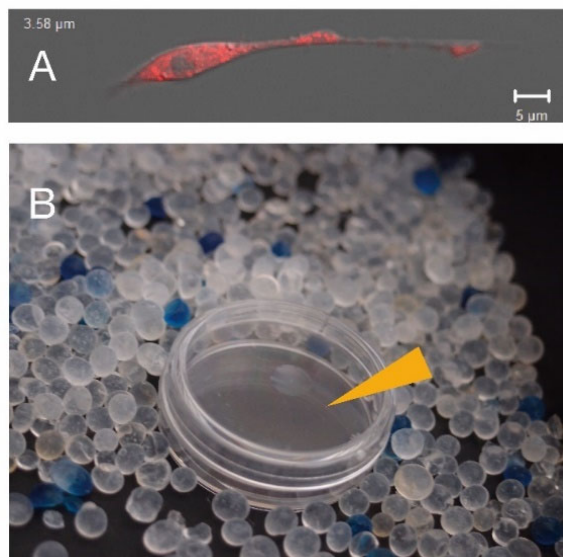


図2 A. ネムリユスリカ由来Pv11細胞。赤色は染色されたミトコンドリアを示す。

B. 乾燥中のPv11細胞（矢尻）。シャーレ内の無色の液体はトレハロースに浸した後の乾燥したPv11細胞を示す。

プレスリリースを一部改変

URL:https://www.tuat.ac.jp/outline/disoure/pressrlease/2017/20170726_01.html

合成が促進されることがわかってきました（Watanabe et al., 2002; Ryobova et al., 2020）。

2. トレハロース

アンヒドロビオシスを示す生物は、生体内に適合溶質と呼ばれる低分子を蓄積し、脱水過程での浸透圧や塩のストレスから身を守ります（Ryobova et al., 2020）。一般に、細胞の脱水は活性酸素を発生させ、タンパク質や脂質の酸化、DNA切断を引き起こし、最終的にアポトーシスを誘導して細胞死に至ります。ネムリユスリカでは、主要な血糖である非還元性二糖類のトレハロースが適合溶質として多量に蓄積します（Watanabe et al., 2003）。トレハロースは他のアンヒドロビオシス生物でも乾燥時に蓄積されます。たとえば、ニセネグサレセンチュウやアルテミアの耐久卵でも報告されています（Madin & Crowe 1975, Clegg 1965）。乾燥過程で大量に産生されたトレハロースは、ガラス化説と水置換説によって細胞を保護します（Crowe et al., 1992）。ガラス化は、トレハロースの粘性が高まり、液体が固化して細胞内成分の運動性を抑えます。水置換は、トレハロースが生体成分の表面水

と置き換わり、乾燥による構造変化を防ぎます。ネムリユスリカの乾燥耐性は、これらの両方の機構が関与しています（Sakurai et al., 2008）。ネムリユスリカでは、トレハロースは脂肪体でグリコーゲンの加水分解によって産生されます（Wyatt 1967, Mitsumasu et al., 2010）。乾燥過程でトレハロース合成酵素遺伝子 *PvTps* と *PvTpp* の発現が急増します。これは、トレハロースが大量に蓄積することと一致します。多くの昆虫は飢餓などの外部栄養供給が絶たれるとグリコーゲンを分解してトレハロースを産生します（Siegert 1987）。しかし、乾燥に応じてトレハロース合成経路が作動するのは、アンヒドロビオシスを持つ生物に特有です。実際、乾燥耐性のないヤモンユスリカは乾燥してもイタリック遺伝子の発現が誘導されず、トレハロースを蓄積しません（Mitsumasu et al., 2010; Gusev et al., 2014）。つまり、乾燥ストレス応答性のトレハロース合成経路は、アンヒドロビオシス生物に特有のメカニズムである可能性が高いといえます。

3. ネムリユスリカ由来培養細胞

昆虫の培養細胞の多くは、ばらばらにした胚子を栄養豊富な培地で馴化し、培地中で増殖ができることで作製されます。この方法で樹立されたネムリユスリカ由来の培養細胞（Pv11細胞）は、乾燥に耐える驚くべき能力を持っていました。Pv11細胞は、高濃度のトレハロース溶液に48時間浸すことで、常温乾燥保存が可能になります（Watanabe et al., 2010）。トレハロースによる前処理には大きく分けて二つの意味があります。一つは、ネムリユスリカ幼虫のように、細胞内の多様な物質を乾燥から保護するために、トレハロースをPv11細胞内に充満させる目的があります。もう一つは、トレハロース処理により作動する特徴的なシステムによって、細胞が乾燥しても平気になるような機能をもつ乾燥耐性遺伝子をたくさん発現させるためです（Yamada et al., 2020）。こうしてトレハロース前処理を行ったPv11細胞は、シリカゲル入りのボックスでカラカラに乾燥させると、常温のまま1週間以上（最長で1年間）保存できるようになります。乾燥したPv11

細胞に培地を加えると、細胞の機能が復活して増殖を再開します。この現象は、これまで昆虫生体でしか観察されなかったものを、培養細胞で再現することに成功した例です。再吸水した Pv11 細胞が再び細胞分裂を開始するという事実は、乾燥後の蘇生に関わる生体物質が、乾燥状態でも活性を保護されていることを示しています。一方で、他の動物細胞に同じトレハロース処理を行っても、常温乾燥保存はできません。現在、超低温冷凍技術が動物細胞の長期保存に利用されていますが、コストやメンテナンスの課題があります。特に、天災などで電源供給が途絶えると、貴重な生物素材を失うリスクが高まります。最近では、新しい細胞保存技術として乾燥の利用が模索されています。欧米を中心に、細胞の常温乾燥保存技術の開発が試みられてきましたが、長期保存技術の実現にはまだ至っていません。著者らは、細胞の常温保存を達成する前に、Pv11 が任意の酵素を常温乾燥保存が可能であるかどうか実証を試みました。

4. 乾燥すると壊れてしまう酵素でも、活性を保護できるか？

ホタルの発光を担うルシフェラーゼは、ATP とマグネシウムイオンの存在下でルシフェリンの化学反応を触媒する酵素です。このルシフェラーゼは乾燥により変性しやすく、活性を失いやすいことが知られています。私たちはルシフェラーゼを発現する Pv11 細胞を樹立しました。この細胞を乾燥状態で1週間維持した後、再び水分を加えると約30%の酵素活性がみられました。この際、Pv11 細胞の生存率は約25%でした。統計的および生化学的解析により、Pv11 細胞内のルシフェラーゼの活性は生存細胞数に依存することが明らかになりました。つまり、Pv11 細胞が生存していれば、ルシフェラーゼはほぼ完全に保護されることが考えられます。また、Pv11 細胞を乾燥状態で372日間、25℃で保存し、その後培地を加えると、ルシフェラーゼの酵素活性が検出されました。この結果から、少なくとも1年間は酵素活性が保護されることが示唆されました。一方で、乾燥状態では Pv11 細胞が酵素を保護していない可能性も考えられました。乾燥保存後に再吸水すると、Pv11

細胞の代謝が再開され、細胞のゲノムに組み込まれたルシフェラーゼも再び生産されるためです。したがって、再吸水後に測定されたルシフェラーゼの活性が、乾燥中に保護されていた酵素によるものか、新たに生成された酵素によるものかを確認するために、翻訳阻害剤を使用して再吸水後の代謝を停止させ、ルシフェラーゼの活性を測定しました。その結果、阻害剤の有無にかかわらず、同程度の酵素活性が検出されました。これは、新たに生成されたルシフェラーゼではなく、乾燥中に保護されていた酵素の活性が検出されたことを示しています。したがって、Pv11 細胞は乾燥条件下でもルシフェラーゼの活性を保護できることが確認されました (Kikuta et al., 2017)。今後の展開として、本研究の成果は、ネムリユスリカの乾燥耐性機能とトレハロースを組み合わせることで、電力消費を極限まで抑えた生体物質の保存技術へと発展させることが期待されます。これにより、電力供給が乏しい地域や災害時でも、安定した貯蔵と運搬が可能な技術の基礎が築かれました。今回の研究は、ルシフェラーゼの常温乾燥保存の初歩的な例に過ぎません。今後は、医療用診断酵素や抗体など、冷蔵・冷凍保存が必要な生体資料の保存技術への応用が期待されます。また、ネムリユスリカの細胞が持つ乾燥耐性能力のメカニズムをさらに詳しく研究することで、乾燥耐性に必要な因子が明らかになると考えられます。

5. Pv11 細胞の生存に必須となる鍵

前処理として Pv11 細胞に多量に添加させるトレハロースは、乾燥時に細胞を保護する役割を果たしますが、再水和時には細胞破裂の危険を伴う物質となり得ます。トランスクリプトーム解析により、乾燥からの再水和過程で発現が上昇する糖輸送体遺伝子が同定されました。この遺伝子にゲノム編集技術を用いて変異を導入した結果、変異株の Pv11 細胞の再水和後の生存率が著しく低下しました。この遺伝子の機能を知るために、カエル卵母細胞や哺乳類細胞を用いた生化学的実験を行いました。その結果、この遺伝子がナトリウムイオン濃度に依存してトレハロースの細胞内への取り込みや排出を調節する機能を持つことが明らかにな

環境配慮のための研究活動

り、この遺伝子は STRT1 (Sodium-ion Trehalose Transporter 1) と命名されました。STRT1 は、Pv11 細胞の乾燥からの蘇生過程において、トレハロースの効率的な細胞外への排出を調節することで、急激な浸透圧変化による細胞破裂を防ぐ役割を果たしています。つまり STRT1 が、Pv11 細胞を乾燥状態から上手に蘇生させている役割の一つを担っていると考えられます (Mizutani et al., 2024)。これらの研究結果は、生物素材の長期保存や乾燥ストレスに対する生物の適応戦略を理解する上で重要です。特に、STRT1 の活用は、乾燥耐性メカニズムの理解と応用可能性の探索に貢献し、乾眠能力を持たない普通の動物細胞の常温乾燥保存技術を促進すると期待されます。

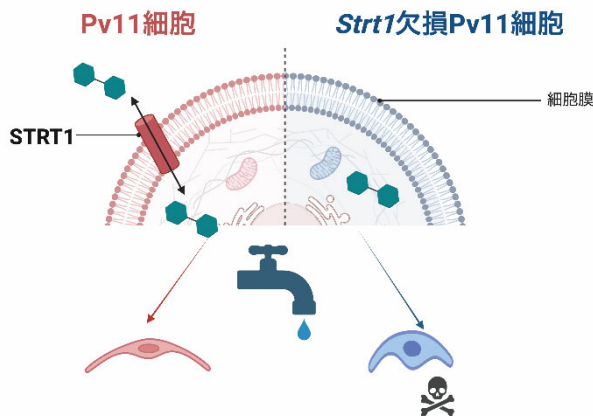


図3 乾燥したPv11細胞は、細胞内に大量のトレハロースを蓄積する。

STRT1は、ナトリウムイオン濃度に依存してトレハロースの細胞内への取り込みや排出を調節し、再水和中にトレハロースを効率よく細胞外へ排出させることで、急激な浸透圧変化による細胞破裂を防ぐ役割を担う。

6. SDGs との関わり

このような小さな昆虫とその細胞は、エネルギーフリーな生物素材の保存系の構築に役立つといえます。将来的には、農業分野における農作物の乾燥耐性を向上させる技術や、医療分野における乾燥血液やワクチンの保存技術の改良、宇宙探査分野における長期宇宙ミッションでの生体サンプルの保存など、環境負荷低

減型社会の実現に向けた重要なステップとなると考えられます。乾燥耐性機構の理解を深めることで、持続可能な生物資源の利用や、極限環境に適応する技術の開発に貢献することが期待されます。

引用文献

- Clegg, 1965. *Comp. Biochem. Physiol.* 14:135-143.
Cornette et al., 2017. *Syst. Entomol.* 42:814-825.
Crowe et al., 1992. *Annu. Rev. Physiol.* 54:579-599.
Gusev et al., 2014. *Nat. Commun.* 5:4784.
Hinton, 1951. *Proc. Zool. Soc. London.* 121:371-380.
Hinton, 1960. *Nature* 188:336-337.
Kikuta et al., 2017. *Sci. Rep.* 7. 6540.
Maidn & Crowe, 1975. *J. Exp. Zool.* 193:335-342.
Mitsumasu et al., 2010. *FEBS J.* 277:4215-4228.
Mizutani et al., 2024. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 121:e2317254121.
Novikova et al., 2011. *Acta Astronaut.* 68:9-10.
Ryobova et al., 2020. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 117:19209-19220.
Sakurai et al., 2008. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 105:5093-5098.
Siegert, 1987. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 4:151-160.
Watanabe et al., 2003. *J. Exp. Biol.* 205:2799-2802.
Watanabe, 2006. *Appl. Entomol. Zool.* 41:15-31.
Watanabe et al., 2016. *Cryobiol.* 73:93-98.
Wyatt, 1967. *Adv. Insect Physiol.* 4:287-360.
Yamada et al., 2020. *PLOS ONE* 15:e0230218.

4-1 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」および、ベトナム等での「国際実践教育演習」、大子町等での「国内実践教育演習」をはじめとする「コア科目」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、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。14 年間で 246/237 名の修了認定者が輩出されています。

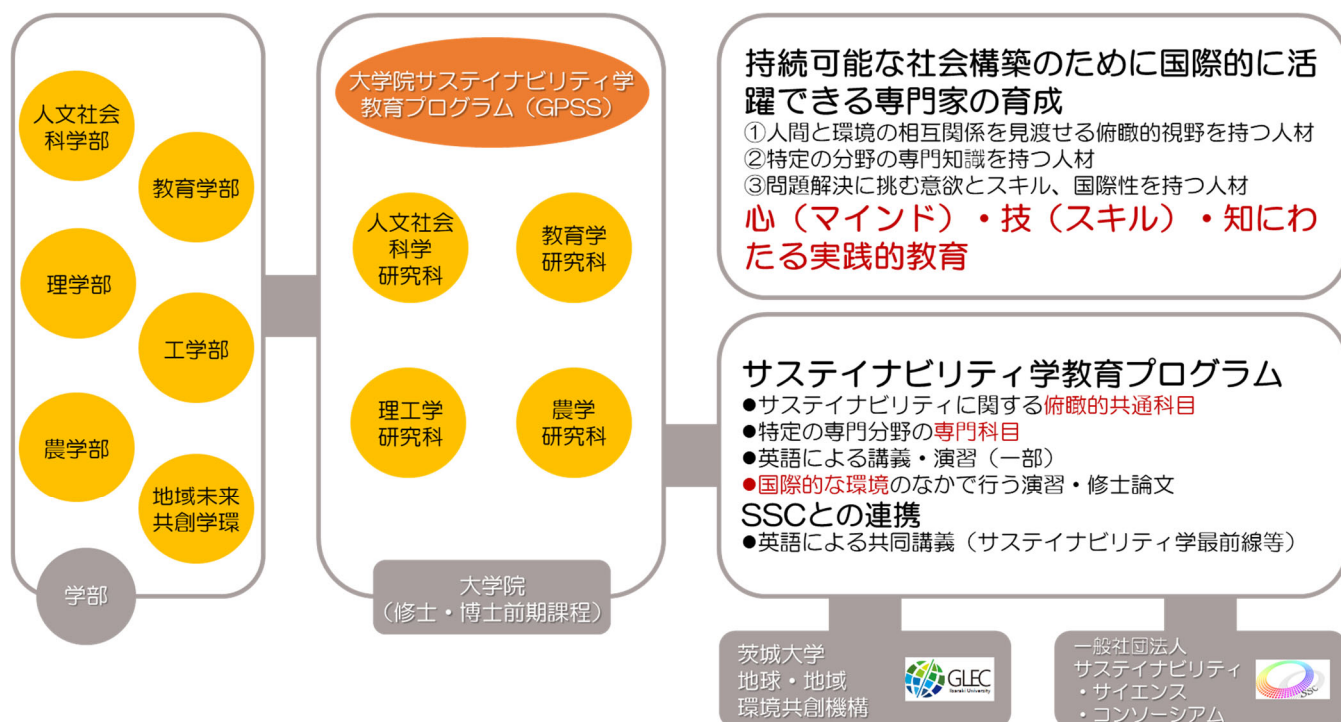


サステナビリティ学教育プログラムの修了者数

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
合 計	30/30	40/35	21/21	30/30	18/17	12/13	19/16	16/17	12/10	13/13	8/8	14/14	3/3	10/10
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	4/4	1/1	0/0
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	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	3/3
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	5/5
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	2/2

注) 左: 茨城大学大学院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）と大子町での国内実践教育演習（下）



4-2 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)。

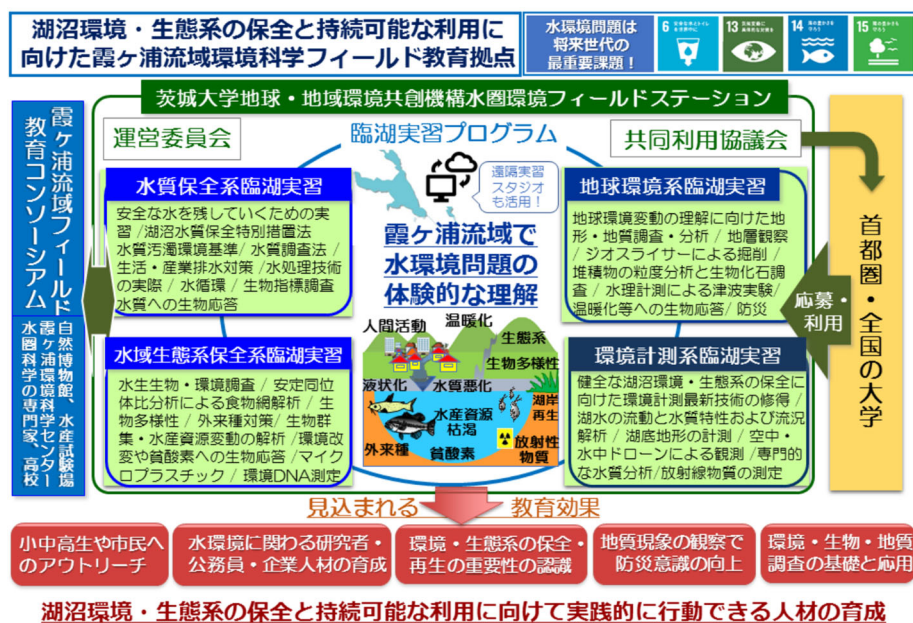


図1 湖沼環境・生態系の保全と持続可能な利用に向けた霞ヶ浦流域環境科学フィールド教育拠点の概要

環境コミュニケーション、社会貢献、環境に関する教育

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5年度は例年通り計5コースの実習を開講いたしました。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：さまざまな湖沼で環境計測・生物調査をしてみよう

前年度に引き続き、令和5年度は5講座のうち3講座を対面実習として、残りの2講座は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、オンライン実習として開講しました。公開臨湖実習の受講者数は他大学から延べ165人・日の参加があり、令和4年度の138人・日より増加しました。リモートで開催した実習では、学生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、オンライン指導による参加学生居住の遠隔地での調査の実施のほか、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行きたいと考えています。

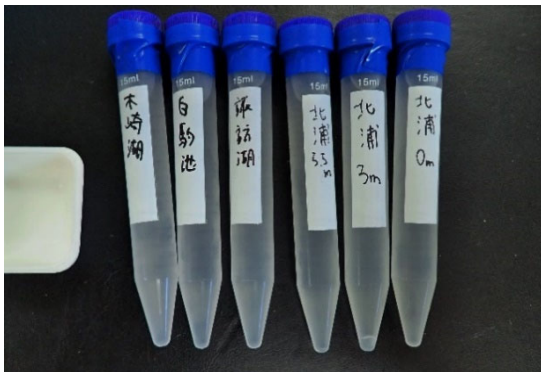


図2 リモート実習での湖沼調査の様子。採集道具や分析試薬を受講生に送付し、各自調査を実施した。



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）。

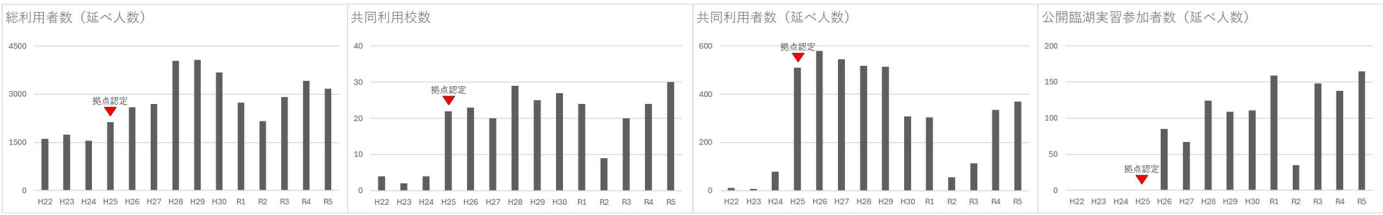


図 5 拠点認定前と認定後における総利用者数、共同利用校数、共同利用者数および公開臨湖実習参加者数の推移グラフ

表 1 平成 22 年度～令和 5 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	R5
	1610	1746	1559	2126	2599	2694	4032	4062	3674	2740	2155	2905	3417	3171
共同利用校数（校）	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5
	4	2	4	22	23	20	29	25	27	24	9	20	24	30
共同利用者数（人）	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5
	11	6	78	510	580	545	518	514	307	303	55	113	334	369
公開臨湖実習参加者数（人）	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5
	0	0	0	0	85	67	124	109	111	159	35	148	138	165

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、2023 年 4 月 1 日から 2024 年 3 月 31 日までの間に、環境に関する訴訟や料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。



環境に関する規制順守の状況

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」、「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

2023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

2023 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	8.5	2.9	20.1	31.5
第一種指定化学物質	468.7	527.1	117.7	1,113.5
合 計	477.2	530.0	137.8	1145.0

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桝にて合流し、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桝で、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、各学生宿舍、各職員宿舍、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 基ずつ設置されてい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。

放射性同位元素

本学では、水戸キャンパス理学部RⅠ施設、阿見キャンパス農学部RⅠ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。2023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。

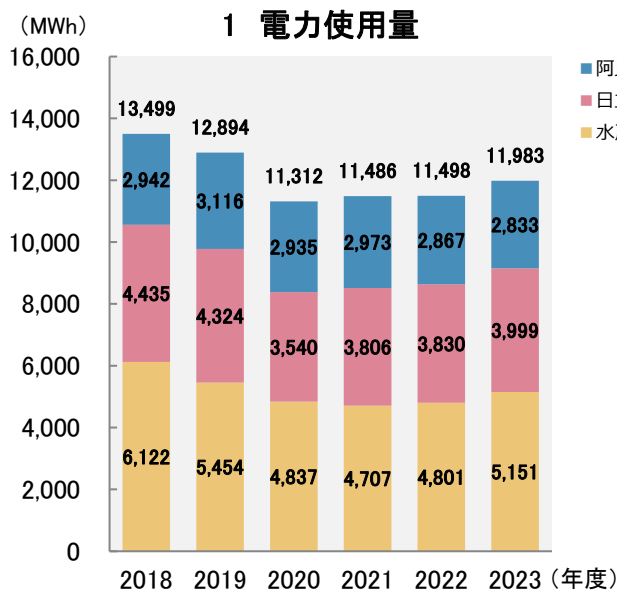
ダイオキシン対策

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。

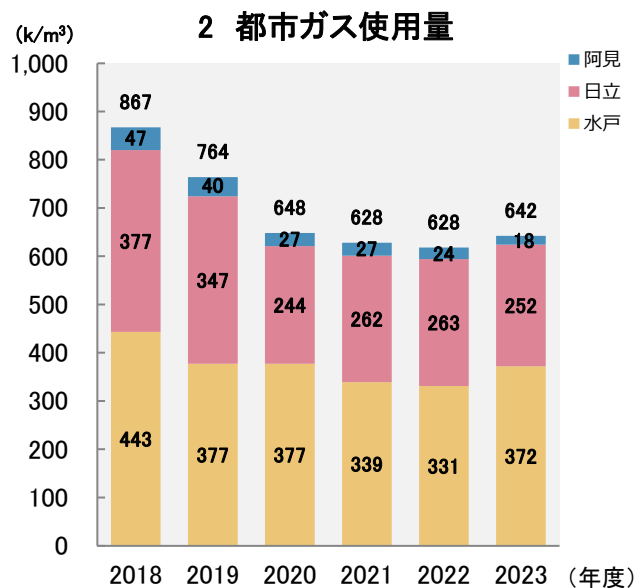
当時、茨城大学では、水戸・日立・阿見キャンパスに可燃ごみ用の小型焼却炉、また、阿見キャンパスでは中小動物専用の小型焼却炉もありました。これら既設の焼却炉は、2002 年度からさらに規制が強化され、焼却炉も老朽化したことから、2001 年度に全学の焼却炉の使用を禁止、可燃ごみの処理については全て専門業者への外注処分としました。その後、焼却炉を廃止しました。

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。

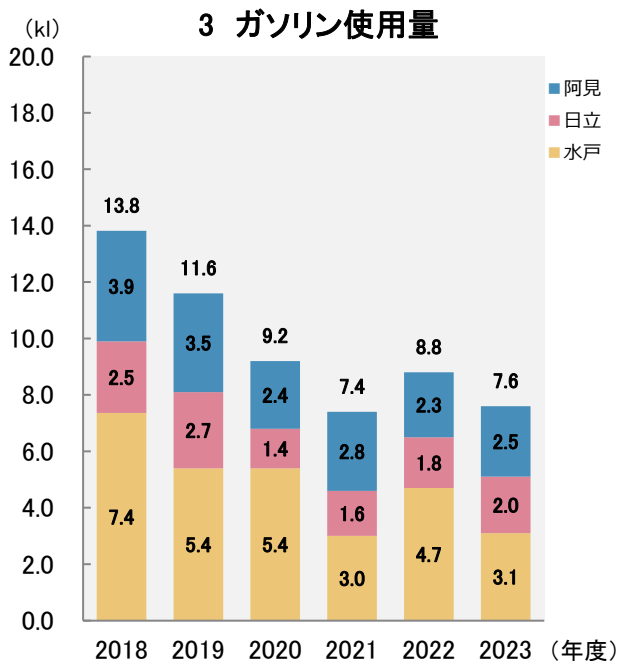
光熱水量は教育・研究活動の再開により前年度より増加傾向



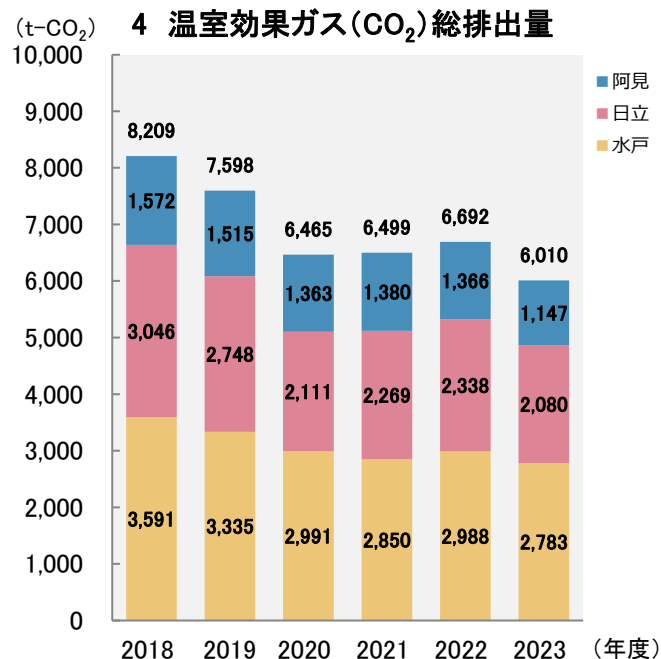
電力使用量については毎月の使用量を学内会議などで開示しています。前年度比約4.2%の増加となりました。今後も引き続き各キャンパスで節電省エネ活動を行います。



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3.9%の増加となりました。今後も引き続き各キャンパスで省エネ活動を行います。

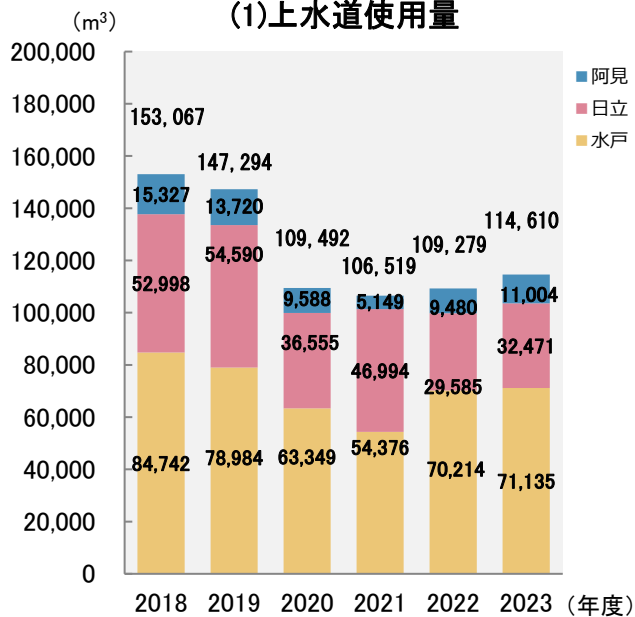


本学のキャンパス施設は茨城県内に分散しており、キャンパス間の連絡等のための業務用自動車(自動車、マイクロバス等)が使用されています。前年度比約14%の削減となりました。引き続きアイドリングストップの励行、テレビ会議システムの利用促進等を図り使用量の低減を推進します。



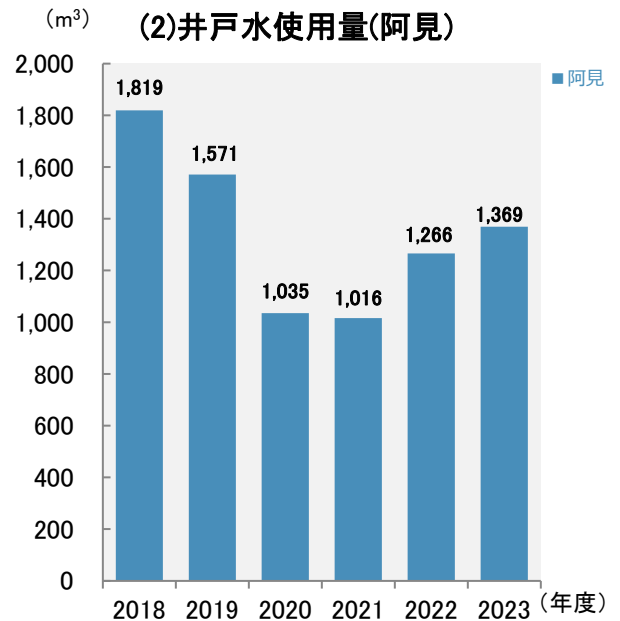
温室効果ガスについては年間の排出量を環境報告書等で開示しています。前年度比では約10%の削減となりました。

5 水使用量 (1)上水道使用量



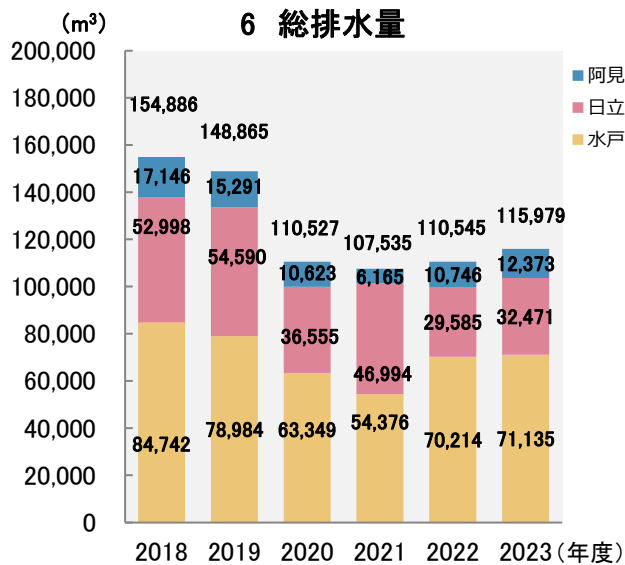
水使用量(上水道)については毎月の使用量を学内会議等で開示しています。前年度比、約4.9%の増加となりました。引き続き、節水活動の推進に努めます。

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8.1%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。

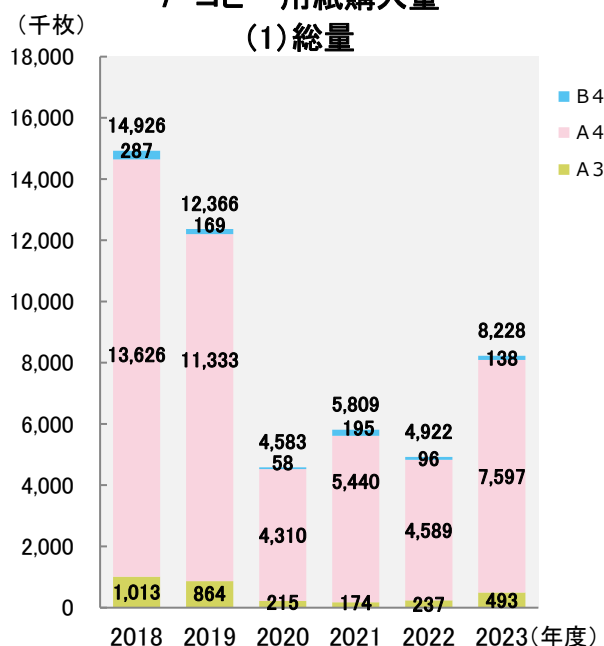
6 総排水量



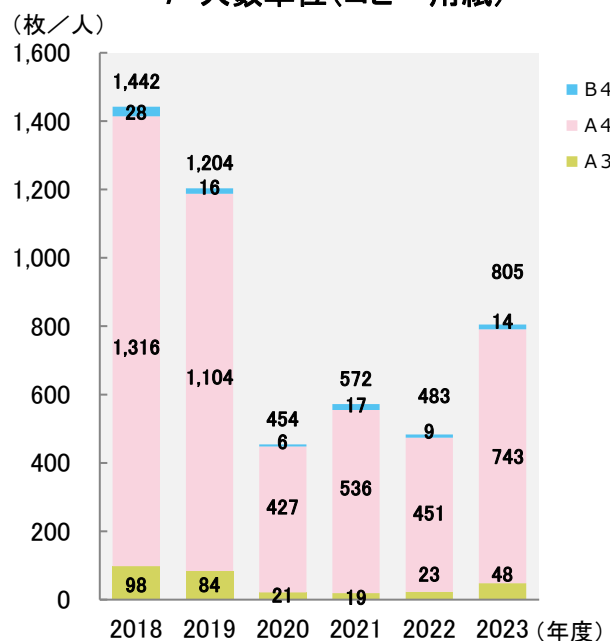
総排水量絶対値は、水戸・日立キャンパスは上水道使用量で、阿見キャンパスは上水道＋井戸水使用量です。総排水量については、「5 水使用量」に記載した内容が反映されています。

環境負荷とその低減活動

7 コピー用紙購入量
(1)総量

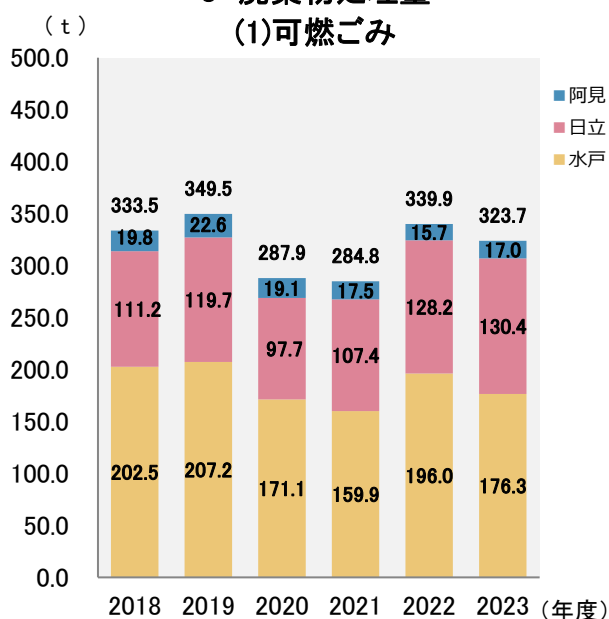


7 人数単位(コピー用紙)



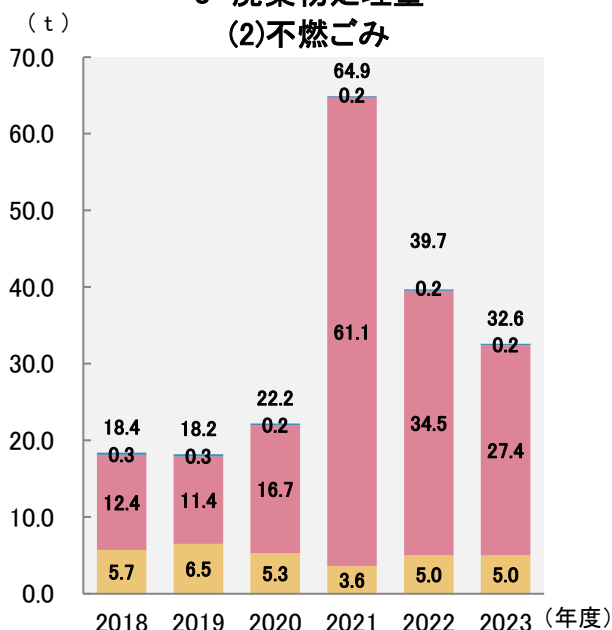
前年度に引き続き、コピー時の両面印刷の徹底、ペーパーレス会議の利用促進等を行っています。総購入量は前年度比約67%の増加となりました。書類の電子化、必要最低限のコピー枚数使用や使用済みの紙の二次使用などペーパーレス化を更に推進し、使用量を削減します。

8 廃棄物処理量
(1)可燃ごみ



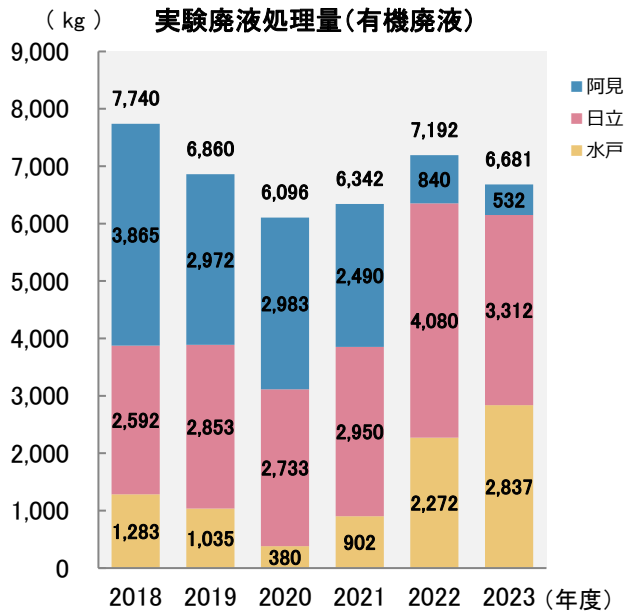
全学で紙類の分別回収(リサイクル)を行い可燃ごみ廃棄物の削減に努めましたが、前年度比約4.8%の削減となりました。

8 廃棄物処理量
(2)不燃ごみ

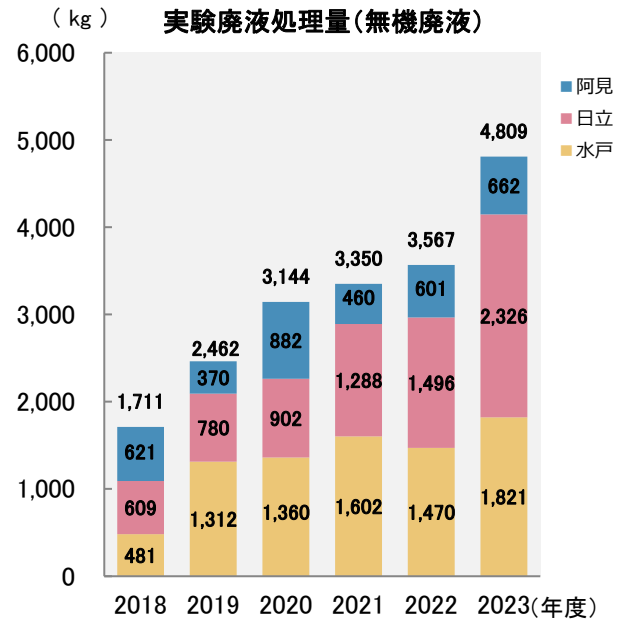


全学でペットボトル・空き缶・空き瓶の分別回収や、学内 LAN の掲示板に事務用機器の不用品の再利用の掲示を行う等、不燃ごみ廃棄物の削減に努めております。2021年度の日立地区増加要因は改修工事に伴う不要物品の廃棄となります。2023年度においても過去に比べ増加傾向です。

9 実験廃液処理量 実験廃液処理量(有機廃液)



9 実験廃液処理量 実験廃液処理量(無機廃液)



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

2023年度は、おおむね 100%となりました。



茨城大学 2024 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	2、3	
(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	5～7	
(2)KPIの時系列一覧	38～41	
(3)個別の環境課題に関する対応総括	7	
4. マテリアルバランス	8	
「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	5	
(2)重要な課題、ビジョン及び事業戦略等	5、6	
2. 組織体制及びガバナンスの状況		
(1)環境配慮経営の組織体制等	2、3、9	
(2)環境リスクマネジメント体制	5	
(3)環境に関する規制等の遵守状況	35～37	
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	10～34	
(2)環境に関する社会貢献活動等	10～34	
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	41	
(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	10～28	
(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	40、41	
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	8、38	
(2)総物質投入量及びその低減対策	8、38	
(3)水資源投入量及びその低減対策	8、39	
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	8、38	
(3)総排水量及びその低減対策	8、36	
(4)大気汚染、生活環境に係る負荷量及びその低減対策	36、37	
(5)化学物質の排出量、移動量及びその低減対策	36、37	
(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	40、41	
(7)有害物質等の漏出量及びその防止対策	37、41	
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	31～34	
「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	4	
(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	6、9	
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	42	

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多くの教育、研究活動の SDGs への対応について紹介されました。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外部からも高い評価を受けています。SDGs では活動の継続性、レジリエンスが期待されています。本学における SDGs 活動においてはその継続とレジリエンス成果を期待します。

評価者

2024 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：	百瀬 宗武	理学部	教授
	野田 真里	人文社会科学部	教授
	永尾 敬一	教育学部	准教授
	吉田 友紀子	工学部	助教
	内田 晋	農学部	准教授
	仲野 竜也	財務部財務課	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・黒瀬

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。