

Chapter 2

環境活動と環境教育・研究

Chapter_2-1

低環境負荷で 持続的なモノづくりを目指して ーセルロースナノファイバー研究を中心にー

SDGs_Goal



九州大学大学院農学研究院
サステナブル資源科学講座

横田 慎吾

はじめに

筆者は、農学研究院環境農学部門でサステナブル資源科学講座に所属している。当講座では、その名のとおり、環境に配慮した持続可能な生物生産・物質変換についての研究教育を実施しており、特に、森林や木材をベースとした基礎科学・技術開発に取り組んでいる。

2020年10月に、政府は、温室効果ガスの排出を2050年までに「全体としてゼロ」にする、カーボンニュートラルを目指すことを宣言した(1)。ご存じのとおり、植物は光合成によって温室効果ガスである二酸化炭素を吸収している。国土の約7割を占める本国の森林の二酸化炭素吸収量は年間約1億トンで、この量は本国における排出量の8%相当とされている(2)。また世界規模でみれば、年間80億トンもの二酸化炭素を森林が吸収している(世界で排出される二酸化炭素量の約24%相当)。吸収された二酸化炭素は固定され、いわゆるバイオマスとして蓄積されるわけだが、そのバイオマスは微生物等によって分解される循環資源である。その再生産量は、年間2000億トンとも言われる。したがって、この豊富でサステナブルな森林をうまく活用していくことはカーボンニュートラルに直結するものと考えられ、政府が公表しているグリーン成長戦略においても重要な二酸化炭素固定源として挙げられている。また、生物圏にできるだけ負荷をかけずに自然と共生しながら経済圏の確立を目指してバイオマスやバイオテクノロジーを活用する「バイオエコノミー」や、そこに持続可能性をもたせる「サーキュラーバイオエコノミー」の観点においても、木材や木質由来材料にかかる期待は増大している(3)。

そのなかで、筆者は、「セルロース」の材料開発を目指した

研究を行っている。セルロースは、樹木などの植物細胞壁の主要成分で、生体においては骨格の役割を果たしており、地球上で最も豊富な有機資源とも言われる。特に最近では、幅数nm～50nm程度の繊維であるセルロースナノファイバー(CNF)が脚光を浴びており、筆者の研究対象の中心となっている。本稿では、このCNFについて近年取り組んでいる研究を簡単に紹介したい。

セルロースナノファイバー (CNF)

セルロースは、高校の化学にも登場するが教科書的にはほとんど最後に掲載されている。専門分野でない方は忘れてしまっているかもしれないため、基本的なことを少し触れさせていただく。セルロースとは、分子構造的には、グルコースが β -1,4グリコシド結合によって連結した分岐のないホモポリマー(多糖)である(図1)。上述した植物の細胞壁として存在するものが多いが、自然界において、藻類中や微生物の菌体外分泌物(ナタデココ)、ホヤ(動物)の外套膜などとしても存在する。人類にとっては古くから生活資材として関わっており、木材や紙・紙製品、衣類として用いられてきただけでなく、食品添加剤、薬品、医療器材、液晶ディスプレイにも応用されている。非常に幅広い分野で利用されているセルロース系材料は、現在の我々の生活にとって欠かせないものとなっている(4)。

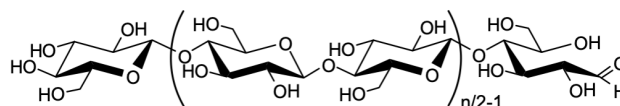


図1 セルロースの分子構造

低環境負荷で持続的なモノづくりを目指してーセルロースナノファイバー研究を中心にー

このように多岐に渡ってセルロースが材料利用されていることは、生合成の過程で獲得した複雑な高次構造とその構造形成に伴って発現すると考えられるユニークな性質や機能による。さらには種々の改質手法（エーテル化やエステル化などの化学修飾（＝誘導体化））によって新たな化学特性を付与できるセルロースの機能多様性にも起因すると考えられる。また近年では、CNF（図2）がマテリアルとして非常に魅力的な性質をもつことに焦点があたっている。CNFは、元々生物体が有していたナノサイズの繊維構造体をベースとしており、解繊技術が確立されてきたことから、その性質とポテンシャルが示された。すなわち、CNFは、軽量性・高強度・高弾性率・耐熱膨張性・高吸着特性・透明性・生体適合性などを兼ね備えている（5）。そのため、構造部材、電気・電子材料、医薬品、化粧品、食品・

生活用品など幅広い領域での応用が期待されており、森林資源を主とした原料が豊富な我が国では、このCNFを脱炭素社会構築の切り札と捉え、世界的にも先駆的な研究開発を推進している。ただし、図1に示すようにセルロースは多数の水酸基をもつために、分子鎖の集合体であるCNFは親水性が高い。そのため、材料として利用する際に水分に弱いデメリットを考慮する必要がある。また、上述の優れた物性を活かしてプラスチックの強化剤としての応用がしばしば試みられるが、疎水性ポリマーとの馴染みを良くするために、通常、CNF表面を化学的に疎水化する工夫が必要となる。しかし、一般の誘導体化や界面活性剤の吸着を介した化学改質を行った場合、導入された官能基や吸着分子の脱離によって熱変性や毒性が生じるなどの新たな課題を生んでいる。

セルロースナノファイバー

再生可能な循環型資源

幅:ca.3~50nm

アスペクト比:>100以上

高比表面積:>250m²/g軽量:1.6g/m³(鉄:7.9、ガラス繊維2.6)

高強度:3GPa

高弾性率:140GPa(アラムド繊維並み)

低熱膨張係数:0.1ppm/K(石英ガラス並み)

表面の性質が重要

広範な高性能製品の開発(例)

構造部材



分散剤

吸着剤



樹木の階層構造

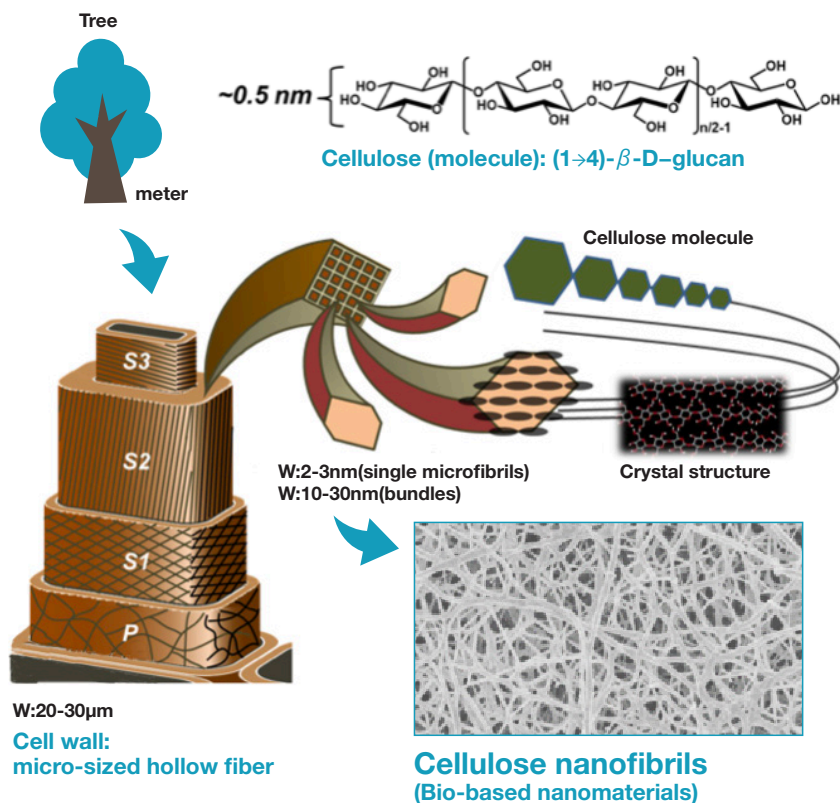


図2 セルロースナノファイバー(CNF)の特性と樹木の階層構造

筆者らは、セルロース結晶繊維のポテンシャルを最大限生かすため、CNF表面の性質を制御することによる機能化を目的として研究を行っている。ここで、一口にCNFといっても用いる原材料や製造方法によって表面性が異なることも知られている。筆者らは、水中カウンターコリジョン法（ACC法）（6）を主として用いている。このACC法で得られるCNFは、他法で製造されるCNFと比較して疎水性が高いため、CNFが苦手であった疎水物質との複合化において有利である（ここでは詳細は割

愛する（7））。とはいえ、表面化学修飾などの後処理はCNFへの機能付与の強力なツールである。しかしその際には、環境負荷が小さいプロセスが必要となる。でなければ、折角のバイオマス素材の利点が失われてしまう。そのため筆者は、できるだけマイルドな条件で、できるだけ必要最低限の表面化学処理によってCNFを改質することを目指している。以下に、その事例を紹介する。

低環境負荷で持続的なモノづくりを目指して—セルロースナノファイバー研究を中心に—

表面化学修飾による CNF の特性改質 (8)

アセチル化は最も汎用的なセルロースの化学改質法のひとつであり、得られるセルロースアセテートは、タバコ用フィルターやアセテート繊維として、かつては写真用フィルムへも用いられていた。特殊な溶媒を必要とせず、比較的マイルドかつ簡便な

系で化学修飾が可能である。筆者らは、木質由来 CNF の表面酢酸エステル（アセチル）化を試みた（図 3）。水分散体の CNF を酢酸に再度分散させた後、所定量の酸触媒と無水酢酸を添加して室温にて攪拌させた。反応終了後、中和—透析もしくは遠心分離によって精製した。

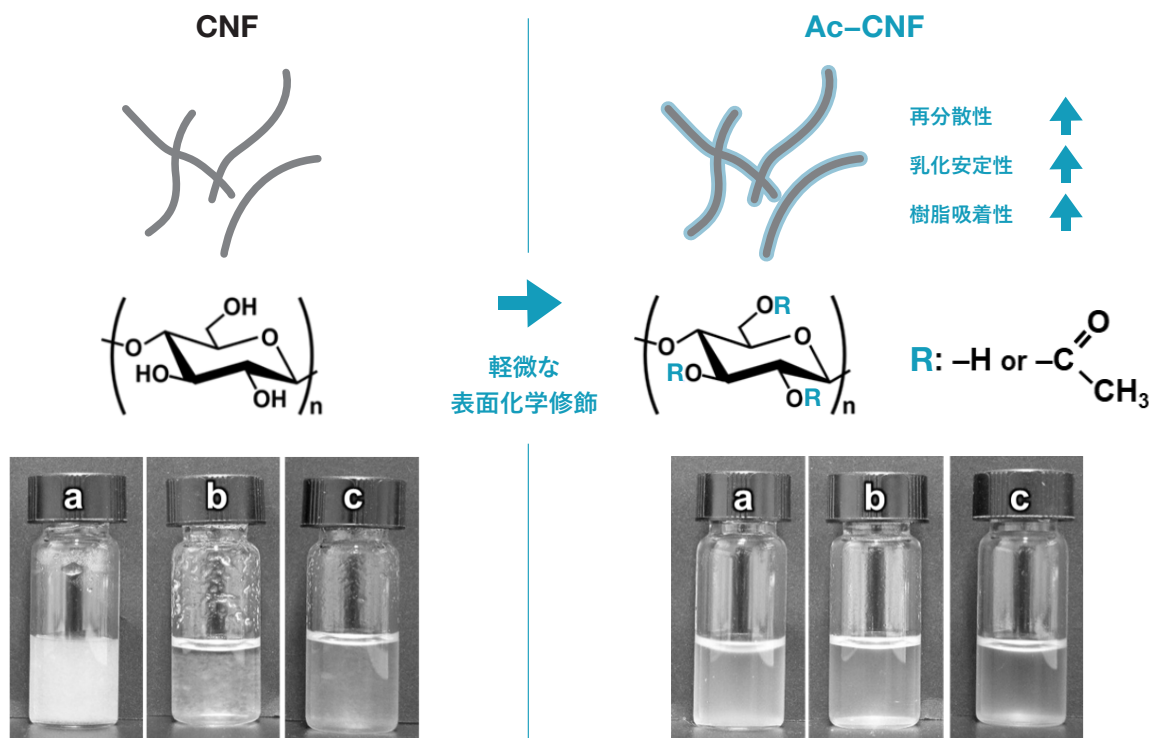


図3 表面修飾による分散性の付与（アセチル化, a: 水, b: ピリジン, c: DMSO）
（下段写真）軽微な修飾後、良好な分散性がみられる

調製された試料をフーリエ変換赤外分光法（FT-IR）に供したところ、アセチル基由来の C=O 伸縮振動、CH₃ 変角振動、C-O 伸縮振動が検出された。これらの赤外吸収バンドを指標として、反応条件の精査を行った結果、エステル化試薬である無水酢酸の添加量増加に対して正の相関を示したが、ある一定の添加量を境にバンド強度の増加率が劇的に上昇した。ここで目指しているのは、CNF の内部構造を維持したままの表面修飾である。CNF は、分子鎖が密にパッキングされた結晶繊維であるため、この変曲点を境に、結晶構造の変化の有無を X 線回折により検討した。無水酢酸濃度が低い条件では、元のセルロース I 型と呼ばれる結晶構造が維持されていた一方で、高濃度条件では、結晶性が顕著に低下していた。さらに、X 線光電子分光法（XPS）による精密な表面化学組成の解析を行い、アセチル基の導入程度（=置換度（DS））を算出し、FT-IR の結果と比較検討した結果、表面のみがアセチル化される最適条件では DS = 0.5 ~ 0.6 程度となることが示された。ここで、DS の値はセルロース分子中の無水グルコースユニットの水酸基の何個が化学修飾されたか、を示す（最大 DS = 3）。上述の DS の値は、セルロースアセテートとしては低く、元のセルロース化学構造もかなり残されていることを示す。また、用いた CNF は、繊維幅

10 nm 程度であったが、表面アセチル化された CNF の繊維幅はわずかに低い値（5 ~ 7 nm）であった。このようにして得られた表面アセチル化 CNF は未修飾の CNF と比較して、乳化能や疎水性樹脂粒子（ポリプロピレン粒子）への吸着性が向上し、狙い通り、より疎水的な性質が示された（CNF の乳化能については後述する）。一方で、この低置換度の表面アセチル化 CNF は、未修飾 CNF と比較して良好な水分散性を示した。低置換度（DS = 0.5 ~ 1.0）の酢酸セルロースは水溶性を示すことが知られているが、本研究で得られた表面アセチル化 CNF についても、表面にアセチル基が導入されることによって、繊維間水素結合を形成する水酸基がブロックされ、結果として水分散性が向上したものと考えられる。（DS をさらに向上させると水和構造をとれずに水に分散しなくなると推定される。）以上の結果より、非常に簡便なプロセスにもかかわらず、適度な表面アセチル化を施すことによって CNF の水中での両親媒的な性質がより強調されたことが示唆された。また、通常、CNF は乾燥させると再分散が難しいが、この表面アセチル化 CNF は、乾燥後の再分散性が良好であったため、輸送コスト・エネルギーの問題を解決する可能性も示された。

低環境負荷で持続的なモノづくりを目指して—セルロースナノファイバー研究を中心に—

特異な自己集合特性を誘導する界面反応による
CNF の局所的化学改質 (9)

同一の物質中で構造が異なる二つの面を持つヤスス型物質は、ミクロなレベルでの高次構造制御を促し、材料機能創発へつながることが期待されている。前述の表面アセチル化をナノ繊維中の一部分に局所的に施すため、油滴分散型のエマルジョン中の油／水界面を反応場とした CNF 表面のアセチル化を試みた (図 4)。

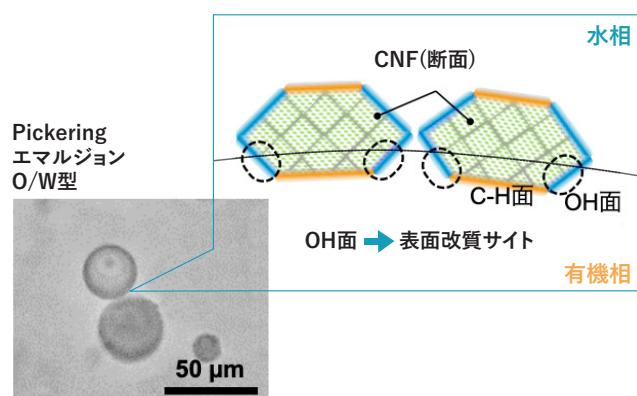


図4 部分的な表面改質による界面活性の向上
(Pickeringエマルジョンによる液滴形成)

ここでは、酢酸菌由来のバクテリアセルロースを ACC 処理に供することにより CNF 分散水を得た。油と水を混合して得られる安定分散系をエマルジョンと呼ぶが、CNF は、水／油界面被覆してエマルジョンの合一を妨げる (10)。一般には、石けんのような界面活性剤の乳化安定能が有名であるが、CNF のような固体粒子によって安定化されたエマルジョンはピッカリングエマルジョン (PE) と呼ばれる。この PE 形成と同時に CNF 表面がアセチル化されることを期待して、以下のプロセスで試料調製を行った。油相として、無水酢酸、4-ジメチルアミノピリジン、トリエチルアミンを溶解させたトルエン溶液を、水相として、0.10 wt% CNF 分散水を用いた。油相：水相が体積比で 1：1 となるよう混合し、回転式ホモジナイザーを用いて攪拌した。得られた生成物をエタノール中に分散させ、その後、吸引ろ過しながらアセトンおよび脱イオン水で洗浄することにより、表面アセチル化 CNF の精製を行った。比較対象として、*N,N*-ジメチルアセトアミド分散系で表面アセチル化を施した。

PE 系、均一系のいずれにおいても表面アセチル化が進行した。すなわち、ナノ繊維形態、結晶構造、結晶化度における反応前後での顕著な変化はみとめられなかった。アセチル化 CNF の分散水をスライドガラス上に展開し、乾燥させることによりキャストフィルムを得た。このキャストフィルム表面 (空気面) の水滴の接触角を測定したところ、同程度の置換度を有する場合でも、PE 系由来のフィルムが均一系由来のフィルムと比べて高い接触角の値を示した。フィルムの表面粗さには差異がほとんどみとめられなかったが、PE 系由来のフィルムでは、その空気面側とガラス基板面側の表面化学組成に違いがみられた。すなわち、

XPS スペクトルにおいて、空気面ではアセチル基に由来する還元型炭素 (C-C(H)) のピーク強度がより高く検出された。このような差異は、均一系由来のフィルムではみとめられなかった。

以上の結果は、PE の水／油界面を反応場とすることにより油相側でのみ CNF の疎水化がなされたこと、この局所改質面を空気側に向けてるように自己集合しながらフィルム化形成されたことを示唆する。本化学処理は、繊維の集合構造制御において PE を用いた局所的な表面改質が有効なアプローチであることを示し、その結果、集合構造に起因した特異な物性発現を誘導するものと期待された。

アルカリ活性化による CNF 表面反応促進 (11)

上述の表面改質では、セルロース中の水酸基の反応性を利用してきたが、いずれにおいても脱水能の高い濃厚な酸や有機溶媒が必要であった。一方で水系での CNF の表面化学修飾を進行させることはチャレンジングである。そこで、筆者らは、低濃度の水酸化ナトリウム水溶液を前処理液とした活性化によって CNF 表面上の水酸基の水系での反応性を向上させることを試みた。

セルロース固体を水酸化ナトリウムに作用させると、水酸基が ONa 基となり、さらに Na を水洗して乾燥させることで、固体形態を保ったまま結晶形が変態することが知られている。特に、18% 程度の水酸化ナトリウム水溶液を用いてセルロース I からセルロース II へ変化するための処理をマーセル化と呼び、工業的には繊維に光沢を付与するためのプロセスとして知られる。しかし、この結晶変態は一般に、結晶性の低下を招き、CNF の利点である物理的特性も失う可能性が高いため、ここでは、内部構造 (結晶構造) を大きく変えることのない条件検討を行った。その結果、水酸化ナトリウム水溶液の濃度範囲で 1-7 wt% では、CNF の結晶構造のセルロース II への変化は、極めて限定的であった (X 線回折パターンより)。原子間力顕微鏡像からは、ナノファイバー形態が損なわれていないことが示されたことから、この濃度範囲においては、CNF 表面だけがアルカリに作用していることが示唆された。このアルカリ処理 CNF は、通常は反応が進行しない水系でのカルボキシメチル化 (代表的なエーテル化) が進行した。つまり、表面が「活性化」されたことが示された。CNF の表面活性化のためのこの簡単な方法は、様々な用途のための CNF 機能創出に有用であると考えている。

おわりに

セルロースをはじめとした生物素材は、生物体が織りなす複雑な階層構造形成の履歴を内包した極めて多彩な構造的・機能的ポテンシャルをもつと考えられ、幅広い応用、社会実装へとつなげていくためには、様々な物質や媒体と接する「界面」の制御が鍵になると考えられる。本稿では、特に、持続可能でマイルドな表面改質プロセスの確立を目指した筆者らの研究の一部を紹介した。CNF をはじめとするバイオマス素材の利用においては、生物由来であるが故の難しさ (構造制御が難しく、

低環境負荷で持続的なモノづくりを目指してーセルロースナノファイバー研究を中心にー

因子が多い、ノウハウやトライアンドエラーが必要など）もある。そのため、セルロース材料の素材を熟知した研究者の醸成に加えて、これからは多様な分野の研究者との連携や DX の活用などが不可欠になると思われる。本稿を読んでいただき、セルロースに少しでも興味を持たれた方がいれば、お声掛け頂ければ幸いである。

謝辞

本稿で紹介した研究内容のほとんどは、研究室の前教授・近藤哲男先生および所属学生との共同研究であり、ここに深く感謝申し上げます。また、普段から様々なサジェスチョンを頂いている同講座高分子材料科学研究室の巽大輔准教授に感謝いたします。最後になりましたが、本執筆においてお世話になった全ての方に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 環境省脱炭素ポータル https://ondankataisaku.env.go.jp/carbon_neutral/
- (2) 林野庁ホームページ <https://www.rinya.maff.go.jp/index.html>
- (3) 日本木材学会 2024 年度産学官連携シンポジウム要旨集
- (4) 磯貝 明 [編], セルロースの科学, 朝倉書店 (2003)
- (5) Kondo T., KONA Powder Particle J., 40, 109 (2023)
- (6) Kondo T. et al., US Patent 7,357,339 (2008)
- (7) Kondo T. et al., ACS Appl. Polym. Mater., 6, 1276 (2024)
- (8) Yokota S. et al., Carbohydr. Polym., 255, 117342 (2021)
- (9) Ishida K. et al., Carbohydr. Polym., 261, 117845 (2021)
- (10) Yokota S. et al., Carbohydr. Polym., 226, 115293 (2019)
- (11) Yokota S. et al., J. Wood Sci., 68, 14 (2022)



森を流れる川の水質浄化機能

九州大学大学院農学研究院
森林環境科学講座

笠原 玉青

1. はじめに

森林の広がる山地を流れている川(ここでは溪流と呼ぶ)の多くは、川幅が狭くて水量も少なく、歩いて渡れる区間も多い。個々は小さい溪流であるが、国土の7割以上は山地、7割程度を森林が覆う日本では、水系の流路長の大部分を溪流が占め、全体としてその存在は大きい。溪流は、平野部を流れる下流河川に水や土砂を供給し、河川の生物活動を支える物質も供給している。水質の観点からいうと、溪流が下流河川の水質の基盤をつくる。

溪流が、下流河川と大きく異なる点の一つは、流域斜面や河畔に広がる森林とのつながりが強いことである。例えば、樹木の枝葉により日射が遮られるため、水温の上昇や川の中での光合成がおさえられている(写真1)。樹木からの落葉落枝や落下昆虫は、川の生物の主要なエネルギー源(餌資源)であり、倒木は、生物の生息場となる多様な川の地形をつくりだす。

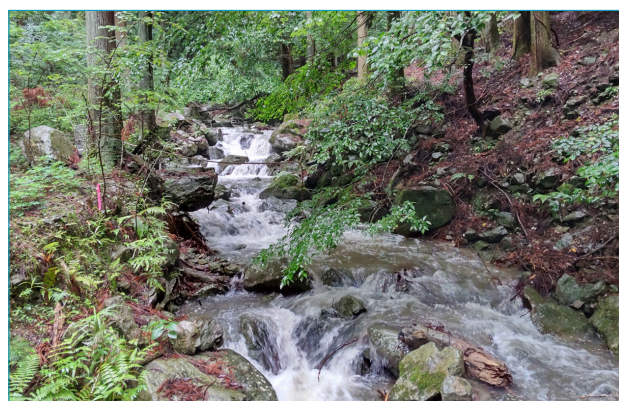


写真1. 福岡演習林を流れる新建川

このように下流河川とは異なる環境下で、水質の基盤をつくる溪流の水質形成機構や水質浄化機能を理解することは、流域で持続的な水資源管理を行っていくうえで不可欠である。ここでは筆者がこれまで行ってきた川の水質浄化機能に関する研究の一部を紹介したい。

2. 溪流の水質浄化機能

溪流の水質は、降雨によって水量が増えている時(出水時)と、降雨がなく安定した水量時(平水時)とでは異なる。出水時の水質は、斜面からの溶存物質や土砂などの粒子状物質の供給量が急激に増えるため、流域斜面の影響を強く受ける。一方、平水

時の水質は、斜面からの供給は安定しているので、流路内の物質循環プロセスの影響が反映される。溪流の水質浄化機能は、流路内プロセスであり、その機能がより発揮されるのは、平水時である。

流域に降った雨は、主に斜面地下部を流れて谷部に位置する溪流に流出する。つまり、地下水域と流路はつながっている。流出した水は、溪流路内をそのまま下流に流れるかというところではない。河床に広がる地下水域に伏流したり、また流路に戻ったりの循環を繰り返しながら下流へ流れていく(図1)。地下水域に伏流した水はゆっくりと流れ、例えば栄養塩類(例えば窒素やリン)など生物が利用する物質は、微生物などの働きによって、流下過程でその濃度が減少する。それら生物的作用に加え、吸着やろ過など、化学的・物理的作用によって、溪流水は浄化される。地下水域に伏流し、流路に戻る水の循環量が多いほど水質浄化機能は高くなる。

地下水域の中でも、流路との境界域に位置し、川の水が伏流している領域を河川間隙水域と呼んでいる(図1)。この河川間隙水域が水質浄化機能を担っている。河川間隙水域の広がり、は、一様ではなく、広がりの大きい区間(数十m)もあれば、広がりの小さい区間(<数cm)もある。川の水が伏流するためには、川の地形が多様であること、水を通しやすい河床土砂であることが必要で、地形や河床土砂によって広がりが異なる。

溪流は、巨石が多く、倒木もあるため、地形が多様であり、特に伏流を促す地形であるステッププール構造(階段状地形)や瀬淵構造が優占している。河床の土砂は比較的粒径の大きい土砂ものが多く、溪流の河川間隙水域は水を通しやすい。そのため、溪流域での河川間隙水域の広がりは比較的広く、循環する水量も多い(1)。よって溪流の水質浄化機能は高い。



図1. 河川間隙水域の位置図。矢印は流路と河川間隙水域間の水の循環を示す。

森を流れる川の水質浄化機能

3. 渓流が直面する課題と水質浄化機能

渓流域は、我々の多くが住む平野部からは遠いので人為的影響が少ないと考える方も多いかもしれない。しかし、実際は大気汚染、ダム建設、森林伐採・植林、管理放棄、土砂災害などが様々な影響を受けている。これら人為的影響に渓流の水質浄化機能はどのように応答しているのだろうか。

大気汚染：森林流域を流れる渓流の水質は貧栄養（窒素やリンなど栄養塩類の濃度が低い）であることが多い。大気から供給される栄養塩類を森林の植生が吸収し利用するからである。しかし、福岡近郊では、栄養塩濃度が比較的高い渓流も多い。例えば、福岡演習林を流れる新建川の硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)濃度は一年を通して 1.0mg/L を超えており、農地・都市河川の濃度に匹敵する(2)。森林というフィルターを通ってもなお高い濃度で渓流に流出していることになる。福岡近郊の森林流域は、都市部からの大気汚染、加えて大陸からの越境大気汚染の影響を受け、森林に過度の窒素が供給され、窒素飽和状態に達してしまっている。そのため、森林に吸収されることなく、渓流水の窒素濃度が高い。

渓流の水質浄化機能は高く、窒素を保持する能力は従来高い。しかし、野外実験の結果から、慢性的に高い濃度をもつ渓流では、窒素保持能力が低下していることがわかってきた。流路を流れる窒素が保持されるまでの平均距離が、貧栄養の森林渓流に比べて、窒素飽和している森林を流れる渓流では長くなっている(図2)。

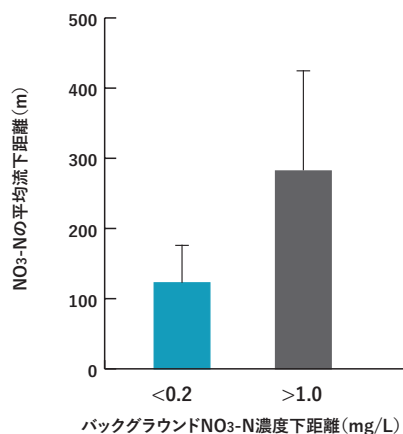


図2. 硝酸態窒素の流下距離を貧栄養区間と森林が窒素飽和した区間で比較 (n=10)

ダム：多雨で急峻な地形を流れる日本の川には、水と土砂の流れを制御するためにダムが多い。ダムは貯水目的だけでなく、砂防、治山など様々な目的で建設されていて、目的によってダムのサイズや形状が異なる。後者2つは連続して設置されることもあり、その数が特に多い。

ダムが建設されるとその周辺区間で川的环境が変化する。筆者らは、指標の一つである有機物の分解速度を測定することで、ダムの水質浄化機能への影響を評価した。犬鳴ダム、猪野ダム(両者とも貯水ダム)と新建川の砂防ダムで調査を行ったところ、ダムの影響を受けていない上流区間に比べてダムの影響

を受ける下流区間では有機物分解速度が流路・河川間隙水域の両領域において低くなっていた(3,4)(図3)。つまり、ダムは下流に水質浄化機能の低い区間をつくることが示唆された。

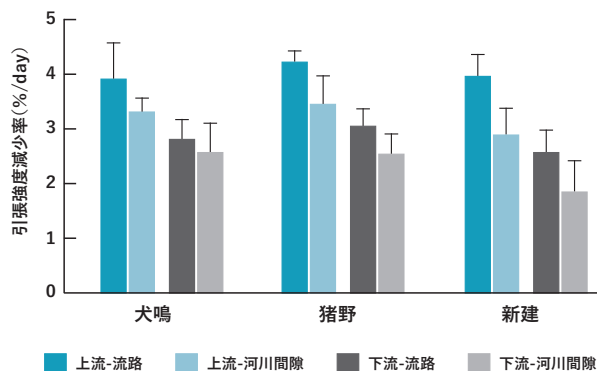


図3. 分解速度の指標である引張強度減少率. ダム上流-下流、流路-河川間隙水域間で比較(n=25)

森林伐採・植林：日本の森林面積の4割は人工林(主にスギ・ヒノキ)であり、福岡県ではその割合がさらに高い。人工林は、伐採・再造林の対象地であり、渓流はそれら流域斜面の森林の変化の影響を受ける。伐採においては立木密度を減らす間伐の実施も多い。筆者らは、3haほどの小流域で、樹木の本数の半分に減らす間伐実験を行ったところ、年間流出量の変動は小さいが、降雨時の流出量は増加する結果となった(5)。降雨時の流出増加は、森林土壌の流出を伴い、河床土砂の目詰まりが起こる可能性がある。そうすると、河川間隙水域に伏流する水量が減り、一時的に水質浄化機能が低下する可能性がある。

管理放棄：人工林の管理放棄や放置竹林の拡大が社会的課題となっている。どちらも渓流域での課題であり、森林の状態変化・樹種変化は渓流に大きく影響を与える。竹林(特にモウソウチク)は、侵入速度が速く、森林が竹林に置き換わるケースも多い。もちろん、タケは河畔にも侵入し、渓流へ供給する落葉の質や季節を変えてしまう。河畔は攪乱頻度が高く、一般的に落葉広葉樹が多いが、タケが侵入すると河畔林にもタケが優占する(写真2)。そうすると、落葉の季節、餌資源としての質が変化してしまう。

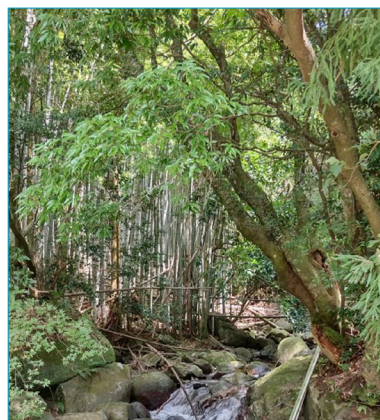


写真2. 河畔林に侵入したタケ(篠栗町)

森を流れる川の水質浄化機能

上にも書いたように、溪流生物は河畔林からの供給に依存しているため、餌資源が変わると生物群集が影響を受け、生物活動が変化すると水質浄化機能が影響を受ける。溪流内でのタケの落葉の分解速度は、同じ春～初夏に落葉する常緑のスギやクスノキと比べても遅く、溪流生物の餌資源としての質は低いことが示唆される(図4)。

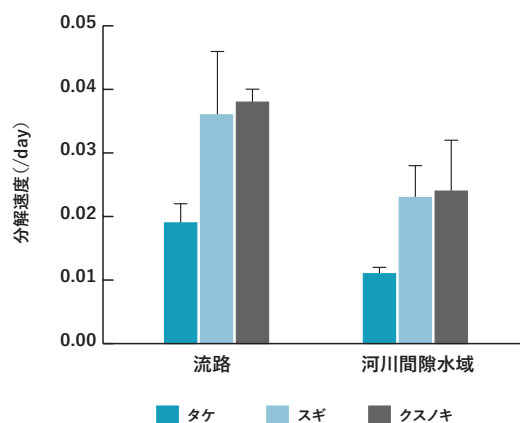


図4. 溪流路と河川間隙水域におけるタケと常緑樹(スギ・クスノキ)の落葉の分解速度の比較(n=5)

土砂災害:近年増えている降雨強度(mm/h)の大きい雨は、時に溪流域で土砂災害を引き起こす。災害後は土砂の堆積区間も河床が侵食された区間も、川の地形が一変して、河畔林も失う(写真3)。大規模な攪乱後の水質浄化機能の変化、そして回復に関してはまだ研究例がほとんどないが、今後の水資源管理においては理解する必要があるだろう。



写真3. 2017年の豪雨で被害を受けた溪流

山地を流れ、高い水質浄化機能をもつ溪流は、その個々は小さいものの、数は多く、下流河川の水質基盤をつくるなど影響力は大きい。溪流は、常に自然攪乱、人為的攪乱の影響を受けている。それら攪乱に対して、溪流がどのように応答しているのかを理解することは、持続可能な水資源管理を行ううえで必須であり、今後も河川の水質浄化機能、水質形成機構に関する研究を続けていきたい。

引用文献

1. Kasahara, T. and Wondzell, S.M. 2003. Geomorphic controls on hyporheic exchange flow in Mountain Streams. Water Resources Research Vol. 39, No. 1, SH3-1-14.
2. 久保 朋也, 笠原 玉青, 智和 正明, 大槻 恭一. 2018. 溪流における河川間隙水域の有機物貯留量と分解能, 地下水学会誌 60: 193-203.
3. Li, Y. Kasahara, T. Chiwa, M. Fujimoto, N. 2020. Effects of dams and reservoirs on organic matter decomposition in forested mountain streams in western Japan, River Research and Applications 36: 991-1381
4. Kasahara, T., Li, Y., and Tanaka A., 2022. Effects of dams and reservoirs on organic matter decomposition in the hyporheic zone in forest mountain streams, Hydrobiologia 849: 2949-2965
5. Sun, H., Kasahara, T., Otsuki, K., Tateishi, M., Saito, T. and Onda, Y. 2017. Effects of Thinning on Flow Peaks in a Forested Headwater Catchment in Western Japan, Water 9: 446

環境サークルEcoaの活動

「地球にやさしく、その前に人にやさしく」をモットーに活動する九州大学公認の「環境サークル Ecoa(エコア)」です。大学の学祭で排出されるゴミ削減を目標にゴミステーションの運営、福岡県の大学の環境サークルが集まる「福岡学生エコ会」として地域イベントなどのボランティア活動への参加、捨てられる竹やロウソクを再利用して制作したキャンドルでキャンパスを彩る「キャンドルな伊都」など、環境に配慮した活動を大学内外幅広く行っています。また、それらの活動に活かせるような知識の身に付けや意識向上を目指すべく、環境ドキュメンタリー鑑賞会やエコ検定取得のための勉強会なども行っています。

令和5年度には新型コロナウイルスによる活動制限が解除されたことで、従来通りの活動から新しい活動まで、多岐にわたって活動を企画・実施することができました。ボランティアへの参加に限らず、広く環境問題に向き合った1年だったと思います。ここでは、それらの活動の中でも特に意義を感じられた活動をご紹介します。

SDGs_Goal



Ecoa Action_ 1

清掃活動

Text : 工藤

エコアの主な活動の一つである清掃活動は、令和5年度には4回行いました。1回目は10月に海岸清掃を行い、2～4回目には伊都キャンパス内にて清掃活動を実施いたしました。

1回目は10月に行った公立鳥取環境大学学生 EMS 委員会主催の「JUMP ～日本列島を軽くしよう～」です。こちらは生の松原海岸にて海岸清掃を実施しました（写真1）。

2～4回目に実施した伊都キャンパス内の清掃活動は、令和5年度より新しく始めた活動となります（写真2）。センターゾーンからイーストゾーン手前までを中心に、月に1,2

回の頻度で実施する定期活動として、今後も取り組んでいく予定です。

いずれもサークル内で取り組んだイベントとなっており、学外や学内の清掃活動を通して、環境への配慮の仕方や清掃活動の重要性について部員と共有することができました。



海岸清掃後の集合写真



学内清掃中の様子

Ecoa Action_ 2

九大祭

Text : 豊村

第 60 回の九大祭より Ecoa は実行委員会の環境局としてごみの削減に取り組んでいます。13 種類のごみの分別の徹底や、2009 年には、バイオプラスチックカップ、竹割り箸などリサイクルできる品目に加え、リユース食器を導入しました。また、廃油やペットボトルキャップの回収、生ごみをコンポストに投入して堆肥化に取り組んでいます。2018 年からリリパックを導入しました。これは使用後に表面のフィルムを剥がすことで洗わずにリサイクルすることができ、環境負荷を最小限にするものです。

令和 4 年度の第 75 回九大祭は 3 年ぶりの対面開催及び 4 年ぶりの全日程開催でした。また、九大祭がすべての日程で遂行されたのは 4 年ぶりでありました。令和 5 年度の第 76 回九大祭も

令和 4 年度同様、全日対面開催を行うことができ、回収型のエコ容器の導入も行われたことで、可燃ごみの発生を抑制することができました。

集客数や企画団体数の増加により生じたゴミの総量は令和 4 年度と同様でしたが、分別協力の呼びかけ・確認により丁寧に分別そして処理することができました。今後はエコ容器の回収の効率化や、リリパックの再導入などを含めたゴミの発生の抑制に関する取り組みを行い、ごみ減量・環境負荷の減少を目指すとともに、学生の環境意識向上に努めていきたいと思います。

1. 九大祭での集合写真
2. 九大祭りサイクルステーション様子



1



2

Ecoa Action_ 3

福岡市環境局との集団回収

Text : 工藤

令和 3 年度から福岡市環境局の方と協議を重ね始めた集団回収を昨年度も通年開催しました。九大生を対象とした古紙・空き缶・古着などの資源ゴミの集団回収を環境局の方々の協力を得て元浜公園にて実施しました。昨年度は 4 月、5 月、7 月、9 月、11 月、1 月、3 月の第 2 日曜日に開催しました。

令和 4 年度から本格的に定期開催となり、大学生をはじめ、地元の方々からの資源ごみの回収も回を追うごとに少しずつ増えていきました。広報活動については、新たに Instagram に

よる広報を開始し、令和 4 年度に引き続き、次回実施日を記載した紙袋を、資源ごみを持ってきたくださった方に配布していました。この紙袋に資源ごみを入れて次の開催日に参加して下さる方もいらっしゃり、地域とのつながりも形成されつつあると思います。

大学生の回収率は全体の半分ほどであり変化はありませんが、これからも広報活動を続けていく中で、周知されていくと見込んでいます。環境局との連携は現在でも続いており、今年度も既に活動を実施しています。



福岡市環境局との集団回収の様子

Ecoa Action_ 4

eco 検定の勉強会

Text : 工藤

環境問題解決に向けた活動の取り組み方として、ボランティアに参加することに限らず、実際に直面している環境問題に関する知識を幅広く身につけることを目的として、eco 検定（環境社会検定試験）の勉強会を実施しました。

eco 検定のテキストと問題集

には環境問題に関する情報が網羅的に載せられており、みんなで問題を解きながら新しい気づきを得ることができました。また、eco 検定で勉強した内容を元に自ら問題を作成し、他の部員に共有することで、楽しんで環境問題についての知見を広げることができました。



勉強会の様子

Ecoa Action_ 5

学生棚田プロジェクト

Text : 工藤

「いとしまシェアハウス」さんが主催する学生棚田プロジェクトというイベントにも参加しました。このイベントでは、田植えから稲刈りまで年間を通して稲作を中心とした里山文化を体験することができます。

近年では大量の食品ロスが問題となっており、「食糧」という観点からも環境問題の一端が生じています。このような背景か

ら、農作物を生産してくださっている方々と同じ立場に立って考える機会も重要だと思い、参加し始めました。

イベント名の通り、参加者の多くは全国から集まった大学生となっています。学生同士の交流や棚田での稲作を学ぶ体験はとても有意義な時間だったと思います。



稲刈りのときの写真



事務支援センターエコセンター

Chapter_2-4

1. エコセンターの設置と目的

エコセンターは、平成 22 年 10 月伊都キャンパスに設置され、日常的に排出される大量の飲料缶やペットボトル等の回収、再生処理及び環境保全業務を行っています。

学内における資源・環境問題に取り組むと共に、九州大学における教育研究活動に貢献することを目的としています。



エコセンター

Chapter_2-4

2. 再資源化処理

資源ゴミ（ペットボトル、飲料缶）は、週3回トラックで伊都キャンパスの分別ゴミ集積所 19 箇所から回収しています。

回収したペットボトルは、手作業でキャップやラベルなどの不純物を取り除き、汚れや付着物などが付いているものは水洗いをします。処理後のペットボトルは、再生資源としての付加価値を高めるため粉砕機で細かく砕きフレーク（再生品の原料）にして雑袋に入れ保管しています。（写真 2）

また、飲料缶は手作業により水槽で水洗いをしてアルミ缶とスチール缶に分別します。その後、分別した大量の飲料缶は、まとめて缶圧縮機でブロック（固まり）にします。処理後のブロックは、アルミ缶とスチール缶に分けて保管しています。（写真 3）

[令和 5 年度の売り払い量]

廃棄物	再生資源化物	売り払い量 (単位:トン)
ペットボトル	フレーク	18.82
飲料缶	アルミ塊	3.04
	スチール塊	1.47
合計		23.33

一定数量に達した再生資源化物は、月に1回、成果物としてリサイクル業者へ売却します。前年度の売り払い数量を下表に示します。（写真 4）



1. ペットボトルと飲料缶を回収



2. ペットボトルを洗浄



3. 飲料缶を水洗い

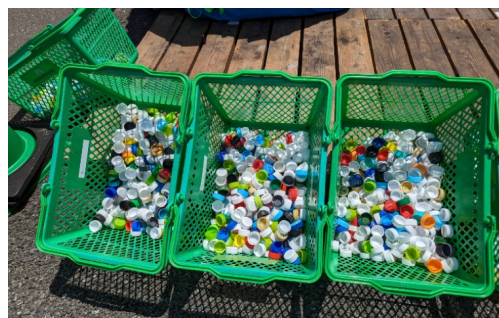


4. 売払う成果物

3. エコキャップ運動

伊都キャンパス環境対策の一環として、ゴミの分別推進、資源の再利用及び社会貢献の観点からエコキャップ運動（ペットボトルのキャップを集めて世界の子どもたちにワクチンを届ける運動）を平成21年7月から実施しています。これまで(令和6年4月現在)に577.2万個をNPO法人「エコキャップ推進協会」に引き渡してきました。（写真1、2）

キャップを再資源化することで39,018kgの量のCO₂を削減することができました。



1. 回収後に洗浄したエコキャップ



2. エコキャップの積み込み作業

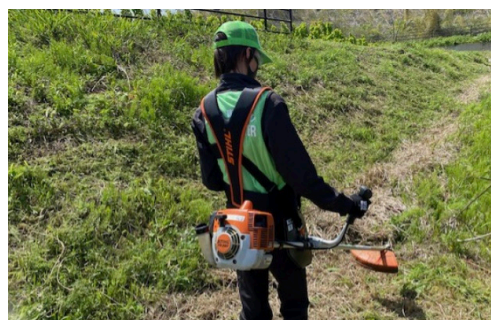
4. 環境保全

伊都キャンパスの環境保全として、諸行事前の椎木講堂ガレリア前広場の除草、建物周辺の草刈り、雑草取り、樹木植え込みの下草取り、斜面の草刈り、駐車場・駐輪場・バス停の清掃、ゴミ拾い、エコキャップの回収等に取り組んでいます。（写真1）

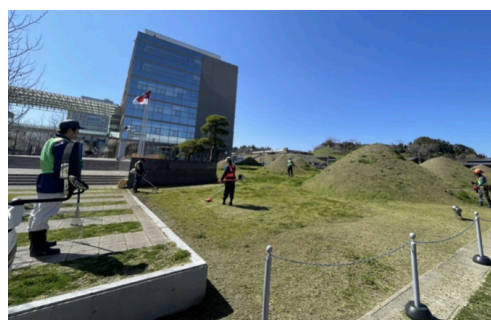
また、最近では刈払い機等の導入により、キャンパス内の除草作業を広範囲に渡って積極的に推進し、キャンパス内の、より一層の環境保全に努めています。（写真2、3、4）



1. 広場の除草作業



2. 刈払い機での除草作業



3. 刈払い機での除草作業



4. 刈払い機での除草作業

九州大学生生活協同組合の環境活動

SDGs_Goal



Chapter_2-5

キャンパス内食生活に関わる取り組み

1.CO₂ 排出量削減

令和5年度は、5月から新型コロナウイルス感染症の位置づけが「5類感染症」になりましたが、コロナ禍前の水準までは利用回復はありませんでした。

生協店舗利用者数は、前年より約20.0万人増の2,848,059人でしたが、コロナ禍前の2019年度との比較では77.3%の利用者数回復にとどまりました。

総出食数は、昨年より約20.5万食増加し、272.3万食でした。生協食堂全体のCO₂総排出量は463.0tで、1食あたりに換算すると11.5gの減となりました。出食数が回復した事もあり、調理効率は改善されコロナ禍前の水準になりました。

[生協食堂全体のCO₂総排出量]

	H31	R2	R3	R4	R5	増減
電気	413.4	232.7	293.3	321.2	326.7	5.5
プロパン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
都市ガス	168.5	65.1	106.4	101.7	136.3	-4.7
合計	581.5	297.8	399.7	422.9	463.0	23.2
食数[千食]	3,302	1,071	1,828	2,518	2,723	690
1食あたり	176.22	278.05	218.65	167.95	170.03	-11.5

2. 資源ごみ（飲料容器等）のリサイクル

飲料容器（ペットボトル・缶）は、店舗・自動販売機周辺のゴミ箱（回収BOX）でや食堂下膳口で回収を行い、リサイクルできるように取り組んでいます。回収した空き容器は、業者に委託しリサイクルしています。伊都地区では、店舗で回収したペットボトルを九州大学のリサイクルセンターに持ち込みリサイクルしています。また、店舗で排出される紙資源（段ボール・紙類）も貴学へ協力し、積極的にリサイクルしています。

3. 弁当容器のリサイクル

リサイクル可能な弁当容器（リリパック）の回収率向上の取り組みを、学生と共に進めています。弁当の利用も前年よりも増える中、啓蒙活動などの取組を行いましたが、回収率の大きな改善には至っていません。

2023年度（生協事業年度で2023/3～2024/2）の回収率は20.35%でした。2022年度と比べ2.14%上昇しました。引き続き、取り組みを進めていきます。

4. 排水・生ゴミ廃棄対策

- ・炊きあげライスや無洗米を使用することにより、環境への負荷が大きい米のとぎ汁の流出を抑えています。
- ・カット野菜の使用率を高め、生ゴミの排出量を抑えています。
- ・伊都キャンパスの食堂では、残飯を堆肥化する装置を導入し運用しています。装置の導入食堂を増やし、現在3つの食堂で運用しています。

リサイクルにご協力ください。

生協のお弁当容器（フタ以外）は、容易にリサイクルできる容器【リリパック】を採用しています。

お召上がり後に、フィルムを剥がすだけで洗浄作業工程が省け、手間もかからずリサイクルの行程に乗せることが可能です。

販売店舗に回収ボックスを設けていますので、皆さまどうぞ、リサイクルにご協力ください。

レジ袋削減の取り組み

九大生協は、2019年夏から『環境中にマイクロプラスチックを排出しない事業』をめざし、レジ袋の有料化、添付していたプラスチック製のスプーン・フォークの木製・紙製への切り替えなどに取り組んでいます。2023年4月～2024年3月

の集計では、レジ袋購入率は利用者対比で1.07%で、昨年より0.43ポイント減少しました。レジ袋は利用しないという明確な意思を持った利用者が増えたためではないかと考えます。

2023年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
マイバッグポイント	1,718	14,419	16,157	14,988	8,123	6,802	13,902	12,760	11,681	11,161	8,385	4,694	124,790
対電子マネー率 (ポイント)	1.01%	7.55%	7.74%	7.79%	9.48%	9.49%	7.72%	8.08%	8.89%	8.76%	9.47%	9.57%	7.55%
レジ袋	384	3,621	4,017	3,985	3,081	2,576	3,706	3,438	3,209	3,082	2,782	2,666	36,547
レジ袋対客数率 (レジ袋)	0.13%	0.46%	1.22%	1.31%	1.78%	1.83%	1.23%	1.29%	1.39%	1.40%	1.63%	1.34%	1.07%
バッグ大		3	0	6	6	7	7	4	3	4	4	12	56
バッグ弁当		3	0	1	2	2	1	0	0	0	0	5	14
客数	301,559	788,496	329,440	305,180	173,375	140,604	301,103	266,709	231,320	220,352	171,130	198,284	3,427,552
プリペイド	79,729	83,591	92,535	85,338	43,840	40,313	81,902	73,120	63,644	64,487	48,325	30,283	787,107
ミールプリペイド	89,774	107,413	116,200	107,164	41,853	31,347	98,195	84,796	67,770	62,877	40,222	18,776	866,387
電子マネー 利用(回)	169,503	191,004	208,735	192,502	85,693	71,660	180,097	157,916	131,414	127,364	88,547	49,059	1,653,494

Chapter_2-6

次世代エネルギー開発と 自然エネルギー活用

九州大学では、水素エネルギー、風力、波力、地熱などの再生可能エネルギー、核融合エネルギー、さらには、現在も世界の各地で利用されている石炭などの炭素資源のクリーンかつ有効な利用に関する研究まで、近未来から将来にわたってのエネルギー研究に総合的に取り組んでいます。

とくに、伊都キャンパスでは、エネルギー問題に積極的に対処すべく、自然エネルギーの活用から次世代のエネルギー研究を包括的に行っています。

SDGs_Goal



次世代エネルギー

水素エネルギー

クリーンエネルギーである水素エネルギーを利用した社会の実現を目指し、水素に関する基礎研究から実用化を目指した実証実験を展開しています。

写真は、伊都キャンパス内に設置されている水素ステーションです。本学の水素ステーションは、2005年に開設した日本で最も長く運営されている水素ステーションです。

ここでは、再生可能エネルギー由来の電力を使って製造した水素を、2015年に大学公用車として導入した燃料電池自動車（FCEV）3台（ホンダクラリティ、トヨタ初代MIRAI、トヨタ新型MIRAI）と、2023年から伊都キャンパスと九大学研都市駅間で実証走行を開始した燃料電池バス（FCバス：トヨタSORA）へ供給し、キャンパス内で水素消費と水素製造・供給の全過程における脱炭素化を図り、実現可能な社会モデルの実証を進めています。

また、福岡県や福岡市などと連携し、地域成長戦略や脱炭素社会モデル構築などの政策の提言、イノベーションを牽引する高度人材の育成に貢献し、本学の水素エネルギー分野の強みを活かして脱炭素社会の実現に努めています。



水素燃料電池自動車 左：CLARITY 中：MIRAI 右：新型 MIRAI



上：水素ステーションとFCバス
下：FCバス運行開始式記念写真

次世代エネルギー

燃料電池発電設備

伊都地区にエネルギー供給の多様化の実証施設として、都市ガスを燃料とし、化学反応で発電する燃料電池と、燃焼ガスを利用したマイクロガスタービンにより発電するハイブリッド発電設備（250 kW 級）を設置し、主に共進化社会イノベーション施設の電力として供給します。

また、燃料電池等の次世代エネルギーによる学内への電力供給及びリアルタイムの電力状況を公開し未来エネルギー社会実証実験を展開しています。



自然エネルギー

風レンズ型風力発電設備

伊都地区ウエストゾーンに、低炭素社会の実現とエネルギーの安定供給のために、地球環境調和型の自然エネルギーとして、九州大学開発の風レンズ風力発電設備（応用力学研究所 大屋グループで開発）を設置し、大型化に向けた実証実験を行っています。

風車の発電容量は、計 181 kW で、令和 5 年度の発電電力量は約 4.0 万 kWh で構内電気設備に連系しています。



70kW×2 風レンズ型風力発電設備

自然エネルギー

太陽光発電設備

伊都地区に 436 kW、筑紫地区、大橋地区、西新地区及び病院地区（馬出）134 kW の合計 570 kW の太陽光発電設備を設置し、令和 5 年度は年間約 53.5 万 kWh を発電しました。これは、一般家庭約 124 軒分の年間電気使用量に相当します。（一般家庭一軒当たりの使用電力量約 4,322 kWh/ 年）



ウエスト5号館屋上の太陽光発電設備

環境問題に取り組む 学生の声・学生の夢



Student

九州大学共創学部
共創学科 2 年

入田 千代

現在の学科・専攻を選んだ理由を 教えてください。

私は現在、環境保全型農業に関する研究を行うことを目標として、九州大学共創学部で幅広い分野の学問を学んでいます。環境保全型農業とは、農業の物質循環機能を生かし、生産性との調和などに留意しつつ、土づくり等を通じて化学肥料、農薬の使用等による環境負荷の軽減に配慮した持続的な農業です。私が環境保全型農業に興味を持ったのは、幼い頃から有機農業が身近な存在であったからです。私の故郷では、有機農業や雄大な自然環境を活かしたまちづくりが行われており、そこにインスピレーションを受けて、「自然と人間の共生」が私の中で大きなテーマとなりました。その中でも、農業に焦点を当てて多くのことを学び、研究したいと思っています。

共創学部では、様々な分野を専門とする先生が在籍しており、学生それぞれの興味のある分野について研究することができます。幅広い分野に興味を持つ生徒が集まり、留学生も含めたディスカッション等も行われるため、多くの知見を得ることができ、新たな視点を獲得できる学部です。環境保全型農業の推進には、農学分野の知識だけでなく、生態学や地理学の知識も必要となります。共創学部では、様々な分野の授業が開講され

ている上に、他学部の授業を履修することも可能です。一つの課題に対して複合的に学ぶことができる点に惹かれ、共創学部を選択しました。

将来の夢・目標を教えてください。

共創学部の学生は、他学部の卒業研究に相当するディグリープロジェクトを行います。ディグリープロジェクトでは、環境保全型の新しい農業方法を研究したいと考えています。日本の農業における課題として、農家の後継者不足や耕作放棄地の増加、農業従事者の減少によって引き起こされる食料自給率の低さなどが挙げられます。また、農業で懸念される環境問題として、農薬の過剰散布による土壌汚染や水質汚濁、ビニールハウスの使用による二酸化炭素の排出などが挙げられます。これらの課題を踏まえると、生産性の考慮しつつ環境への負荷を最小限に抑える環境保全型農業の推進が必要です。環境保全型農業は、環境保全の観点や農産物の安全性において優れており、世界中で需要が高まっている農業方法ですが、コストの増加や収獲量の減少など、まだまだ改善すべき点があります。AIを用いたスマート農業やコンポスト化などを通じた土壌改良、天敵を利用した害虫の生物的除去などに取り組むことで、環境や生態系を守りながら、人間の経済活動を発展させるための手段を考えていきたいです。そのために、大学生活では、共創学部での授業に加えて、農学部や経済学部の授業を受けることで幅広い知識を身につけ、留学を通して、他国の農業方法と比較することで、日本の土地柄に合わせた農業方法を検討できるようにしていきたいと思います。

Student

九州大学工学部
第IV群 2 年

森岡 慧

現在の学科・専攻を選んだ理由を 教えてください。

私は、小さい頃から動物、昆虫などの生物をテレビや動物園で見ることが好きだったため、地球環境のことについて自然と見たり聞いたりすることが多かったため、現在温暖化が進み絶滅の危機に瀕している生物が多くなっているという事実と直面した時、この生物を守りたいという気持ちが強くありました。こ

の温暖化を様々な方面からアプローチすることができるのではないかと考えたことが、私が工学部IV群を選んだきっかけです。工学部IV群に進むと、二次数後期から大きく分けて三つの学科に分かれます。地球資源システム工学科、土木工学科、船舶海洋工学科の三つです。工学部IV群は「持続可能で豊かな地球の未来の創造」を大きな目標として掲げているため、どの学科に進んでも私のしたいことができそうだったのも魅力的な部分でした。また、もう一つの大きな理由として、異文化交流をする環境が整っていることです。研究室に配属される留学生の数は多いため、日常的に外国人と話す機会があります。他にも、夏学期の間授業を行わず自由に過ごせることであったり、インターンシップの選択肢に外国が含まれたりしています。これらは、将来的に世界で活躍する上で、経験が豊富に積めるのではないかと考えました。

環境問題に取り組む学生の声・学生の夢

将来の夢・目標を教えてください。

私の将来の夢として、環境問題の解決に向けた取り組みに携わることがあります。この夢は、私の人生における大きな目標であり、地球環境の持続可能性を守るために貢献したいという強い願いから生まれました。しかし、その実現に向けて具体的にどのようなキャリアを選ぶべきかはまだ模索中です。企業に勤めて、実際に環境問題に対する技術的な解決策を提供するのか、あるいは大学の先生として次世代の環境リーダーを育てるのか、または他の想像もしないような新しい形で社会に貢献する道があるのか、現在はまだ明確な決断には至っていません

Student

九州大学共創学部
共創学科 2 年

采本 進太郎

現在の学科・専攻を選んだ理由を教えてください。

「エネルギー問題に経済学から挑む」

私は高校時代に漠然とエネルギー問題に関することに興味を持っており、この問題の解決に対して何か貢献したいと考え、既存の学部とは異なる方法で学際的な学びのできる九州大学の共創学部を志しました。共創学部では自ら課題を設定し、それに対してアプローチを考え、主体的に取り組むことが求められます。これには強い自主性や目的意識が必要で、入学してしばらくは先の見えなさに迷いました。しかし、基幹教育で幅広く様々な学問の基礎を学び、自分で興味のある分野への学びを深め、さらに友人や先輩、先生方など様々な人と関わり合う中で、自分のやりたいことが徐々にはっきりしてきました。

また、エネルギー問題について探究していく中で、脱化石燃料を達するためには様々な課題をクリアしていく必要があり、その中には技術的なものだけでなく、人々のふるまい、利権や外部性といった市場における問題も多く存在し、社会科学の領域からのアプローチも必要不可欠であることを学びました。これを通じて特に私は、エネルギー問題と経済学は切り離せない関係にあることに気づき、この問題を解決するためには経済学的な側面を深く考える必要があると考えようになりました。

化石エネルギーの利用等によって生じるとされる地球温暖化や、環境汚染をはじめとする様々な問題は経済学では市場の外から社会に悪影響を及ぼす「外部不経済(負の外部性)」として扱われています。そのため、この外部性をどのように内部化するかが課題解決への鍵を握るとされています。現状では、排出権取引制度や炭素税のような仕組みを用いてこの問題を市場に取り込もうと

ん。そのため、今後の学生生活を通じてさまざまな経験を積み、自分のやりたいことをさらに具体化していきたいと考えています。自分自身の興味や強みを探りながら、多様な分野の知識やスキルを習得し、最終的に自分に最適なキャリアを選びたいと思っています。また、私は日本国内にとどまらず、国際的な視点を持つ人材になりたいと強く思っています。環境問題はグローバルな課題であり、多様な国々や文化と協力し合うことが不可欠です。そこで、留学を通じて異文化に触れ、国際的なネットワークを築くことが、私にとって大きな成長の機会になると考えています。このような経験を積むことで、環境問題解決に向けたより広い視野と深い理解を持った人間になりたいと願っています。

する流れが主流となっており、私も排出権取引制度の仕組みには非常に興味を持っています。同時に、温暖化の対策の取り組みが新たな産業分野を生み出し確立されることで多くの雇用が創出され、負の外部性の解決につながる可能性があることも知りました。

さらに、この問題について考え続ける中で、エネルギーや環境問題における負の外部性の解決には新しい社会的価値が生まれることが一つの鍵となるかもしれないと考えようになりました。新しい価値観は人々の行動などに影響を与え、事態を好転させるきっかけになるのではないかと感じたからです。

そのため今は、エネルギーと環境の問題に主に経済学的な側面からアプローチするために必要な知識を授業やそれ以外の場で学んでいます。また、経済学的な側面にとらわれすぎずこの問題の全体像を意識できるように、様々な分野の本を読んだり領域を問わず様々なことに触れたりすることを心がけています。特に本を読みながら自分なりに問いを立て、それについて考え続けるということは自身の視野を広げる上で私にとって非常に役立つ方法です。

将来の夢・目標を教えてください。

私は2024年の夏からカナダのサスカチュワン大学に交換留学で行き、そこでEnvironmental Impact AssessmentやEnergy Economicsなどの授業や様々な背景をもつ学生との交流を通じて環境やエネルギーと経済学についてさらに視野を広げつつも専門的な学びを深め、帰国後の研究など自身のこれからの生かしていくつもりです。さらに、このテーマについての学びをさらに深めたいため、大学院への進学も検討しています。将来就きたい職業についてはまだ具体的に決めてはいませんが、自身が得た知識や経験を活かしてエネルギー問題に取り組めるような仕事に就きたいと考えています。また、最終的には自分の仕事を通してエネルギーについて社会に新たな価値を創造することなどを通じ、この問題の解決に貢献したいです。自分がいま興味を持っているこの「エネルギー問題」という課題に取り組んでいくためにも、日々学びを重ね、自分にできることを考え続けていくつもりです。

Chapter_2-8

環境関連の公開講座

公開講座_1

九州大学の森と樹木

受講者：22名 期間：2023/7/13

実施部局：農学部附属演習林 北海道演習林

SDGs_Goal



地域に住む市民の皆さんに、地元の自然、森林への興味と理解を深めていただくことを目的に、幅広い年齢層の方々に参加いただき、十勝地方の森林に生育する樹木と森の成り立ちについて野外講義を行いました。

十勝のほとんどの里山が農地や牧草地、二次林や人工林に置き換えられた現在、北海道演習林には貴重な落葉広葉樹の天然林が残されています。こうした演習林内の様々な森を歩きながら、樹木の形態の知識とそれを用いた種類の見分け方、またそれらいろいろな樹木の生態と森林構造のパターンを学んでいただきました。

本年は十勝植物の会との共催で、周辺の植生に造詣が深い参加者も多かった中、十勝の中山間地に演習林があることで、これだけの天然林が残っていることについて感嘆の声も聞かれ、とても有意義な講座となりました。



演習林内を散策しながら移動し、特徴ある天然林について講義



環境測定タワーから演習林を一望

公開講座_2

椎葉の奥座敷 夏の探索ツアー(九州山地の森と樹木)

受講者：15名 期間：2023/7/22・23

実施部局：農学部附属演習林 宮崎演習林

SDGs_Goal



日本三大秘境、という言葉を目にしたことがあるでしょうか？日本三大秘境の一つである宮崎県椎葉村に、宮崎演習林があります。宮崎演習林では、九州山地の中央部に有する広大な森林(2,916ha)の特徴を活かして、森林育成・保全、地球環境における森林の役割等に関する教育研究を永年にわたり実施してきました。それらの研究成果をもとに、市民の方々に九州山地の森林や樹木、森林動物などの生態的特徴や森と水の係わりに関する知識を深めてもらおうと(また、難しいことは抜きにして、とにかくにも宮崎演習林の雄大な自然を満喫していただくため)、5年前より、椎葉村観光協会と共催で公開講座を実施しています。

ツアーの1日目は、演習林内の講義室で山や森に関する講義をしました。椎葉村の大河内森林ガイドの会三方岳登山と樹木解説の協力のもと、椎葉村大河内地区の社寺林を散策しながら大河内地区の歴史の解説や巨木の概要説明を行いました。

2日目は、椎葉村観光協会と連携して宮崎演習林内に所在す

る三方岳(1,479m)の登山を実施しました。受講者全員が頂上まで到達することができ、樹木の解説や、ブナ林の衰退やツキヨタケの見学などをとおして演習林での活動にも理解を深めていただきました。

今年は子どもからご年配の方まで、登山初心者から愛好家まで、いろいろな方々に参加していただきました。「三方岳(九州百名山)に登りたいと思っていた時に開講されてよかった。」「普段個人では入れない演習林内に入れて植物のことなど詳しく説明があつてよかった。」といった満足の声が寄せられました。

このように、椎葉の森のファンを増やしていくことこそが、SDGsを実現する着実な一歩になると信じています。



三方岳登山と樹木解説

環境関連の公開講座

公開講座 3

里山森林体験講座

ー里山林の多面的機能と持続的利用ー

受講者：15名 期間：2023/7/26・27 実施部局：農学部附属演習林 福岡演習林

SDGs_Goal



福岡演習林では、福岡県教育センターと連携し、小中高校の教員を対象に里山の森林を題材にした公開講座を毎年実施しています。

都市近郊型の福岡演習林の特性を生かして実際に樹々や土壌に触れる体験を重視した内容でカリキュラムを構成しており、講座の半分ほどは森林調査などの野外調査実習を行います。今年度は3名の教員が講師を分担し、それぞれの専門分野を生かした内容や課題を取り上げるなどして、森林が持つ様々な機能とその中に生息している生物、生態系を正しく理解する方法について講義しました。

本講座は受講対象が教員であることから、情報をもとに論理的に説明し他者へ適切に伝えること、各受講者が持つ知識、

技術、考え方を、それぞれの指導する教育現場での授業等に役立ててもらうことを講座の目標として取り組んでいます。本講座の受講者が所属する各学校において将来を担う子供たちの森林・環境教育の現場に幅広い場面で還元することを願っています。



樹木図鑑を用いた樹木検索



水・土壌調査と解析

公開講座 4

海の学びステップアップ！

世界につながる小さな実践の積み重ね

受講者：108名 期間：2023/8/10

実施部局：工学研究院附属環境工学研究教育センター

SDGs_Goal



九州大学大学院工学研究院附属環境工学研究教育センターは、地域の多世代でユース育成を行うプラットフォームの形成促進を目的に、2023年8月10日（木）、「九州大学うみつなぎ」ハイブリッドミーティング「海の学びステップアップ！世界につながる小さな実践の積み重ね」を開催いたしました。

九州大学うみつなぎでは、海に関する学びを通して、日本から世界の海のリーダーシップを取れる「海の精鋭」を育てる活動を展開してきました。目覚ましい活動をしているユースに共通する特徴は、子供時代からの地域での小さな活動にはじまり、年齢を経るごとにステップアップする機会を得て、それを活か

せたこと。さらに、多世代の人たちに信頼される人格を形成してきたこと。周辺の大人もまたユースの活躍から良い影響を受けることなどがみえてきました。

午前の部は、「学生を中心の実践の発表、国連水会議報告」をテーマに、本学学生や高校生による活動報告が行われ、午後の部では、「着実に積み重ねてきた本人、育成者のトーク」をテーマに、それぞれの活動紹介を行った後、登壇者によるディスカッションを行いました。最後のディスカッションでは、それぞれに違った活動の中での共通点や共同活動の可能性などが語られ、海での活動を介し人と人が繋がっていく「うみつなぎ」に相応しい締めくくりとなりました。

台風6号の影響を考慮し、オンライン開催のみとすることとなりましたが、今回のハイブリッドミーティングを契機にユースを取り囲む海洋教育のプラットフォームがさらに発展していける手ごたえを感じることができました。

このイベントは、次世代へ豊かで美しい海を引き継ぐために、海を介して人と人とがつながる“日本財団「海と日本プロジェクト」”の一環です。



登壇者の集合写真



ディスカッションの様子

新聞に報道された環境活動

2023 年 4 月～ 2024 年 3 月

カテゴリー	内容	新聞社	月日
1 環境保全	ESG 分析、製品ごとに 九州大学発スタートアップが実用化	日本経済新聞	R5.5.17
	「ブルーカーボン」熱視線 海藻育てて脱炭素化 環境整備 企業が支援	読売新聞	R5.6.3
	突然変異は時間に依存して蓄積 ポルネオ島の樹木のゲノム解析 九大など成果 (大学院理学研究院：佐竹暁子教授 今井亮介学術研究員 佐々木江理子准教授ら)	科学新聞	R5.6.16
	自然を回復させるネイチャーポジティブ、企業はまず何をすべき？ (馬奈木俊介主幹教授)	日刊工業新聞	R5.6.22
	(2030 SDGs で変える) ブルーカーボン創出、一石二鳥の策 (九大水産実験所：栗田喜久准教授)	朝日新聞	R5.6.28
	藻場守りCO2ゼロへ トヨタ九州と九大 ブルーカーボン創出へ共同研究＝福岡	読売新聞	R6.2.28
	ブルーカーボン：脱炭素社会実現へ藻場の保全・再生 研究成果を 福津市などに提供 トヨタ九州と九大 (九大水産実験所：栗田喜久准教授)	毎日新聞	R6.3.8
2 エネルギー開発	福岡県／海藻のCO2吸収 年間1000トン 「良好な藻場残る」 九大とトヨタ九州が研究報告 (九大水産実験所：栗田喜久准教授)	西日本新聞	R6.3.24
	水素社会実現の課題 価格重視の技術開発を 佐々木一成・九州大学副学長	日本経済新聞	R5.5.30
	(be report) 小水力発電 再生可能エネルギーで地域に活力 (九州大学発ベンチャー企業「リバー・ヴィレッジ」)	朝日新聞	R5.6.24
	全固体電池のコスト低減、 九州大が酸化物系固体電解質の低温焼結法開発	日刊工業新聞	R5.7.7
	九大、全固体電池向け材料	日経産業新聞	R5.8.2
	燃料電池バス実証実験 九電と九大、伊都キャンパス周辺で	日本経済新聞	R5.11.15
	大型水素バス 運行開始 九電と九大 伊都キャンパスで燃料製造＝福岡	読売新聞	R5.11.15
	九州初 大型水素燃料電池バスを導入 九大－JR学研都市駅 九電、九大 きょうから実証	西日本新聞	R5.11.15
	九電、九大と水素バス運行 キャンパスで燃料生成・充填	日刊工業新聞	R5.11.17
	九州大学 水素エネルギー国際研究センター 水素学位持つ人材を輩出 (UPDATE 知の現場)	日本経済新聞	R6.1.24
	水素・燃料電池フォーラム／九大で開催、最新研究発表／ 鋳造銅合金利用など	日刊工業新聞	R6.2.6

2023 年 4 月～ 2024 年 3 月

カテゴリー	内容	新聞社	月日
3 地球温暖化・省エネ	DACコスト半減へ極薄膜 九州大学・双日・九州電力	日本経済新聞	R5.5.12
	森林整備クレジット活性化 脱炭素・自然再生に貢献 (NCCC 馬奈木俊介教授)	日刊工業新聞	R5.5.19
	三井化学がカーボンニュートラル実現へあの手・この手 (「三井化学カーボンニュートラル研究センター」は九州大学 I2CNER 内に設置)	日刊工業新聞	R5.6.12
	海の科学講座in九州：台風や海水温の変化解説 「海の科学講座in九州」開催 オンラインで（九州大応用力学研究所 共催）	毎日新聞	R5.8.7
	半導体 九州・台湾 国際シンポ 自動車用 市場拡大に期待 30年1.8倍に (SIIQ×九州大学×ITRIなどが主催)	読売新聞	R5.9.22
	チャンドラセカール賞、プラズマイノベーション賞決定 (プラズマイノベーション賞 受賞：渡辺隆行教授)	科学新聞	R5.9.22
	「黒潮大蛇行」で台風発達か 九大などのチームが発表	朝日新聞	R5.9.30
	2010年以降の猛暑頻発、急激な気候変化一因 三重大と九大が解明	日刊工業新聞	R5.10.5
	レジームシフト：2010年ごろ、北半球気候急変 「北日本、猛暑の原因」 三重大・九大チーム	毎日新聞	R5.10.13
	災害級冷夏、北日本で起きないかも 三重大・九大の研究チーム	朝日新聞	R5.10.26
	熱帯林保全 住民参加型の管理が効果的 (農学研究院：溝上展也教授 太田徹志准教授 大学院生物資源環境科学府：大学院生)	科学新聞	R5.11.17
	NCCC、炭素クレジット民間取引を来春開始 (馬奈木俊介教授)	日刊工業新聞	R5.11.29
	有機EL新素材を量産 九大発スタートアップ、25年にも 色純度・発光効率高く 解像度向上し省電力	日本経済新聞	R5.11.29
	挑戦する企業／双日（8）空気濾過でCO2回収 (藤川茂紀主幹教授らが開発)	日刊工業新聞	R5.12.14
	ブナの衰退、シカの食害で加速？ 九州南部で九大など調査	朝日新聞	R5.12.21
	国、九大など 風上の上空観測、AIで解析 筑後川洪水 予測向上へ 線状降水帯リスク研究（河川工学：小松利光名誉教授 水工学：杉原裕司教授）	西日本新聞	R6.1.27

新聞に報道された環境活動

2023 年 4 月～ 2024 年 3 月

カテゴリー	内容	新聞社	月日
4 資源・リサイクル	SDGs 宗像ウニ試食「天然と味同等」 25年度量産化目標＝福岡 （九州大学水産実験所 栗田喜久准教授）	読売新聞	R5.6.13
	資源循環技術・システム表彰：資源循環技術・システム表彰 築上町がダブル受賞 産学官連携、濃縮バイオ液肥開発 （九州大学共同研究）	毎日新聞	R5.11.17
	「のこりもの」で暖か小物 九大生デザイン、老舗が販売＝福岡 （芸術工学部）	読売新聞	R5.12.13
	九大、CO2の資源化技術開発 酸性で電気化学還元 （山内美穂教授 孫明旭学術研究員）	日刊工業新聞	R6.1.19
	昆虫×フロンティア：／2 「王様」食料危機救えるか カブトムシ、育てやすく高栄養価（農学研究院：紙谷聡志准教授）	毎日新聞	R6.1.22
	丸紅・九大など、地産地消プラリサイクル 10年以内に仕組み構築	日刊工業新聞	R6.2.7
5 その他	第61回 読売農学賞 受賞7人の業績（松山倫也 特任教授）	読売新聞	R6.3.31
	子どもサイエンス教室：体験型「子どもサイエンス教室」 九大伊都キャンパス、 来月16日参加費無料（水素エネルギーや燃料電池の仕組みを知ることができる体験教室）	毎日新聞	R5.8.26

Chapter 2-10

環境・安全教育

1. 新入生に対する環境安全教育

入学時に全新生を対象に、身近に発生するトラブルや事故を未然に防ぐための普段からの心がけや初歩的な対応をまとめた冊子「学生生活ハンドブック」を配布しています。



学生ハンドブック

<https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/education/life/pamphlet/>

2. 九州大学安全指針

教育企画委員会の下に設置した「教育における安全管理専門委員会」では、体験型教育研究活動等における教職員及び学生の安全管理や事故再発防止を目的に「教育における安全の指針」を配布しています。



教育における安全の指針 1. 野外活動編（令和3年10月改訂） 2. 学外活動編（令和3年10月改訂） 3. 実験室活動編（令和3年10月改訂）

教育・研究活動における安全管理

<https://www.kyushu-u.ac.jp/ja/faculty/safety/>

3. 各部署の環境安全教育

各部署においても、独自に「安全の手引き」、「安全の指針」を配布し、環境・安全教育を実施しています。詳細は各部署の環境報告書をご参照ください。

4. 環境安全センター

【化学物質取り扱い等に関する講習会】

第4章化学物質の適正管理をご参照ください。

5. 環境安全衛生推進室

【安全衛生セミナーの開催】

本学における安全衛生推進のために必要な知識と情報を提供することを目的として、令和5年度は、以下の安全衛生セミナーを開催しました。（全て e-ラーニング）

対象	内容	開催日	参加人数
作業主任者及び作業管理監督者等	第14次労働災害防止計画と改正労働安全衛生法	R5.10.25～12.22	346名
衛生管理者及び衛生管理業務に従事する職員等	第14次労働災害防止計画と改正労働安全衛生法	R5.10.25～12.22	
総括安全衛生管理者、部局長等及び事務系役付職員等	ストレスチェック実施後職場環境改善研修	R6.2.1～3.15	191名

環境・安全教育

【高圧ガス及び低温寒剤を安全に取り扱うための講習会】

環境安全衛生推進室及び低温センターでは、毎年度寒剤を含む高圧ガスを利用する教職員・学生を対象に、高圧ガス保安法に基づく保安講習会を、キャンパスごとに実施しています。令和5年度は、基礎知識を学習する講習会をeラーニングで

実施し、ガスボンベや低温寒剤、配管継手の施工について、実際に体験して正しい取り扱いを学習する実技講習会を対面にて実施しました。

対象	内容	開催日	参加人数
学内にて高圧ガスを利用する教職員・学生全て	高圧ガス及び寒剤の基本知識の講義（eラーニング）	R5.4.1 ～ R6.3.31	日本語受講者 1,211名 英語受講者 50名
e-ラーニング合格者のうち希望者	実技講習会（対面）	R5.12.14、15	伊都地区 7名 馬出地区 7名 英語（伊都地区）2名

6. 環境関連の授業科目

ここでは、本学部の全学部生を対象として開講されている「基幹教育」における授業科目を紹介します。

部局等	科目
基幹教育	文系ディシプリン科目 地理学入門、The Law and Politics of International Society 理系ディシプリン科目 身の回りの化学、生命の科学A、生命の科学B、生物学概論、集団生物学、生態系の科学、地球科学、最先端地球科学、地球と宇宙の科学 高年次基幹教育科目 環境問題と自然科学、環境調和型社会の構築、グリーンケミストリー、地球の進化と環境、生物多様性と人間文化A、遺伝子組換え生物の利用と制御 総合科目 水の科学、身近な地球環境の科学、伊都キャンパスを科学するI（軌跡編）、伊都キャンパスを科学するII（現在編）、伊都キャンパスを科学するIII（展望編）、糸島の水と土と緑、体験的農業生産学入門、放射線とは何だろうか？、教養の放射線科学と原子力I、教養の放射線科学と原子力II、大気と海洋の環境学入門A、大気と海洋の環境学入門B、森林科学入門、水圏生態環境学入門、環境と安全I、環境と安全II、少人数セミナー（自分で観測する伊都キャンパスの気象）、少人数セミナー（オーバーツーリズムを考える～地域と自然を守るための方法と戦略～）