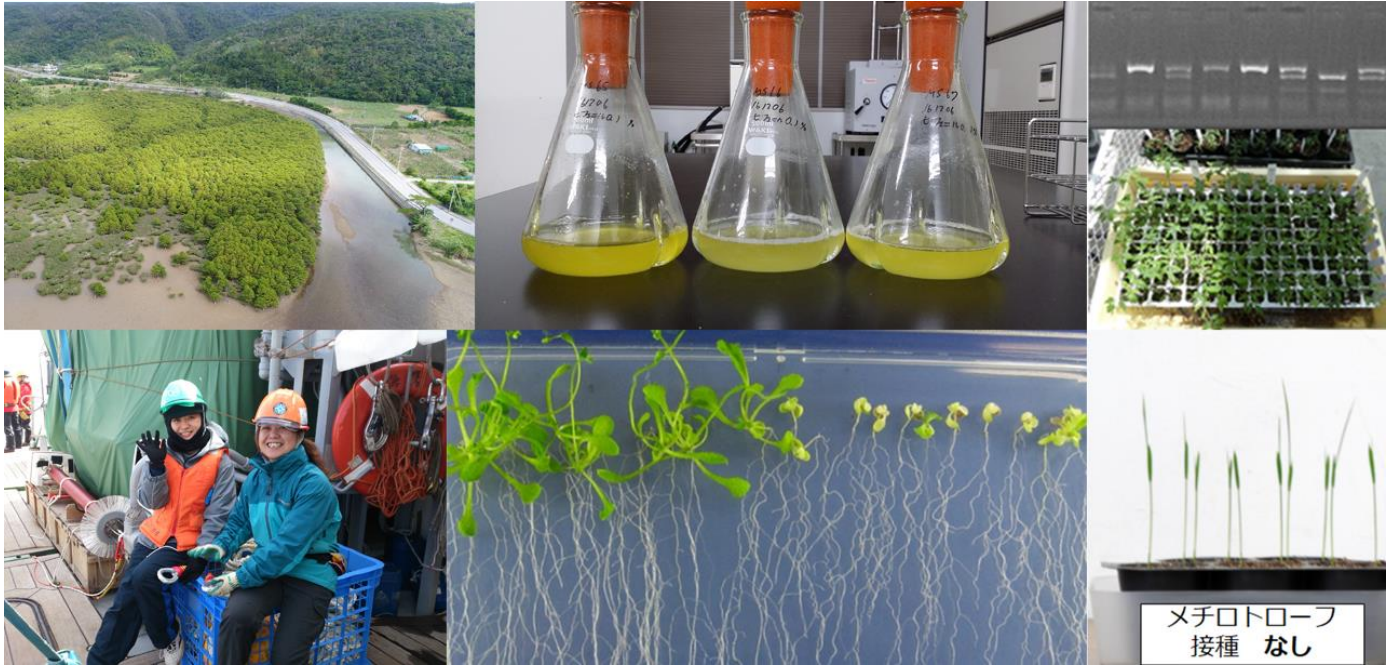


環境問題

～環境問題に取り組みたい～



フィールドに出て環境問題にチャレンジ！

(バイオ環境デザイン学科)

～景観から自然環境を読み解く～



丹羽：写真は亀岡キャンパスの目の前に広がる農地をドローンから撮影したものです。収穫を迎えた水田、稲刈り前の水田と後の水田などバラエティーに富んだ様相を見せる水田、農地の中に河川、休耕田が点在、など様々なことが読み解けます。そして、この景観の中にはどんな生物が棲んでいるのか？その生物が棲み続けるためには、どんな環境を守らなければならないのか？鳥の目を見た景観から様々なことを読み解き環境を診断し、診断結果を社会に提示し環境保全につなげる。景観生態学はそのようなことを得意とする学問分野です。“鳥の目を見た景観”とあるように、景観生態

学では環境を広い視野で鳥瞰することが重要になります。そのため、景観生態学を専門とする研究者にとってドローンは“夢の道具”なのです。研究者の指示に従いドローンが環境診断の基となる自然環境情報を取得して来てくれるのです。私は植物に軸足を置いています。生きものであれば何でも研究対象にします。山あり、川あり、農地ありの亀岡は、私にとっては飽きることもないワクワクするフィールドです。時間があればフィールドに出向きドローンを飛ばしています。これまでに、多くの自然環境情報を蓄積し、様々な環境診断を社会に示してきました。



亀岡盆地は環境省が選定した重要里地里山（生物多様性保全上重要な里地里山）500 のうちの 1 つです。そのような亀岡盆地の自然環境を保全するための研究に積極的に取り組んでいます。

ランドスケープデザイン研究室ホームページ

<https://www.kuas.ac.jp/academics/faculty/bio/bioenvironmental/laboratory/landscape-design>

教員紹介

<https://www.kuas.ac.jp/edu-research/profile/hideyuki-niwa>

京都先端科学大学ニュース

<https://www.kuas.ac.jp/news/2019/06/1882>

<https://www.kuas.ac.jp/news/2019/02/3032>

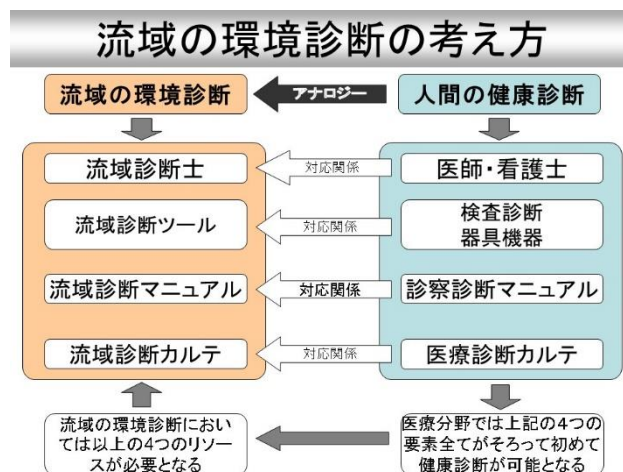
～地理情報システム（GIS）で流域管理～



原：虫の目、鳥の目、という言葉があります。虫の目は、調査をする際に現地を歩いて調べることが基本で、グランドトゥールズと呼ばれています。鳥の目は、最近注目されているドローンや航空機、人工衛星などを使って、上空から地上を俯瞰しながら調べることが基本です。従来は前者だけであったのですが、最近は両者を融合することで、より地域の環境の現状を詳細に把握できるようになってきました。そうするとデータ量が増え、効率的に処理・解析することが求められ、地理情報システム（略して GIS と呼

んでいます）がプラットフォームとして活用されてきました。GIS は、データの解析だけでなく、環境の現状や将来予測などをわかりやすく可視化することに優れています。最近では、人間の日常の動きなどを表現できるビッグデータと呼ばれる第三の目が登場し、人、暮らし、環境などを統合的に解析できるようになってきました。これらの統合型ツールである GIS を地域再生など、さまざまな現実の場に生かすために流域管理という概念が進んでいます。流域診断、流域診断士という概念も芽生えてきています。

（図）人間の健康診断と流域の健康診断を対比的にみたものです。



都市自然化研究室ホームページ

<https://www.kuas.ac.jp/academics/faculty/bio/bioenvironmental/laboratory/naturalized-urban>

教員紹介

<https://www.kuas.ac.jp/edu-research/profile/yuichi-hara>

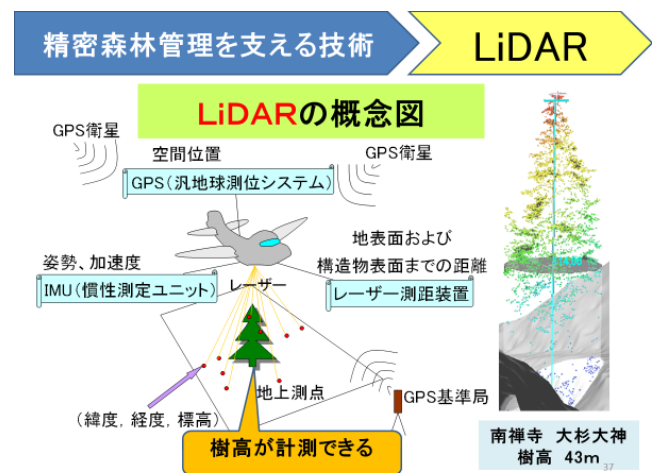
～森林率67%! どうやって管理していく?～



田中：ドローンによる計測など環境モニタリング技術の発展とともに、自然や森林の管理方法にも大きな変化が訪れています。日本は国土の3分の2が森林である「森の国」ですが、それらの森林をすべて地上調査だけでモニタリングすることは、労力的にも経費的にもまったく無理なことでした。しかし、ドローンを使って上空からレーザー計測することにより、樹木の本数や高さまで詳細に把握できるようになりました。

地球温暖化の影響によって台風が強化する、豪雨災害が頻発するなどが心配されますので、森林を適切に管理することは大変重要です。森林には、山地を保全し、水を蓄え、大気を浄化するとともに、二酸化炭素を吸収するなどの公益的な機能があるからです。

では、国土の67%も占める森林を、どうやって管理しているのでしょうか。一口に森林と言いましても、実に様々なタイプの森林があります。温度条件や水分条件、さらには地質や土壌、方位や傾斜によっても、そこに生えている植生は異なります。大きくは経済林と環境林に2分されますが、さらに細かく場合分けをしています。そして、人工衛星で撮影したりリモートセンシング画像ならびに航空機やドローンで計測したレーザー測量（LiDAR）データを解析することによって、それぞれの森林の現状をモニタリングし、評価しています。ビッグデータや人工知能（AI）の応用が、これからの森林管理の課題です。



環境情報研究室ホームページ

<https://www.kuas.ac.jp/academics/faculty/bio/bioenvironmental/laboratory/environment-information>

教員紹介

<https://www.kuas.ac.jp/edu-research/profile/kazuhiro-tanaka>

～人のにぎわいと豊かな生物多様性って矛盾しないの?～



阿野：日頃から親みのある「デザイン」という言葉からは、カッコ良さやオシャレと言ったイメージが連想されるかも知れません。しかし、実はデザインの本質は「問題の解決策を目に見える形で表すこと」にあります。ランドスケープデザインという分野では、公園・庭園・広場・緑地・まちづくりなど主に屋外空間の土地利用の提案を扱います。実際にデザインの提案を行う際には、自然環境の調査・分析によって明らかになったその土地の抱える課題や守るべき重要な要素に配慮しながら、必要とされる人の営みとの折り合いを考えます。こうして、にぎわいを生み出しながら、環境への影響を最小限に抑えたり、その場所で再生すべき自然の姿を描くのです。

また、マイナスを解決するだけでなく、沢山のプラスを生み出すこともできます。一つの好例に、昨今の気候変動により激化する洪水への対策に優れた緑化「雨庭」があります。雨庭は、街なかに降った雨水を集め、ゆっくりと貯留浸透させることで下水道への負荷を軽減する緑地なのですが、洪水を緩和するだけでなく、地域で存続が危ぶまれる植物種を育てる避難場所にもなるのです。他にも、鳥や昆虫に餌場を提供し、人々の癒しとなるなど、まだまだ多くの機能を発揮します。この様に、デザインの力で小さな自然も最大限に活用することで、豊かな生物多様性を育みながら、人のにぎわいも蔑ろにしない自然共生型のまちづくりが実現していくのです。



(写真) 日新電機研修センター雨庭：森の手入れ不足、シカの増加、氾濫原の減少など、環境の変化に伴い京都で絶滅危惧種となった植物種を育成している。これらの植物は、祭や文学など京の文化にも関わりが深い種でもある。

ランドスケープデザイン研究室ホームページ

<https://www.kuas.ac.jp/academics/faculty/bio/bioenvironmental/laboratory/landscape-design>

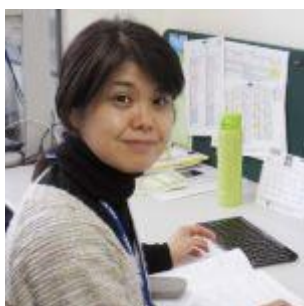
教員紹介

<https://www.kuas.ac.jp/edu-research/profile/akihide-ano>

京都先端科学大学ニュース

<https://www.kuas.ac.jp/news/2019/02/3032>

～人間活動と水の関わりを知り、大切な水資源を守る！～



高澤：阿野先生が主に扱っていらっしゃるのは、陸上の生物を利用したデザインですよ。私が扱っているのは、もっともっと小さくて、水の中にいる生き物たち、1 mm以下の植物プランクトンです。これらの生き物は、水の中の食物連鎖の一番の基礎となって、魚や大型哺乳類、私たちの体まで支えてくれたり、地球規模の気候を調整したりする機能があるともいわれています。しかし、人間が汚れた水を川や海に流し過ぎたり、農地に過剰な肥料を撒いたりして、水中に植物プ

ランクトンが利用できる栄養が増えすぎると、赤潮やアオコの発生につながってしまいます。私たちは、フィールドワークにより水環境と生態系の関係を調査し、多面的な水利用と生態系保全のバランスが整った水環境デザインを考えていきます。さらに、最近、河川や海洋をフィールドにマイクロプラスチックについても研究を進めています。近年の調査で、自然豊かな亀岡を流れる河川にもマイクロプラスチックが含まれていることがわか



ってきました。人間活動が水質に及ぼす影響や、水環境を通じた人間活動と生物の関わり、物質循環についてこれからも考察していきます。

水環境研究室ホームページ

<https://www.kuas.ac.jp/academics/faculty/bio/bioenvironmental/laboratory/aqueous-environment>

教員紹介

<https://www.kuas.ac.jp/edu-research/profile/nobue-kasamatsu-takasawa>

生物機能を利用して汚染物質の除去技術の開発へ！

(バイオサイエンス学科)

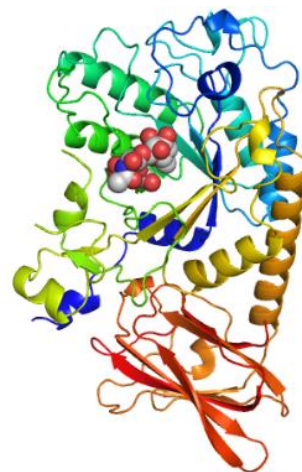
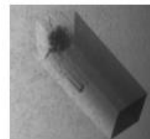
～過酷な環境下で適応してきた微生物をヒントに酵素をデザインする～



櫻間：私は、神戸大学や大阪大学などの先生方と一緒に環境問題に取り組んでいます。実は、高澤先生ともプラスチックごみ問題で共同研究していて、高澤先生のマクロな視点に対して、私はミクロな視点、つまり、プラスチックごみやその周辺にいる微生物に着目して研究を進めています。

微生物は小さく単純な構造をしていて世代時間（1個から2個の細胞になる時間）が短いことから、環境に合わせて柔軟に性質を進化させることができます。また、微生物

は他の微生物が獲得した有用な遺伝子を自分の遺伝子に取り込む能力も持っています。病原菌がこれらの能力を巧みに利用し抗生物質が効かなくなる性質を獲得することで引き起こしているのが、今問題になっている薬剤耐性菌の問題です。一方で、人間が新たに創り出した様々な環境汚染物質を分解するように進化した微生物も数多く発見されています。プラスチックを分解する微生物もその一つです。私は、様々な環境下で生存適応してきた微生物の能力を生かした除去技術を開発しようと考えています。さらに、タンパク質工学により、微生物の能力のもとになっている「酵素」の機能を、目的に合った性質になるようにデザインしていくことで機能改善をしていきたいと考えています。



(図) 私が行った酵素の結晶化と結晶から決定した立体構造。酵素の立体構造の理解は酵素をデザインするために役立ちます。

微生物機能開発学研究室ホームページ

<https://www.kuas.ac.jp/academics/faculty/bio/bioscience/laboratory/micro-biology>

教員紹介

<https://www.kuas.ac.jp/edu-research/profile/haruko-sakurama>

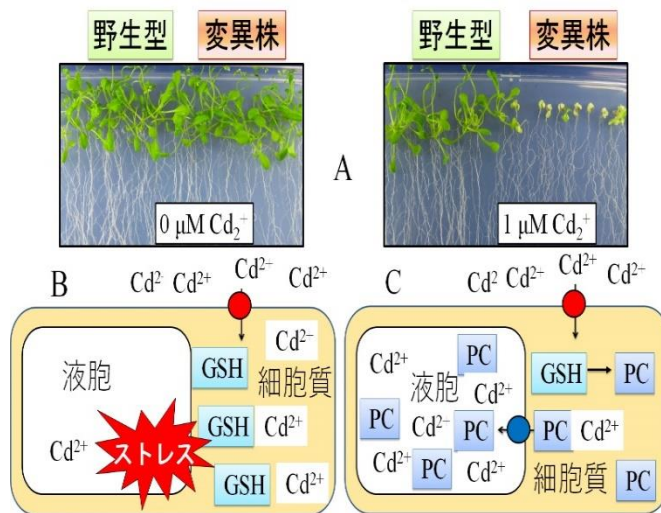
～植物の遺伝子解析から環境ストレス耐性や環境浄化メカニズムを解明～



プリエト：植物は、乾燥、温度、光などの物理ストレス、カビなどの微生物や昆虫による生物ストレス、除草剤や殺虫剤、重金属などの薬剤ストレスなど様々な環境ストレスの中で生育しています。例えば、カドミウム (Cd_2^+) などの重金属は、生体内の酸化還元状態の維持、水バランス、光合成、窒素代謝などに影響を与えます。一方で、三つのアミノ酸 ($\gamma\text{-Glu-Cys-Gly}$) からなるグルタチオン (GSH) は、生体内の酸化還元状態の維持、葉

剤、除草剤などの生体異物の解毒、フィトケラチン ($(\gamma\text{-Glu-Cys})_n\text{-Gly}$, PC) 前駆体としての重金属防御などに重要な役割を担っています。私達の研究室では、T-DNA 挿入変異法などにより 重金属への感受性が異常になっている変異株を分離して、その原因遺伝子の単離と機能解析を行ってから、遺伝子組み換え技術などを用いて環境ストレス耐性が向上した作物や重金属などに汚染された土壌の浄化 (ファイトレメディエーション) に適する植物の開発を目指します。

(図) 野生型と GSH 合成変異株は、 $1\mu\text{M Cd}_2^+$ を含むと含まない寒天培地で 1 週間成長させました (A)。



植物細胞は、 Cd_2^+ ストレスにさらされると、GSH から合成される PC の Cd_2^+ キレート物質を液胞内に隔離することにより Cd_2^+ から保護されます (B, C)。

植物バイオテクノロジー研究室ホームページ

<https://www.kuas.ac.jp/academics/faculty/bio/bioscience/laboratory/botany-biotechnology>

教員紹介

<https://www.kuas.ac.jp/edu-research/profile/rafael-prieto>

持続可能な社会を目指して！

(食農学科)

～暖房がなくてもトマトができる～



北島：環境問題への関心が高まっている中で、農業分野での貢献も求められています。現在の農業生産では多くの農業機械を使用し、施設栽培では冬期に暖房をするなど、多くの化石燃料を消費して炭酸ガスを排出しており、大きな環境負荷を与えています。今まさに、このエネルギー投下型の農業生産から脱却することが求められています。京都市の新京野菜としてブランド化されているトマト「京てまり」は単為結果性という特性を持っているため、冬期の無暖房栽培が可能なが実証されています。通常

のトマトは受粉・受精して種子ができることによって果実が発育しますが、この単為結果性トマトは受粉・受精がなく、種子ができなくても果実が発育します。そのため、受粉・受精に必要な温度がなくても果実が発育するだけでなく、受粉に必要な労力やコストがかからず、省力的で経済的です。しかし、「京てまり」は果実の大きさが約 30 g 程度と小さいなど、いくつかの欠点があります。私たちの研究室では、「京てまり」の欠点を改良した新しい単為結果性トマトの品種開発を行っています。「京てまり」の花粉を優れた品種に交配して得られた種子を播くと単為結果性トマトは 25%しか出現しません。そのため、発芽した葉から DNA を抽出し、DNA 解析により単為結果性トマトを判別します。そうすることで、育種の効率を 4 倍に高めることができます。皆さん、美味しくて環境に優しい単為結果性トマトの品種改良を私たちと一緒に取り組みませんか？



京てまり

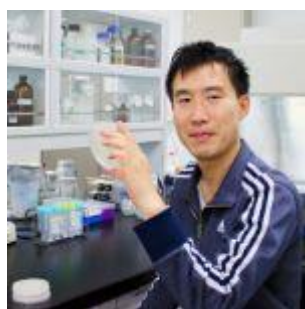
農業生産学研究室ホームページ

<https://www.kuas.ac.jp/academics/faculty/bio/agriculture/laboratory/agricultural-production>

教員紹介

<https://www.kuas.ac.jp/edu-research/profile/akira-kitajima>

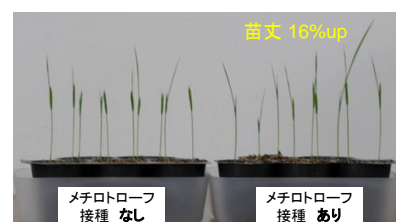
～葉っぱの上の微生物が環境を救う～



井口：腸内細菌が人の健康に大切って知ってますか？これはヨーグルトの CM なんかで見て有名かもしれませんね。では、植物の上にいる微生物が植物の健康や生長に大切って知ってます？目には見えませんが、葉 1cm²に 100 万もの微生物が存在して、植物に栄養を与えたり、植物の生長を調節したり、外から病原菌が定着するのを防いだり有益な働きをしています。こういった植物共生微生物は、環境や人にやさしい農業につながると注目されています。ご存じの通り農薬や化学肥料は環境を汚染しますし、化学肥料は温室効果ガスも増やしてしまいます。ところが植物共生微生物を利用すれば、植物上で自然に増殖

し、農薬や肥料に代わるような働きをし、役目が終われば土に帰ります。

このような働きはどんな微生物でもできるわけではなく、環境中から有益な微生物を探索したりその能力を解明したりが研究の仕事です。当研究室ではメタンやメタノールを栄養にできるメチロトロフという微生物に注目しています。例えば写真のようにイネの生長を促進するメチロトロフを見つけています。現在は、トマト果実の甘味や大きさを高める能力を持つメチロトロフを

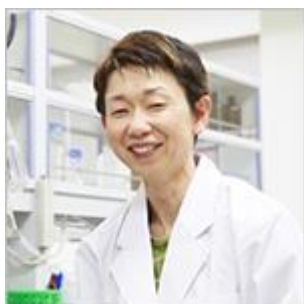


見つけ、農業に利用しようとチャレンジしています。また、植物上での増殖に必要な能力の遺伝子・タンパク質レベルでの解明も進めています。水田は温室効果ガスであるメタンの主要な発生源で、イネ葉の維管束を通してメタンは放出されています。本研究成果を元に、メタンを食べるメチロトロフをイネ葉に多く増殖させる技術を開発し、水田のメタン削減につなげたいと考えています。

発酵醸造学研究室ホームページ

<https://www.kuas.ac.jp/academics/faculty/bio/agriculture/laboratory/fermentation-and-brewing-science>

～放置竹林は、宝の山～



藤井（康）：放置竹林って聞いたことがありますか？今手入れがされていない里山が増加し、そこにあった竹林が拡大。まわりの森林を侵食し、植生が単純化したり、地滑りが起きやすくなったり、出てくる竹も細く密集していたり・・・ととても大きな問題になっています。これをどのようにして解決するか。竹林を駆逐してしまうのも一つかもしれませんが、竹林は日本の景観の一つの要素として重要です。であれば、資源として使いながらきれいな竹林を取り戻せたらいいですね。そこに登場するのが

「農業」です。化学肥料の登場で農業生産量は伸びたのですが、一方で土自身の力が弱まっています。また、化学肥料の多施用により温室効果ガスの発生が増加しています。「土づくり」は農業の基本です。そこで考えたのが、竹を使った土壌を改良や、温暖化防止の研究です。具体的には竹が吸収した二酸化炭素の炭素成分を炭にして閉じ込めて農地に土壌改良材として入れ、二酸化炭素を減らしながら土壌の微生物を活発にするための研究や、竹粉を使うことで大量にとると健康に良くないと考えられている硝酸イオンという物質を野菜から減らす研究をしています。

農地環境研究室ホームページ

<https://www.kuas.ac.jp/academics/faculty/bio/agriculture/laboratory/agricultural-environment>

教員紹介

<https://www.kuas.ac.jp/edu-research/profile/yasuyo-fujii>

ラジオトンがり STUDIO!!

<https://www.kuas.ac.jp/series/radio/archive/fujii-yasuyo>

どの学科を選択したらいいの？

フィールドに出て自然環境を調査・解析することで、人と共存できるような環境をマクロな視点でデザインしていくことで環境問題を解決していきたいと考えるなら<バイオ環境デザイン学科>がお勧めです。実際、<バイオ環境デザイン学科>では規定のカリキュラムを受講することによって環境再生医初級、樹木医補、自然再生士補、地域調査士などの資格を取得し、進路としてこれらの資格を生かせる環境系の調査機関などへ就職しています。

一方で、環境汚染原因であるミクロな物質（重金属や低分子の化合物）を取り除く技術を開発することで環境問題を解決していきたいと考えるなら<バイオサイエンス学科>がお勧めです。<バイオサイエンス学科>では、講義や豊富な実験を通して基礎的なバイオテクノロジー技術を学べるため、進路として、これら基礎技術を生かして、環境系の調査機関などへ就職しています。

また、農業分野から環境問題にアプローチしたいと考えるなら<食農学科>がお勧めです。<食農学科>では、作物栽培・食品加工・ものづくりを結びつけた特徴的な学びに加えて、学部横断的な環境分野の学びを取り入れることで、環境問題を意識できる人材として農業関連企業などへ就職しています。