

HUMANS ARE KEPT ALIVE BY THE ENVIRONMENT
AND PROTECT THE LIVING ENVIRONMENT

人は環境に生かされ、
暮らしは人から生まれる。

環境工学コース

京都大学工学部 地球工学科

Faculty of Engineering
Undergraduate School of Global Engineering
Kyoto University

LABORATORY

研究室

京都大学の研究室と教員は大学院あるいは研究所に所属しています。環境工学コースはそれらの中から特に環境工学に関連が強い研究室によって成立っています。具体的には工学研究科都市環境工学専攻、地球環境学、エネルギー科学研究科、環境安全保健機構、工学研究科附属流域圏総合環境質研究センター、複合原子力科学研究所に所属する14の研究室と38名の教員で構成されています。



下水汚泥焼却施設(左)における粒径別微小粒子の挙動調査(右)



中国深圳市のごみ埋め立て地での調査



マレーシアの幼稚園砂場で
重金属の摂取量を調査



福島県で環境中放射性物質を
可搬型 Ge 半導体検出器で測定



東北地方の林における土壌に
堆積した放射性物質の調査

環境デザイン工学

桂キャンパス

廃棄物の再資源・エネルギー化技術および処理・処分プロセスにおける有害物質の制御技術を研究しています。

環境保全工学

吉田キャンパス

フィールド調査やシミュレーションを通じて、資源採取・生産・使用・廃棄・リサイクルの全ライフサイクルにわたる環境負荷を解析し、循環型社会の構築を目指した社会システムの提案をしています。

環境リスク工学

桂キャンパス

放射性物質や重金属などの有害物質が、人や生態系に及ぼすリスクとそのプロセスの解明、リスクを低減する提案を、調査・実験・シミュレーションにより行います。

放射能環境動態

複合原子力科学研究所

放射性物質、重金属などの環境中で分解されにくい物質の土壌や地下水環境中での動態や、汚染された土壌・水環境の修復方法を明らかにします。

放射性廃棄物管理

複合原子力科学研究所

放射性廃棄物の処理、処分の安全性の評価やその方法の開発、原子力施設の廃止に伴う諸問題の解決に向けた研究を行っています。

安全衛生工学

吉田キャンパス

職場で扱う化学物質やナノマテリアルの曝露評価に関する研究を行っています。現場調査や分析、推算によるリスク評価を通じて、安全な職場を提供する新技術を探索しています。

エネルギー環境学

吉田キャンパス

人間活動などに伴い発生する有害大気汚染物質や黄砂が環境や人の健康に与える影響を評価するために、フィールド観測や模擬大気環境下における実験、モデルによるシミュレーションなどを行っています。

資源性・
有害性

ライフ
サイクル

廃棄物

リスク

放射性
物質

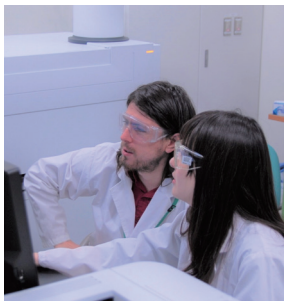
環境動態

管理

労働



中国・敦煌における黄砂のサンプリング



精密質量分析計による変換物質の特定



オゾン・紫外線による下水処理装置



中国における下水処理調査



琵琶湖沿岸域の水生植物群落の再生

水環境工学

桂キャンパス

省エネルギー・省資源、創エネルギー・資源回収型廃水処理システムの構築を目指し、要素技術の開発や評価に関する研究を実施するとともに、持続可能な社会実現の提案を行います。

都市衛生工学

桂キャンパス

水道システム全体の持続的再構築を目指した配水管内環境の管理の高度化、また、安全で快適な水道水供給のため、最新の質量分析機器等による変換過程を考慮した化学物質管理手法の構築、浄水プロセスでの病原微生物の不活化機構に関する研究を行っています。



ベトナムの河川での水質調査

環境質管理

流域圏総合
環境質研究センター

自然由来で汚濁を引き起こす物質や、人が活動をする上でつくりだす汚染物質の発生機構や環境中の運命、それらが生態系に及ぼす影響について研究しています。

環境質予見

流域圏総合
環境質研究センター

水環境中に存在する微量汚染物質や病原微生物の実態を調査・解析・評価し、健全な都市・水循環系を構築するために必要なモニタリングや下水道・再利用などの技術開発を行っています。

環境調和型産業論

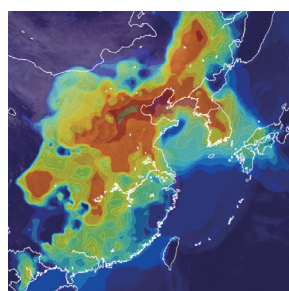
吉田キャンパス

水質分析・水処理技術、微量汚染物質の分析・処理技術、衛星・土地利用データ解析技術等を駆使し、水環境の保全・管理、物質の循環利用の促進に関して、現場主義の調査・実験とモデル化解析による実用的・実践的な研究を展開しています。

環境衛生学

桂キャンパス

環境中に放出された化学物質や粒子状物質による、人体への影響について評価を行い、人が健康に生活できる環境の提案をします。



東アジア地域における
PM2.5のシミュレーション結果



ネパールでのトイレなどの衛生調査



マウスを用いたPM2.5曝露実験

大気・熱環境工学

桂キャンパス

地球温暖化抑制に向けて、地球全体を対象とした社会・経済モデルや気候モデルを駆使して、将来のエネルギーシステム、農業システム、土地利用、水需要と温室効果ガス排出削減策の推計を行い、経済と環境が両立する将来像を中長期的にデザインしています。研究成果は国際的な制度、日本およびアジア周辺諸国の地球環境政策策定へ貢献しています。

環境デザイン工学講座

Environmental Design Engineering



●教授 高岡 昌輝
●Prof. Masaki Takaoka



●准教授 大下 和徹
●Assoc. Prof. Kazuyuki Oshita



●助教 日下部 武敏
●Asst. Prof. Taketoshi Kusakabe

■ 循環型社会における、廃棄物の有効利用及び適切な管理を目指して

廃棄物は集積された貴重な資源です。再資源化、エネルギー回収を図り、同時に環境汚染やリスクを最小化することが求められます。本研究室は、物質やエネルギーの動態を解析し、循環・代謝機能を担う技術社会システムや環境プラントの計画、設計、制御等について研究し、最適な循環・代謝システムをデザインすることを目指します。

研究概要

持続可能な資源循環技術、廃棄物処理・管理技術の開発およびシステムの構築

廃棄物循環資源は様々な成分、元素からなり、バイオガス化や焼却、溶融などの熱処理等の中間処理及びエネルギー・資源回収が行われ、一部はリサイクルされ、残りは最終処分されます。例えば、最終的な残さ中には有用金属とともに有害金属や放射性物質なども濃縮されます。

それぞれの成分や元素に応じて、環境保全、省資源・省エネルギー面からリサイクル技術、廃棄物処理・管理技術の開発が必要です。また、それらの技術を適用する場（国）等を考慮すると、それらの技術の組合せや連携などのシステム構築も必要となってきます。本研究は、要素技術の開発を行うとともに、トータルコストやライフサイクルを考慮した持続可能な社会インフラシステムの構築を目指した研究を行います（図1は水銀の例）。

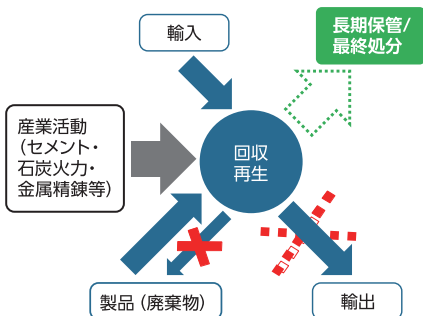


図1 水銀および水銀廃棄物の今後の管理の流れ

環境試料や化学反応過程のキャラクタリゼーション

新しい技術の開発には対象物質の徹底的なキャラクタリゼーション（特性把握）が必要です。例えば廃棄物中の重金属の存在形態は、適切な廃棄物処理法の選択・設計や、資源の回収・再利用の推進に必須の情報です。また、物質の物理化学的な存在形態（例：Cr(III)、Cr(VI)）により毒性や環境中への移行の容易さ、化学反応性が大きく異なります。

実験室内機器だけでなく、世界最先端の大型放射光施設（SPring-8）での分析方法などを組み合わせて、廃棄物などの環境試料を分析し、新しい技術の開発や様々な元素や物質の挙動の解明に取り組んでいます（図2）。本研究では、廃棄物や土壌、水に微量に含まれる元素の挙動や焼却処理におけるダイオキシン類の生成機構を明らかにするなどの研究を行い、機構解明に基づいた技術開発や環境科学・環境工学の理解を目指しています。

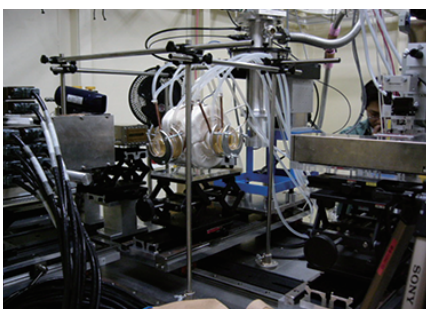


図2 環境試料のその場観察 実験装置 @Spring-8

革新的技術を用いたバイオマス及び廃棄物のエネルギー化プロセスの構築

湿潤廃棄物として、下水汚泥や家畜糞尿は、我が国で最も多く発生する産業廃棄物ですが、カーボンニュートラルなバイオマスとして位置づけられています。また、同じバイオマスとして、近年光合成により油分を高収率で蓄積する微細藻類が注目されています。これらは高含水であり、燃料として利用するには、省エネルギーな脱水および油分の抽出と、その高効率化が重要です。

そこで、本研究室では液化ジメチルエーテル（液化DME）を用いた溶媒抽出による、新しい下水汚泥、家畜糞尿の脱水、微細藻類からの油分抽出プロセスを提案しています（図3）。この方法では、常温で対象物の脱水、および油分抽出が可能となること、溶媒としての液化DMEが繰り返し利用できることが、最大の利点であり、本プロセスの構築を目指しています。

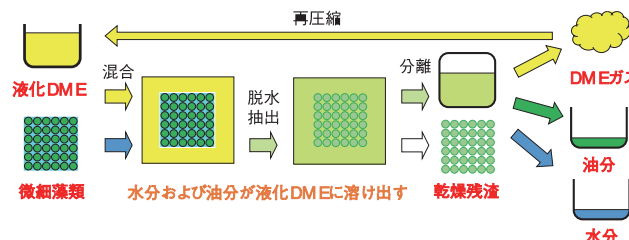


図3 液化DMEを用いた微細藻類からの油分抽出フロー図

研究室

スタッフ・学生含め、人数が多くにぎやかな研究室です。留学生も多く在籍しています。ひとりの学生にひとつのテーマを掲げており、研究の多様性が豊かです。研究のアプローチ方法は主に実験やフィールド調査に基づきますが、シミュレーション評価などの計算をする場合もあります。主な就職先は、プラントメーカー、電力・ガス・電機、国家・地方公務員、コンサルタント会社、大学研究機関などです。

研究室見学の際の連絡先：

日下部助教 桂キャンパスCクラスター 1-3-463 号室
075-383-3339, kusakabe@epsehost.env.kyoto-u.ac.jp

環境衛生学講座

Environmental Health



●教授 高野 裕久
●Prof. Hirohisa Takano



●准教授 上田 佳代
●Assoc. Prof. Kayo Ueda



●助教 本田 晶子
●Asst. Prof. Akiko Honda



●特定助教 石川 良賀
●Asst. Prof. Raga Ishikawa

■ 環境からの健康リスクの低減を求めて

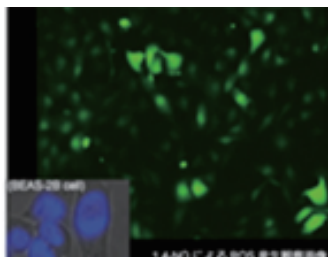
現代社会の都市化、産業化、複雑化等に伴い、環境汚染とその自然、社会及びヒトへの影響が危惧されています。環境汚染のヒトに対する健康リスクを評価するためには、ヒトをとりまく環境影響因子とその相互関係について十分な情報を収集し、現状の曝露量の推定、および、その影響について量的な関係や発現機構を研究することが重要です。環境衛生学講座では、上記のような研究により健康リスクを総合的に評価する手法を確立し、人の健康被害を未然に防止し、さらに人の健康を維持増進することを目標としています。

研究概要

大気汚染物質・気候変動など大気環境による健康影響に関する研究

【実験的アプローチ】大気汚染物質には種々の成分が含まれますが、健康影響を規定する要因は明らかにされていません。一方、大気汚染物質の健康影響は、疫学的にも実験的にもアレルギー疾患や呼吸器疾患を有する集団に発現しやすいことが知られています。そこで、PM2.5などの微小粒子・エアロゾル、黄砂、及びそれらに含まれる芳香族炭化水素や金属などの大気汚染物質構成成分の健康影響について、呼吸器系、免疫・アレルギー系を中心に実験的に評価するとともに、影響発現機構を明らかにします。

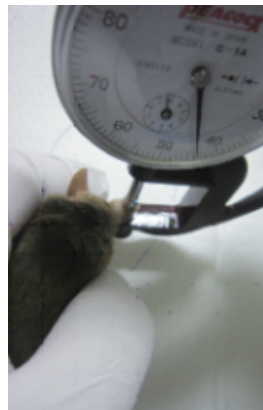
【疫学的アプローチ】PM2.5をはじめとする大気汚染物質、黄砂・越境大気汚染物質や、気候変動に伴う極端な気象要因（熱波、大海）と様々な疾患発生との関係に着目し、環境測定データや種々の環境曝露指標を地域の疾病発生データと組み合わせ統計手法を適用することにより、環境の健康影響を定量的に評価します。



気道上皮細胞が酸化ストレスを受けている様子

環境化学物質の健康影響に関する研究

環境中の化学物質は日々増加し、生活空間にも普遍的に存在しています。高毒性物質の大量曝露による健康影響発現の危惧は減じていますが、低毒性物質の微量曝露による健康影響は未だ明らかにされていません。可塑剤を始め、身の回りの環境化学物質の健康影響を、培養細胞や動物を用いて実験的に評価します。また、影響発現機構の解明をめざします。



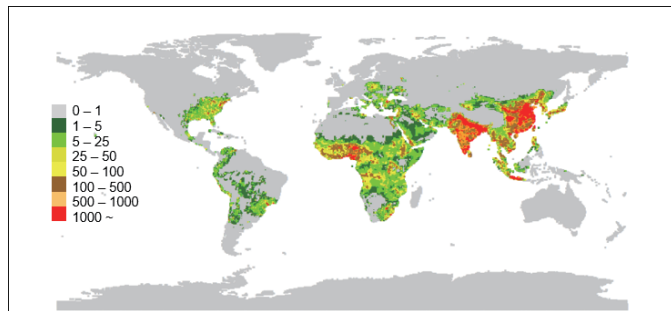
(左) アトピー性皮膚炎モデルの作成 (右) アトピー性皮膚炎症状

健康影響の低減をめざす環境医工学的研究

環境汚染物質の健康影響を低減するためには、発生源に対する対策と共に発生後の環境医工学的対策も有効と考えられます。一般環境に存在し、近年その健康影響が大きな社会問題となっている花粉等のアレルギーや環境汚染物質を対象とし、環境医工学的にその影響を低減する試みについて検討します。

環境疫学手法を用いた研究

環境による健康リスクを評価するためには、人が実際に生活している中での曝露状況や、その要因に曝露された結果として生じる疾病の分布や頻度について正確に把握することが重要です。環境疫学研究では、環境疫学研究では、個人ではなく、集団を対象とします。地域の健康事象発生データからその分布や頻度について検討するとともに、地球・地域の環境モニタリングの観測値を用いた適正な曝露評価を行い、統計的手法を適用して環境要因の曝露と健康事象との関連を定量的に評価します。また、環境因子の影響を受けやすい集団（高感受性集団）についても明らかにします。これらの研究から得られた結果から、曝露-健康事象関数を構築し、環境要因による健康インパクト評価も行います。



PM2.5 関連死亡数の分布

研究室

2018年4月より、地球環境学堂 環境健康科学論分野にも所属し、多様な学生を受け入れています。科学技術振興機構のCRESTや日本学術振興会の科研費挑戦的開拓をはじめとする多くの競争的資金により、日本と世界をリードする研究を担っています。

研究室見学 連絡先：staff@health.env.kyoto-u.ac.jp

水環境工学分野

Water Quality Engineering



●教授 藤原 拓
●Prof. Taku Fujiwara



●講師 日高 平
●Junior Assoc. Prof. Taira Hidaka

■ 健全な水環境の保全と創造を目指して

本研究室では、流域の水質、水量および水場を考慮に入れての健全な水環境の保全と創造ならびに健全な水循環系の確立のために教育・研究をしています。水環境中での水質変化とその要因分析、物質の移行・濃縮・変換を含めた水質汚濁機構と汚濁物質の運命解析、水質評価のための各種指標とその測定・分析方法、水質保全技術、水処理技術、汚濁物負荷低減と資源循環回収技術などに取り組んでいます。実験や現地調査を行うことによる研究を主としながら、反応機構の解析や物質収支の議論を計算機によるシミュレーションにより行っています。

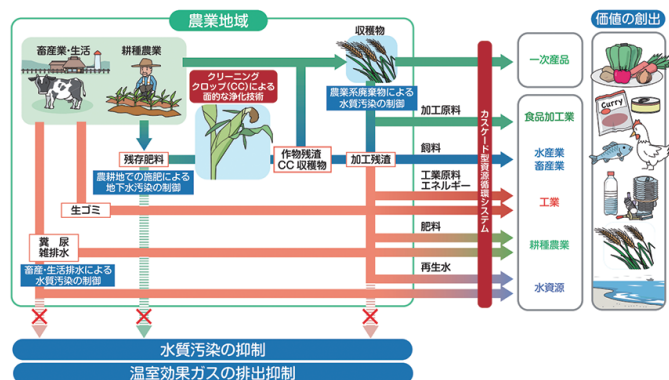
研究概要

地域の持続に貢献する付加価値創出型下水道システムの構築

人間の活動域で発生する廃水や廃棄物に含まれる有害物質を適切かつ効率的に処理し、同時に内在する資源やエネルギーを回収して付加価値を創出することにより、マイナスからプラスを生み出す新しい下水道システムの開発を行います。また、既存の処理プロセスの大幅な省エネルギー化にも取り組むことで、下水処理場の脱炭素化、エネルギー自立化に取り組みます。そのための新しい概念のシステムを提示し、その各要素プロセスに必要な設計・操作手法の解明と提示を行っています。具体的には生物反応と物理・化学的反応を組合せたシステムを想定し、分子生物学的手法などの種々の最新の科学的知見や手法を導入した解析を行い、適用性・実現性について評価していきます。

汚水処理施設と農業の連携による地域資源循環システムの構築

水・エネルギー・食料は人間の生存に不可欠な資源であり、各々の相互関係を考慮した地域資源循環システムを構築する必要があります。中小都市における汚水処理施設と農業の連携は、水・エネルギー・食料連携の観点から重要であり、廃水・廃棄物の質を考慮したカスケード型資源循環システムによる価値の創出を目指しています。また、乳酸発酵・光合成細菌・藻類培養などを組み合わせた小規模廃水処理・メタン発酵技術を開発し、メタン発酵を核にバイオマス資源活用の最適化を図るとともに発酵残渣の肥料価値向上を試みます。さらに、メタン発酵により発生する熱および二酸化炭素を施設園芸ハウスで利用するシステムの検討を行い、地域における価値創造の観点から適切な下水処理場および施設園芸ハウスの配置を検討します。



物理・化学的酸化反応を用いた水処理

公共の上下水処理において、濃度が極低いにも関わらず、異臭味（上水）、ヒトへの健康影響（上下水）、放流先の水生生態系（下水）への影響が懸念される化学物質や病原微生物の存在が指摘されています。

これらの中には、従来の生物反応を活用した処理法では除去しえないものも存在し、紫外線やオゾン、光触媒などを用いた物理・化学的な酸化処理に期待が寄せられています。これらの処理方法の最適な設計や運転のために、実証的検討および理論的解析の両面からのアプローチで研究を行っています。特に、除去対象物質と生成抑制対象物質のバランスの達成、共存物質としての有機物の反応性評価および有機物の処理性能への影響に焦点を当てています。さらに、酸化チタン／高シリカ型ゼオライト複合シートを活用した新規の促進酸化処理装置の開発にも取り組んでいます。



回転円板型促進酸化装置

水質汚濁機構の解明

人間の活動に伴って種々の有害物質が環境に排出され、それらは環境中で輸送・変換され、生態系を通じて濃縮され、水質汚濁問題を引き起こします。同時に、我々人間の生存の基盤である生態系にも甚大な悪影響を及ぼします。これら汚染物質の発生機構、環境中での輸送・変換機構、生態系での移行・濃縮機構および環境影響についてのフィールド調査を基礎とした研究を実施し、動態把握を行うとともに、適切な流域管理手法の開発に必要な情報整理と考察を行います。

研究室

連絡先：桂キャンパス C クラスター

C1-1 棟 221 ～ 223・228 室 電話 075-383-3348 ～ 3350

・藤原拓 fujiwara.taku.3v (アット) kyoto-u.ac.jp

・日高平 hidaka.taira.4e (アット) kyoto-u.ac.jp

環境リスク工学分野

Environmental Risk Analysis



●教授 米田 稔
●Prof. Minoru Yoneda



●准教授 島田 洋子
●Assoc. Prof. Yoko Shimada



●助教 五味 良太
●Asst. Prof. Ryota Gomi

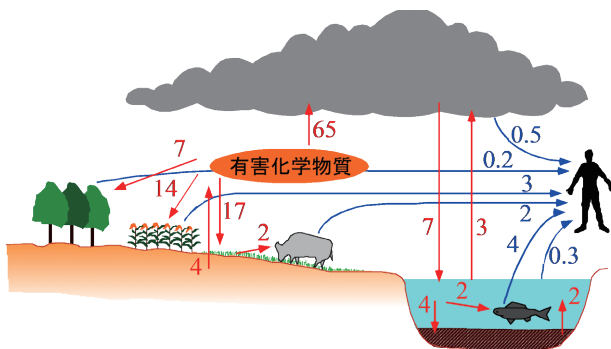
■ひとと環境の健康・安全を科学する

種々の有害物質に日常的に曝露される今日、健康影響を心配する人も多いでしょう。しかし、どの物質がどの程度の悪影響をひき起こすのかが分からなければ、対策が必要かどうかや対策を施す優先順位等を議論することができません。私たちにとって、どの環境問題がどの程度重要なのか？どうすればその悪影響を低減できるのか？この課題に取り組むのが環境リスク研究です。

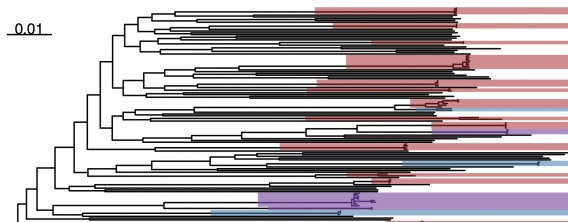
研究概要

環境汚染物質による健康リスクの予見的評価

私達は多くの微量環境汚染物質に日常的に曝露され、潜在的な健康リスクの下に生活しています。そのリスクの大きさを定量化する際に、未知の物質の存在が問題となります。このため DNA 解析や動植物を用いた毒性の評価、数値シミュレーションによる環境中動態と曝露量評価、人体中での挙動モデルの作成などによって、十分なデータが存在しない物質の健康リスク評価を行う手法を開発し、実際の化学物質などに適用します。また、健康リスクという観点では、薬剤耐性菌による環境水の汚染についても、DNA 配列の解析などを行い、その性状を研究しています。



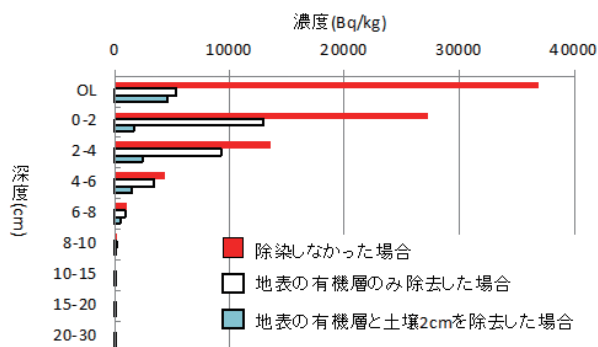
環境汚染物質の環境中動態モデルの作成



薬剤耐性菌の DNA 系統解析

環境放射能のリスク評価と除染対策

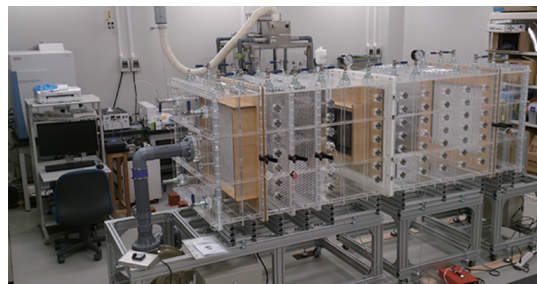
2011 年、福島第一原子力発電所の事故により環境中に拡散することとなった放射性物質が、今後どのように挙動し、実際に付近住民および日本人全体にどの程度のリスクとなるかを評価します。また、現在提案されている各種除染対策についてもその効果を検討し、最適な除染計画を提案します。



除染レベルに対応した 10 年後の Cs-137 の地中分布

粒子状物質のリスク評価と対策

自動車、焼却炉からの排気ガス、ナノ材料を使用した化粧品や新機能性材料などに含まれる粒子状物質が環境中に放出され、私達の生活空間にも到達します。また、原子力発電所事故時の放射性プルームにも多くの粒子状物質が含まれていると考えられています。粒子状物質ではガスやイオンと異なり、大きさ、元素組成、表面積、形状などの物性を考慮したリスク評価が求められます。フィールド調査、風洞を用いた大気中挙動試験などによって、様々な粒子状物質の環境中挙動を評価し、そのリスク低減策を提案します。



放射性粒子や PM2.5 などの室内侵入試験のための風洞

このように、環境中に存在する放射能や粒子状物質、有害物質が、私達の健康にどれほど関わっているのかを、計算、調査、実験により明らかにしていきます。



研究室

研究室見学大歓迎！

研究室：桂キャンパスCクラスター C1-3 棟 4 階

連絡先：米田教授 (yoneda@risk.env.kyoto-u.ac.jp)

島田准教授 (shimada@risk.env.kyoto-u.ac.jp)

五味助教 (gomi@risk.env.kyoto-u.ac.jp)

大気熱環境工学分野

Atmospheric and thermal environmental Engineering



●准教授 藤森 真一郎
● Assoc. Prof. Shinichiro Fujimori



●助教 大城 賢
● Asst. Prof. Ken Oshiro



ホームページ

■ 地球環境問題の解決方法を評価する統合評価モデルの開発とその応用

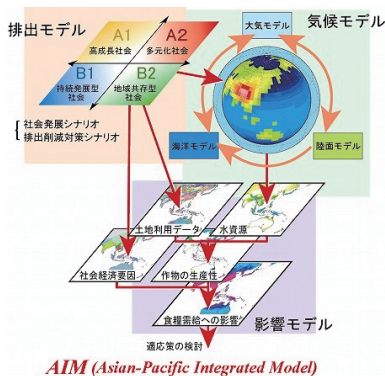
地球温暖化や越境大気汚染、食糧問題、水資源枯渇など地球規模の環境問題の影響やその解決方法を評価するためには、工学だけでなく、社会・人文科学にわたる知識と情報を有機的に組み合わせる必要があります。出来るだけ広い視野に立って関連情報を整理し、それらの間に存在するメカニズムのモデル化や、定量的な検討、将来推計および対策の立案などに関する研究を行っています。

研究概要

統合評価モデルを用いた世界・主要国の温室効果ガス排出量見通しと削減費用の算定

2030年から2100年といった短中長期に及ぶグローバルの温室効果ガス削減に関する研究を中心に行います。エネルギーや土地利用を詳細に扱ったモデルを用いた解析を中心として、政策提言、及び関連する科学的知見の創出を行います。

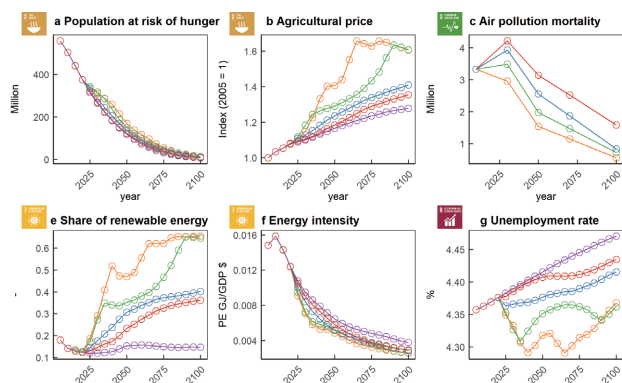
アジアは世界全体の温室効果ガス排出量の半分近くを占めており、この地域で温室効果ガスが削減できるのかは、世界の気候変動対策の一つの鍵となります。その中でアジア各国は多様な政治体制、エネルギーシステム、温室効果ガスの構成を有しており、さらに各国の政策は異なる優先事項があります。例えば近年では中国の大気汚染は深刻であり、気候変動対策と大気汚染対策は一体となって進められています。そのような各国に応じた低炭素戦略を本テーマでは提示することを狙います。



統合評価モデル概観

持続可能な開発目標の定量化、様々な部門への波及効果の推計

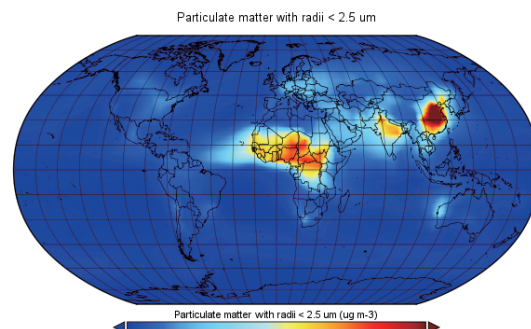
持続可能な開発目標 (SDGs) は貧困、飢餓、公衆衛生や経済、気候変動など 2030 年における様々な分野の開発に関する目標を設定しており、これらのうち環境に深く関連する項目を取り上げ、2030 年に留まらず 2050 年、2100 年までを見通した開発に関する目標を検討します。気候変動だけでなく複数の分野にまたがる分析が主眼です。飢餓、貧困、水不足など人間生活の根源に関わる社会経済的な事象のモデリングとそれを用いたシミュレーション分析を行います。



SDG 指標の定量化例

気候変動対策と大気汚染

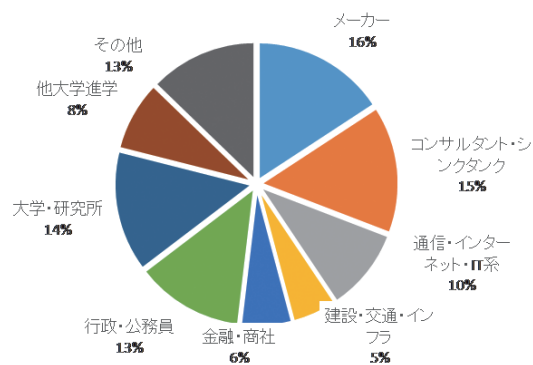
社会システムの脱炭素化は大気汚染を軽減し、人間社会や生態系に様々な便益をもたらすとされています。しかし、それがどの程度なのか、温室効果ガスゼロエミッション目標を満たすような大規模な排出削減を行った時にどこまで便益があるのかはわかっていません。本テーマでは、大気汚染物質の拡散計算を行い、その結果から健康、農業等への影響を推計し、温室効果ガス削減政策の策定へ貢献を行います。



2015年1月のPM2.5の濃度

研究室

研究は計算機を用いたシミュレーションやデータ解析が中心です。一人一台のノート PC が支給され、計算量が多い人はサーバーを使うこともあります。実験による拘束時間はないので、自分で時間を管理したい人に向いている研究です。就職先は IT 系 (IT 技術が身につく?)、環境コンサル (経済と環境の関りが勉強できる?) が多いのが研究室の特徴です。



研究室見学の希望は以下にメールをして下さい。
桂キャンパス C クラスター C1 棟 -361 号室 (藤森)
E-mail: contact@athehost.env.kyoto-u.ac.jp
HP: <https://www.athehost.env.kyoto-u.ac.jp/>

都市衛生工学分野

Urban Sanitary Engineering



●教授 伊藤 禎彦
●Prof. Sadahiko Itoh



●助教 中西 智宏
●Asst. Prof. Tomohiro Nakanishi

■ 都市への供給問題を通じ、生（いのち）を衛（まも）る「衛生」理念の実現へ向けて

人々の健康や生命は、種々の環境上の問題によって脅かされています。本研究室の研究活動の理念は、環境中に存在するヘルスリスクに対して、これを工学的にコントロールすることです。上水道とその関連分野を対象として、研究展開を図ります。具体的には、次世代型浄水処理システムの構築と並んで、水源・流域あるいは浄水施設から各家庭までの配水過程で発生する諸問題に対する対策・解決法の提案を目指します。

研究概要

小規模水供給システムにおける衛生問題と管理手法の構築

人口減少の進行に伴って、飲料水供給施設（給水人口100人以下の施設。水道法の適用範囲外であり、水質基準を遵守する義務もない。）などの小規模な水供給施設の重要度が高まっています。地元管理されている小規模施設では浄水処理や消毒が十分でない場合も少なくありません。たとえ塩素消毒が行われていなくても、利用者は、もちろん清浄な水を使用できていると考えているし、通常、感染症の流行などが起きるわけでもありません。このような状況下において、都会に出た人が帰省した際、しばらく滞在していると、同行した子供（孫にあたる）がおなかをこわすことがあるといえます。本研究では、水質に関する限定的な情報の下で、安全な飲料水をいかに確保すればよいか、そのアプローチ方法を提示することを目指します。さらに、原水の種類、浄水処理の方法、消毒方法に照らして、必要な水質測定項目や頻度について検討し、小規模水道に対する現実的な水質管理方法を提示します。



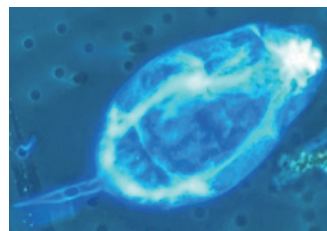
左：原水の例



右：小規模な浄水処理装置の例（左右とも静岡県浜松市内）

水道水の微生物リスク管理の高度化

水道水の微生物的安全性は塩素消毒によって確保されていますが、決して無菌状態というわけではありません。近年の温暖化や気候変動に伴う原水水質悪化、管路施設の老朽化、水需要減少に伴う配水管での滞留域の発生といった状況は、微生物の増殖しやすい環境につながります。当研究室では、水源から浄水場、給配水過程に至るまでの水道システム全体での微生物的安全性・安定性に関する研究を行なっています。具体的には、高度浄水処理プロセスにおける生物活性炭からの生物漏出や、給配水システムで特に留意すべき病原細菌であるレジオネラ属菌の再増殖制御に関する研究をしており、水源や浄水場での現地採水調査や実験室内でのリアクター試験等を実施しています。さらに、リスク評価手法を駆使した制御手法の提案、最新の遺伝子解析手法を用いた微生物群集解析や病原種の一斉検出手法の開発にも取り組んでいます。



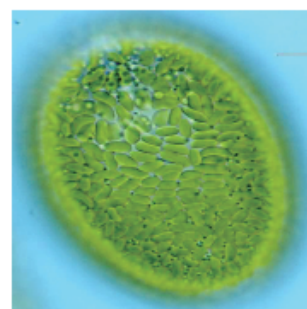
左：生物活性炭処理水から検出される動物プランクトン



右：微生物の塩基配列を一気に取得可能な超並列シーケンサー

消毒副生成物前駆体の同定とその迅速検知

浄水処理過程において、化学物質は有害な消毒副生成物（例：ハロ酢酸）やカルキ臭の原因物質に変換されることがあります。本研究では分画技術や精密質量分析を駆使し、溶存有機物のうち特に藻類に由来する有機物や、親水性の高い溶存有機物中のハロ酢酸前駆体や下水中のN-ニトロソアミン類の前駆体、さらには人為由来化合物のうち塩素処理後の臭気（カルキ臭）の前駆体となるものの特定に取り組めます。あわせて、これらの前駆体の物性や水源～浄水処理プロセスでの挙動を把握するとともに、これらの前駆体の迅速検知手法を開発しています。



左：原水中に存在するラフィド藻類（ハロ酢酸前駆体）



右：琵琶湖での採水の様子

研究室

興味のある人は気軽に連絡してください。

伊藤教授 (383-3254, itoh.sadahiko.4u@kyoto-u.ac.jp)

中西助教 (383-7502, nakanishi.tomohiro.8r@kyoto-u.ac.jp)

環境質管理分野

Research Center for Environmental Quality Management



●教授 清水 芳久

●Prof. Yoshihisa Shimizu



●准教授 松田 知成

●Assoc. Prof. Tomonari Matsuda

■ 環境の質に関するサイエンスを極め環境管理に役立てる。

水環境問題や化学物質汚染問題など、環境の質に関連する諸問題を解決するため、分子レベルのミクロな視点と流域レベルのマクロな視点からのメカニズム研究を推進し、新たな原理を探究するとともに、環境質管理手法の提言を行い、社会に貢献します。

研究概要

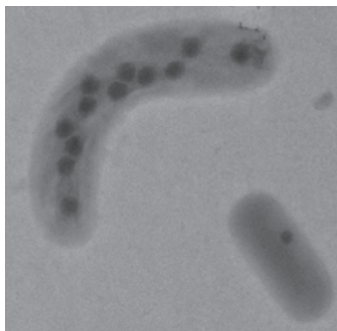
アジア型の統合的流域管理 ―アジアの英知による実現へ―

地球上の淡水の9割以上は湖沼・河川にあり、多くの重要な価値を持っています。飲料や灌漑用水のような資源供給、洪水調整や汚染浄化のような調整機能、美しい景観の提供のような文化性などが挙げられ、これらは「生態系サービス」という言葉で表現されます。流域環境の悪化が進むことにより、その最終末端である湖沼・河川の様々な機能が損なわれてしまいます。

環境工学分野の新チャレンジとして、国内のみならずモンスーンアジア諸国の流域に着目して、現地の大学・研究機関と共同で、健全な流域のあり方を検討します。気候変動を含めた将来状況を踏まえて、シミュレーションにより水量・水質を予測し、流域利用の背景にある文化や歴史も考慮した上で、持続的・効果的なアジア型の水環境保全対策を目指します。

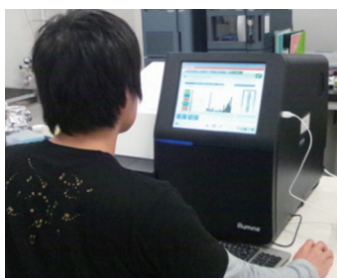
琵琶湖の物質循環の解明 ―細菌とウイルスの役割と影響―

琵琶湖の細菌とそれに感染するウイルスに着目して研究しています。スプーン1杯程度(1mL)の琵琶湖水中に細菌が100万匹、ウイルスが1,000万個も存在しています。細菌は1日に倍になるスピードで増殖し、ウイルスは細菌の半数に感染し殺しているのです。この衝撃的な現象は物質循環にどのような役割を果たしているのか？これは迫りくる地球温暖化が琵琶湖の物質循環や水質に対して、どう影響するのかを理解・予測する重要な研究です。



新しい癌分子疫学の展開 ―生命科学的アプローチ―

我が国におけるがんによる死亡者数は年間40万人であり、最も大きな死因の一つとなっていますが、発癌の原因は多種多様であり特定は困難でした。現在我々は、次世代DNAシーケンサーを用いた突然変異パターンの解析により、発癌の原因を推定する新しい分子疫学の方法論を構築しています。また、発癌の原因となる腸内細菌の同定とその病原性の解明の研究や、がんによって誘導される抗体配列を解析し、画期的な抗癌抗体を開発する研究も進めています。



研究室

当研究室は、工学研究科附属 流域圏総合環境質研究センターにあります。研究センターは大津市にあり、最寄り駅はJRまたは京津線膳所駅。繁華街にあり交通は非常に便利です。いつでも見学歓迎します。

清水教授 (shimizu@biwa.eqc.kyoto-u.ac.jp)

松田准教授 (matsuda.tomonari.8z@kyoto-u.ac.jp)

環境質管理分野

Research Center for Environmental Quality Management

●准教授 西村 文武
●Assoc. Prof. F. NISHIMURA●特定助教 井原 賢
●Specific Asst. Prof. M. IHARA●講師 中田 典秀
●Jr. Assoc. Prof. N. NAKADA●助教 竹内 悠
●Asst. Prof. H. TAKEUCHI

■ 環境質の向上と評価、環境汚染の防止と修復のために

人間活動から排出される化学物質や病原微生物の下水道や水環境中での挙動と、人や水生生態系への影響についての研究を行っています。フィールド調査とプラントなどでの実験を基盤とし、機器分析やバイオアッセイなどの生物学的評価手法を用い、汚染実態把握、対策技術や管理手法を研究し、多様な生物が息づく健全な都市・水循環系の構築に資する研究を行っています。

博士研究員 2 名、秘書 2 名、技術補佐員等 4 名、内地研修生等 1 名、博士 4 名、修士 13 名、学部 1 名（2021 年 4 月現在）

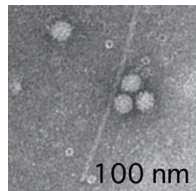
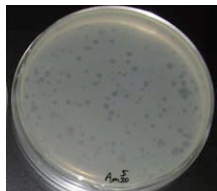
研究概要

環境モニタリングと排水処理に関するテーマを中心に多くの研究を行っています。個々の詳細を以下に示します。

環境モニタリングに関する研究

ウイルスや薬剤耐性菌、化学物質のリスクの水環境中での動態把握と管理手法の提案

水環境に存在する病原微生物、特にウイルスは細菌に比べ生存性及び消毒耐性が高く、薬剤耐性細菌とともに先進国でも制御が必要と認識されています。本研究では、琵琶湖・淀川流域を対象として、病原微生物汚染の実態を把握し、次世代シーケンサーを用いた遺伝子解析により、流域の汚染源を究明します。また、近年問題となっている雨天時下水の未処理放流の影響調査と制御方法を開発します。病原微生物の環境基準設定や代替消毒技術の開発、予見手法や監視技術の開発により、効果的な流域管理・衛生学的安全性の高い水環境確保に貢献します。

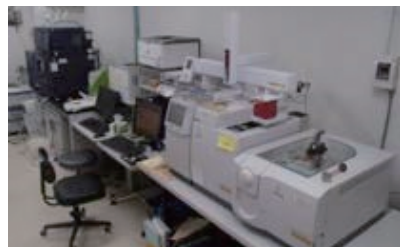
ノロウイルス
国立感染症研究所
宇田川悦子博士提供

大腸菌ファージの測定

次世代シーケンサーを用いた微生物の
大規模で詳細な解析

化学分析とバイオアッセイを組み合わせた水環境中の化学物質の評価に関する研究

残留医薬品による水環境汚染が国内外で数多く報告されています。医薬品は、生体内で特異的な生理活性を発揮するようにデザインされているため、ヒトを含む生態系への悪影響が懸念されています。増加し続ける医薬品に対し、生理活性を包括的に測定できる *in vitro* バイオアッセイと高分解能質量分析計（LC-QToF-MS）による分析を組み合わせ、水環境中の医薬品の生理活性の実態把握や水生生物への影響を解明します。さらに、各種の下水処理技術の適用で、生理活性をどの程度まで削減すれば安全であるか提示することも目指します。



高感度分析装置（奥：LC-MS/MS、手前：GC-MS/MS）



超高感度分析装置（LC-QToF-MS）

排水処理に関する研究

下水処理の高度化と再生水の利用に関する研究

持続可能な水資源確保、環境管理、エネルギー管理の視点から、水の再利用の研究の必要性は世界的に高まっています。本研究では、MF、UF、NF、RO などの有機・無機膜や、オゾン・UV・光触媒などの酸化技術、MBR などの生物処理を組み合わせた水再生技術を実験室スケールで検証し、再生水の水質やリスクを評価し、その安全性と処理エネルギーやコスト削減の研究を行います。また国内外の研究機関等と共同研究し、ISO 規格化や国内外の再生水利用の社会実装、国連持続可能開発目標（SDGs）の実現に貢献します。

小規模排水処理施設・畜産事業場からの薬剤耐性菌・耐性遺伝子の処理特性に関する研究

浄化槽や Septic Tank に代表される小規模生物学的廃水処理システムは簡易で設置も容易であることから、家庭や病院等の事業所など世界中で利用されています。しかし、処理システムへの負荷変動が大きく、系内の微生物群集や処理特性も影響されることが知られています。一方高齢化社会で薬剤が多量に使用され、畜産事業の効率化のためにも抗生剤が多量に使用されていることから、生物処理システムでは薬剤耐性菌の発生が懸念されています。排水処理（有機物、栄養塩、微量有機汚染物質）と使用エネルギー・温室効果ガス（CH₄、N₂O）の発生特性、内部微生物の群集構造特性（薬剤耐性菌等）への影響を調査し、望まれる操作条件（平滑化、DO、SRT、物理化学的処理法（オゾン処理等）の付加等）について考察します。



沖縄県糸満市農業用再生水実証施設



オゾン・紫外線処理装置



下水再生水を用いた糸満市での野菜栽培

研究室

問い合わせ先：竹内助教 Email: takeuchi.haruka.6m@kyoto-u.ac.jp
環境質予見分野がある流域圏総合環境質研究センターの
ホームページはこちら

<https://www.eqc.kyoto-u.ac.jp/index.html>



環境保全工学分野（環境科学センター）

Environmental Preservation Engineering



●教授 平井 康宏
● Prof. Yasuhiro Hira



●助教 矢野 順也
● Asst. Prof. Junya Yano

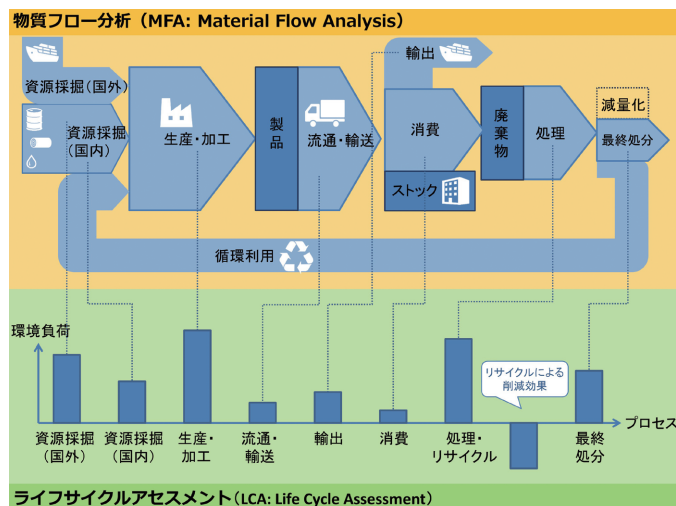
■ 廃棄物から社会を視る、その知見を循環型社会形成へ

廃棄物から社会を視ることは、循環型社会形成への知見を与えてくれます。廃棄物の適正管理技術や化学物質の環境動態との関連を持たせながら、主に物質循環のシステム解析や循環型社会形成モデルに関する研究をしています。また、京都大学の環境管理を担当しており、教育研究の環境保全やキャンパスサステナビリティの研究にも取り組んでいます。

研究概要

循環型社会形成に向けた温室効果ガス排出勘定とライフサイクル分析

循環型社会の形成は、脱炭素社会の構築と協調して進めていくことが重要です。社会経済活動における素材や製品の生産・使用・廃棄の実態をマテリアルフロー分析（MFA）により把握し、そのフローに伴う環境負荷をライフサイクルアセスメント（LCA）により定量化し、各種資源化・処理方式の評価を行っています。具体的には、家電製品や自動車などの長期耐久財のフロー・ストック・寿命推定、バイオプラスチックの普及による環境負荷削減効果の評価、プラスチックや木質材料などの化石由来炭素割合の推定による廃棄物焼却由来の温室効果ガス排出インベントリの精緻化などに取り組んでいます。



マテリアルフロー分析とライフサイクルアセスメントのイメージ

循環型社会と化学物質制御のシステム解析

循環型社会において、資源の循環とともに、有害物質までもが、意図せずいつまでも循環し続けることは、好ましくありません。新規製品については、代替品への切り替えや、環境放出や人体曝露を抑止した管理下での利用、既存品については、分解処理や隔離・封じ込めによるリスクの低減が求められます。そこで、循環型社会における有害物質の動きを、物質フローモデルや環境動態モデルを用いて表現し、モノのライフサイクルの記述と環境負荷の試算と実測による検証、社会的管理方法の考察等を行っています。

市民のライフスタイルと環境政策効果に関する研究

循環型社会を実現するには、人や企業の行動が重要です。人や企業の資源消費・廃棄行動の実態を把握し、その影響要因を抽出すること

に取り組んでいます。また、要因間の関係を社会行動モデルとして記述し、行政等による施策の効果を評価し、制度設計に活用することを目指しています。具体的には、ごみ組成調査を通じてレジ袋等のプラスチックごみや食品ロスなどの組成や排出量を明らかにすることで、環境政策の効果を評価します。また、細組成データやネットアンケート等を活用し、市民の分別・排出行動とごみ細組成・分別率等との関連性を紐解き、効果的な環境政策について検討します。



家庭ごみ細組成調査による手つかず食品

教育研究の環境保全とキャンパスサステナビリティ

大学の教育研究活動に伴う廃液・排水や廃棄物の管理など、京都大学が事業者として直面する種々の環境管理上の課題解決に取り組むとともに、その知見を国内外の教育研究機関に敷衍し、サステナブルキャンパス実現を促進する研究を行います。具体的には、入口側の化学物質や資源・エネルギー消費量、出口側の実験排水分析データや廃棄物、温室効果ガス排出量のデータ解析等を行います。

<メンバー> 研究員 1 名、博士 1 名、修士 5 名、学部 4 名

<進路> 国・地方公務員 2 割、プラントメーカー・コンサルタント 4 割、その他民間企業 4 割

研究室

見学等は下記のメールアドレスにご連絡ください。

<連絡先>

吉田キャンパス総合研究 2 号館東側 2 階・1 階・地階

yano@eprc.kyoto-u.ac.jp（矢野）

安全衛生工学分野

Occupational Safety and Health Engineering



●教授 橋本 訓

●Prof. Satoshi HASHIMOTO



●教授 松井 康人

●Prof. Yasuto MATSUI

安全で安心な職場を支える新技術を探求する

わが国では 1972 年に、職場環境を健全なものとする法令が体系化され、安全衛生管理を担う専門職制度も整備されてきました。一方で、職場で扱う有害物質の多種・多様化や、労働者の勤務形態は時代と共に変化を続けています。

研究室では、先端技術を駆使した調査と、得られた結果に基づく仮説の検証、推算による改善策の提案を通じて、安全で安心な、環境調和型職場を提供する新技術を探求し、社会に貢献します。

研究概要

職場環境の定量的評価とエビデンスに基づいた改善措置

化学物質や粒子状物質など、職場環境におけるあらゆるリスクの程度を科学的に評価し、そのエビデンスに基づき優先順位を決定し、対策を講じることが求められています。

そのために、実際の労働現場で調査（図 1）を実施したり、ヒトの呼吸器における吸入モデルを作成したり、過去の事故情報を統計的に解析したりすることで、新たな評価技術の探求や、改善策の提案を行います。

安全で安心な職場環境を形成するため、「計画-実施-評価-改善」の一連を、自身で管理できるエキスパートを養成します。

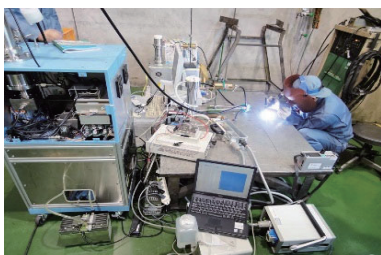


図 1 溶接中の粒子状物質の計測

生物学的指標を活用した有害物質の曝露評価

ヒトへの有害物質の曝露量を、血液や尿、毛髪などを計測することで推定することができます。これらのバイオマーカーは、曝露量を反映するのみならず、疾患などの影響量を現す際にも利用されています。

ヒトへの影響が明確なアクリルアミドやアルデヒド類は、血中のたんぱく質や DNA と結合すると考えられており、累積的な曝露指標の定量評価（図 2）が期待されています。

摂取（吸入）、代謝、排泄までをトレースし、生物学的指標の探索と、より精密な曝露評価を研究しています。

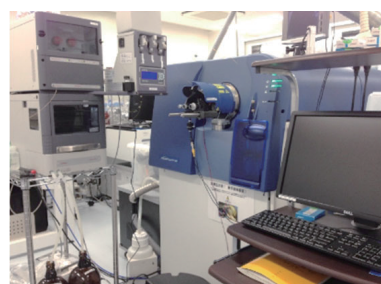


図 2 質量分析による指標の定量

ナノマテリアル・粒子状物質の曝露評価手法の確立

酸化チタンやカーボンナノチューブなどのナノマテリアルが、すでに市場に出回っています。有害性についての検証が進んでいる一方で、これら材料を使った製品から、ヒトにどれほど曝露があるのかについては、知見が足りていません。

チャンバーを用いた 1 粒子追跡システム（図 3）を開発することで、国際標準としての曝露評価手法を提案しています。



図 3 ナノ材料の曝露評価システム

電力の需給調整を通じた系統内における電力使用量の最小化

太陽光発電施設（PV、図 4）などのエネルギーリソースを、高度なエネルギーマネジメント技術により統合制御し、あたかも発電所（バーチャルパワープラント）のように機能させることで、電力の需給調整に活用する実証を行っています。



図 4 本学に設置されている PV

研究室

実験を中心に、共用利用施設や他学部での観察・計測、フィールドでの調査、院生室での統計処理やシミュレーションなど、アクティブな活動をチームで進めます。ON/OFF のメリハリがあるのも、それが要因かもしれません。社会に出る前に、働く環境について考えてみませんか？

matsui.yasuto.6r@kyoto-u.ac.jp、075-753-3308

吉田キャンパス・楽友会館別館（←吉田寮の南側です）



●准教授 藤川 陽子

● Assoc. Prof. Yoko Fujikawa 協力企業 4 社

■ 放射能等の汚染物質の環境動態・安全評価・環境浄化の研究

本研究室では放射性物質・放射線を利用して、放射性廃棄物の地中処分に係る地質環境中の放射性物質の動態や汚染された環境の浄化方法についての基礎研究を行っている。またえられた基礎研究の成果を社会に還元するため、表流水や地下水・土壌・焼却灰等の浄化のパイロットプラントの建設にも取り組んでいる。

研究概要

本分野では、特に地水圏環境を中心に、放射性・非放射性的汚染物質の動態と環境修復の技術を研究してきた。具体的には、(1) 土壌や岩石（地質媒体）・水・植物などの環境要素間での汚染物質の移行を解明する室内試験、(2) 汚染物質の濃度や化学的存在形態の分析技術開発、(3) 放射性セシウム、ウラン、プルトニウムの野外環境分布調査、(4) 水や土壌の汚染の原位置除去技術開発、(5) 汚染物質移行モデルや環境データの統計学的解析技術の開発、を国内外で展開している。

放射性廃棄物の最終処分の安全性向上

原子力の利用に伴い様々な放射性核種を含む発電所廃棄物が発生してきた。これら廃棄物の最終処分は地中埋設が基本方策である。特に原子力発電に伴い発生した、長半減期の核種を高濃度に含む高レベル放射性廃棄物については特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（最終処分法、平成十二年法律第百十七号）で地下 300 メートルよりも深い地層に処分することが決まっている。ただし、実際の処分地は定まっておらず、大きな社会問題になっている。

また、福島第一原発事故後、放射性降下物の多かった地域で放射性セシウム (Cs) を含む上下水道汚泥や廃棄物焼却灰、農林水産物系の廃棄物が大量に発生している（放射性物質汚染対処特措法に定める指定廃棄物等）。特に事故由来の放射性セシウムを含む一般・産業廃棄物の焼却灰は放射性セシウムの溶解性が高く、最終処分後の安全性に懸念がある。なお、これらの廃棄物と除去土壌の一部は、2045 年までに福島県外で最終処分されることになっている（中間貯蔵・環境安全事業株式会社法第 3 条）が、実際の処分先は定まっていない。

研究室では福島第一原発事故由来の放射性セシウムを含む焼却灰の除染と減容の研究を行っている。東北の現地自治体等と協力し現場試験を七次にわたり行ってきた（図 1）。



図 1 放射性セシウム除染の現場試験

さて、高レベル放射性廃棄物、指定廃棄物、除去土壌等の埋設処分への道筋は法的に定められ、処分の安全確保のための技術開発も行われている。しかし、実際の処分地の立地のめどはたっていない。この状況にかんがみて、実際に放射性物質を日本の地下環境に埋設しても安全が確保できることを実フィールドで示すことが必要と考えた。そこで 2018 年度からは、福島第一原発事故以来、低濃度ながら放射性セシウムを含有するようになったゴミ焼却灰を実際に受け入れている最終処分場の浸出水及び周辺地下水の本格的な調査に着手した（図 2）。調査でえられた地下水位や地質ボーリングデータの情報を整理して地下水流動の数値シミュレーションを実施してきた。また、浸出水や地下水試料の放射能分析及び化学的な成分分析から得られたビッグデータを機械学習によるパターン認識技術を援用して整理してきた



図 2 観測井の水位観測と採水調査

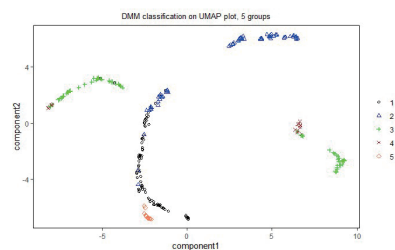


図 3 生成モデルアプローチ・教師なしの手法で水質データのクラスター数と帰属クラスターを推定、UMAP プロット上に結果を表示

（図 3）。これらの結果から我が国の処分場で放射性セシウムを含む廃棄物を安全に埋設する方策が明らかになりつつある。現在、IAEA 専門家と協力して、北欧及びウクライナにおける地下水の放射性セシウム汚染の調査を計画している。新型コロナウイルスの終息傾向がみられ次第、現地調査に着手する。

アジア途上国の環境問題に対応する技術開発

アジアの大河流域で地下水中に多く存在し、何百万人もの人々に健康被害をもたらしている砒素を鉄バクテリア生物濾過法により除去する技術開発を実施してきた。同法は、アジア地域の砒素含有地下水が多量の鉄を含むことを利用した技術で、処理用薬剤や交換の必要な消耗品がなく、開発途上国でも適用可能である。ベトナム現地での長期現場試験の結果、実プラントが現地で稼働した（図 4）。また、やはりアジア地域の地下水に多いアンモニアのアナモックス法による処理のため、ベトナムでの処理試験を実施した。次世代シーケンサー解析により鉄バクテリア法処理した地下水のアナモックス処理という独自な系での微生物の菌叢を解明した。

現在は、企業と協力して土壌浸透法を利用した水循環型の水洗トイレの開発研究を進めているところである。



図 4 ベトナムに設置した水処理施設

研究室

連絡先 fujikawa@rri.kyoto-u.ac.jp; tel 072-451-2447

放射性廃棄物管理分野

Radioactive Waste Management



●准教授 福谷 哲
● Assoc. Prof. Satoshi Fukutani



●助教 池上 麻衣子
● Asst. Prof. Maiko Ikegami



●助教 芝原 雄司
● Asst. Prof. Yuji Shibahara

■ 原子力利用に伴い発生する問題を解決し、環境を保全する

発電用原子炉をはじめとして原子力を安全かつ継続的に利用するためには、原子力施設から発生する放射性廃棄物の問題を解決していくことが必要不可欠です。本研究分野では、この放射性廃棄物を安全に管理し、環境を保全することを中心テーマに研究を進めています。また、原子力施設由来の環境中放射性物質の挙動解明、除染に関する研究も行っています。

研究概要

原子力施設由来の放射能汚染に対する除染・浄化、環境中挙動に関する研究

東京電力福島第一原子力発電所の事故により Cs-137 をはじめとする放射性物質によって環境が大規模に汚染されました。環境修復に向けて、本研究分野では除染および土壌系・水系の浄化に関して、効率的な除染モデルの検討などを行っています。また、核分裂生成物である Sr-90、燃料成分である U、Pu などを環境試料から検出し、その同位体比を精密に測定して環境中放射性元素の由来の解明にも取り組んでいます。また、「汚染水」を対象に効率よく処理するための前処理に関する研究も開始しました。

この他、過去に研究実績のほとんどない放射性 Te について、土壌中挙動、植物移行に関する研究も行っています。

有害汚染物質の環境中における動態とその評価

環境中に放出された汚染物質は、大気や水、土壌に移行し、地表付近に保持された物質は、その後ゆっくりと土壌中を下方へ移動します。この時の水分や物質の挙動を詳細に追跡することによって、有害物質の移動や土壌への収着機構を解明し、環境や人間への影響を評価することが可能であると考えられています。特に土壌中での物質移動に影響を与える重要な要因の一つである存在形態に着目し、その定性・定量方法の開発を試みています。また、各種実験結果をモデリングし、数学モデルによる計算結果と実測値を比較検討することにより、土壌中での有害汚染物質の動的挙動を予測するモデルの構築を試みています。

一方、放射性核種を対象としたものでは、海洋中に排出された核種と海洋中浮遊物との収脱着機構を実験的に解明し、放射性核種の海洋中挙動のモデル化に資する研究を行っています。

汚染元素の挙動に関する研究では、微量元素の測定が重要になってきますが、京都大学研究用原子炉（KUR）を用いた放射化分析という手法で微量元素分析を行っています。



KUR を用いた微量元素分析
(KUR で見られるチェレンコフ光)

原子力施設の事故に伴う放射能汚染と災害評価に関する研究

原子力発電所などの原子力施設において放射能放出を伴う事故が発生した場合の環境影響を、様々な放射能放出モード、気象条件下でシミュレーションし、周辺地域での放射能汚染や被ばく線量の評価を行っています。また、チェルノブイリ原発事故や東海村 JCO 臨界事故など、実際に起きた原子力施設の事故例について、既存のデータを詳細に再検討しながら、未解明な問題点を明らかにし、放射能汚染や被ばく線量などの新たな解析を行って、災害規模の独自な評価を試みています。

また広島・長崎への原子爆弾の投下に伴う放射性降下物の拡散状況等に関する研究にも参画し活動を開始している。

環境調和型産業論分野

Environmentally-friendly Industries for Sustainable Development



●教授 越後 信哉

●Prof. Shinya ECHIGO



●准教授 田中 周平

●Assoc. Prof. Shuhei TANAKA

■ 地球親和型の技術開発およびその展開

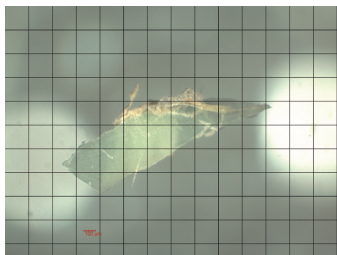
地球文明の持続性を達成するためには、産業形態を環境調和型に変換する必要がある。本分野では、水質分析・水処理技術、微量汚染物質の分析・処理技術、衛星・土地利用データ解析技術等を駆使し、水環境の保全・管理、物質の循環利用の促進、省エネルギー産業の構築等を考査する。さらに、現場主義の調査・実験とモデル化解析による実用的・実践的な研究を展開する。

研究概要

環境中で劣化したプラスチックがさらに微小化し生物細胞内に到達しているのか？

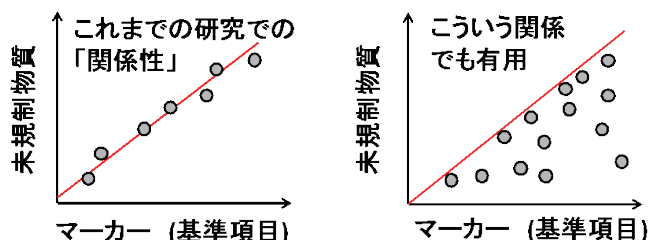
容器包装等のプラスチックは環境中で劣化、微小化し、マイクロプラスチック（数 μm ～5mm）となる。近年、多くの研究者が環境中の10 μm レベルのMPsの分析法の開発を行っている。本研究では環境中のさらに微小なナノプラスチックの分析法を開発する。劣化プラスチックの粒径が5 μm よりも小さくなった場合、気管、気管支を通り1.1 μm よりも小さくなると肺胞にまで到達する。もしそのサイズで存在していた場合、発がん性などが懸念される微量化学物質を数百万倍という高濃度で吸着し細胞内に輸送していることになる。さらに20nmよりも小さくなると生物細胞膜を透過する可能性が高い。本研究では「環境中で劣化したプラスチックがさらに微小化し、生物細胞内に到達しているのか？」というプラスチック問題の核心に迫る分析方法と試験系を確立する。

対象生物は、イタセンパラを含むタナゴ類やインギンチャクとし、屋外調査、室内実験とともにタイ王国の珊瑚礁もフィールドとする。日常生活を便利にしている物質の環境中での分布と生物影響に関する研究を環境工学の視点から展開する。



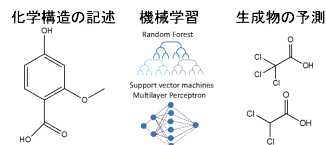
既存水質基準項目の新規有害物質のマーカーとしての妥当性評価

水道水には様々な化学物質が混入しうが、日々新たな毒性情報が提供される中で、すべての有害物質を常時モニタリングすることは不可能であり、測定しなくても多様な化学物質の濃度が十分に低いことを確認する仕組みが求められている。本研究では、健康影響が懸念される化学物質のうち、塩素処理副生成物を取り上げ、現行の基準項目や処理条件と新規有害物質との関連を調べ、新規有害物質のマーカーとしての現行の基準項目妥当性を評価する。具体的には、文献や国内の水道事業体の蓄積してきたデータを統合し、現行の基準項目が他の化学物質の大まかな目安として使えるか、使える場合の基準値レベルのあり方についてデータサイエンスの技法を駆使して議論する。



消毒副生成物の化学情報学

塩素処理やオゾン処理は、膜処理等の分離技術とは異なり廃棄物や廃液が発生しない利点がある一方で、異なる化合物（消毒副生成物）が生成する。消毒副生成物の問題は長らく水質化学の中心的課題であり、現在でもそうである。この問題の難しさは原水中の溶存有機物の複雑さに起因するが、個別物質と酸化剤の反応に関する知見を積み上げることで全体像を理解可能と考える。本研究では、様々な化合物の副生成物生成ポテンシャルのデータベースを構築し、これらに計算化学・データサイエンスの手法を適用し、計算機上である化合物が酸化処理によって対象とした副生成物に変換されるか判定する方法を構築する。



土壌・水系における有機フッ素化合物類に関する挙動予測手法と効率の除去技術の開発

私たちの身の回りには人工的に作り出された有機化合物があふれている。本テーマでは、遺伝子損傷性が強く疑われているペルフルオロ化合物類（PFASs）の600種類以上の前駆体を対象に、特定排出源であるフッ素化学工場からの排水および排気を通じた環境中への拡散防止技術を開発する。特に、沖縄県の軍事施設からの流出に着目し、北谷浄水場と協力し発生源を追跡するとともに、適切な処理方法の開発を行う。空港周辺、軍事施設周辺、大規模火災現場等から排水されたPFOS、PFOAおよび前駆体の一部は、土壌に蓄積すると予想される。PFOS系汚染土壌の代表として沖縄県の米軍嘉手納空軍基地周辺土壌を、PFOA系汚染土壌の代表として大阪府フッ素化学工場周辺を対象に土壌のコアサンプリングを行い、汚染状況の鉛直分布を明らかにする。環境浄化法、土壌浄化法を環境工学の視点から展開する。



研究室

「聞いて、見て、感じ、体験して、考える研究」をテーマに活動しています。見学や相談を希望される方は、下記まで。
 echigo.shinya.6u@kyoto-u.ac.jp 075-753-5151
 t-shuhei@eden.env.kyoto-u.ac.jp 075-753-5171
 吉田キャンパス・総合研究3号館（←中央食堂の北側、155の2F）

エネルギー環境学分野

Energy and Environment



●教授 亀田 貴之
●Prof. Takayuki Kameda



●助教 山本 浩平
●Asst. Prof. Kouhei Yamamoto

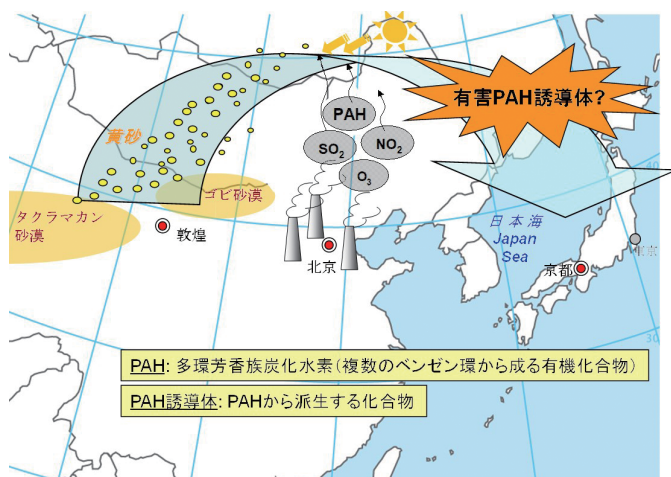
■ 大気環境科学に基づく人間活動の環境影響評価

エネルギー環境学分野では、大気汚染物質が人の健康や社会、地球環境等に与える負荷を評価するために、フィールド観測や模擬大気環境下における実験、環境モデルを用いた解析などを行い、PM_{2.5}に代表される大気微粒子（エアロゾル）等の環境中における動態を包括的に理解するとともに、安全・安心な社会の実現に貢献することを目指しています。

研究概要

大気エアロゾルの性状特性と変質過程の解明及び発生源推定

アジアでは、急速な経済発展に伴い増加している化石燃料燃焼由来の人為起源粒子に加え、バイオマス燃焼による有機炭素粒子や黄砂などの自然起源粒子が発生しており、それらは変質を受けながら拡散・輸送されていきます。これらの汚染物質は局地的な気候変動やヒトの健康に影響をもたらすことから、その性状（組成、光学特性など）や変質過程を明らかにするための観測・室内実験、統計モデルによる発生源推定を行っています。例えば、化石燃料の燃焼により生成する多環芳香族炭化水素（Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; PAH）は黄砂粒子に付着すると、有害な化合物（PAH誘導体）へ速やかに化学変化することがわかりました。実際の環境大気におけるPAHやPAH誘導体濃度を計測するとともに、スモッグチャンバーなどを用いた室内反応実験を行い、大気内反応によるPAH誘導体の生成機構等について研究しています。



黄砂表面における有害PAH誘導体生成のイメージ図

酸化能を指標とした大気エアロゾルの生体影響評価

生体内で活性酸素種（Reactive Oxygen Species; ROS）が過剰に生成すると蛋白質やDNAが酸化・損傷され、その結果さまざまな疾患を引き起こすと考えられていますが、大気粒子中にはROSの過剰生成をもたらす化学物質が数多く含まれています。そこで我々は、大気粒子や大気粒子中に含まれる化学物質のROS生成能を、ジチオスレイトール（Dithiothreitol; DTT）との反応の速さ（酸化能）をもとに評価する、「DTTアッセイ」という手法を用いて明らかにしようとしています。

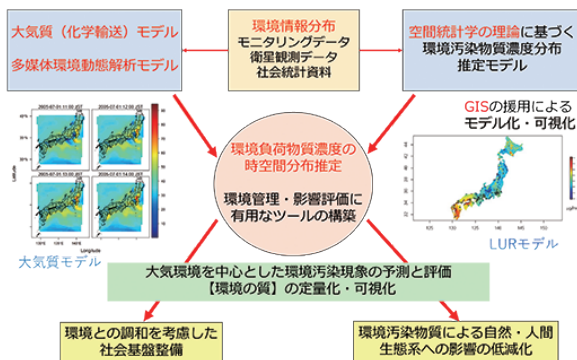
大気エアロゾル中有害化学物質の新規測定法開発

大気粒子に含まれる有害化学物質の多くは濃度が極めて低く、その

存在量や環境中の振る舞いを明らかにするためには、それらを高感度・高精度で測定する手法の確立が重要となります。そこで我々は、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）やガスクロマトグラフィー質量分析装置（GC-MS）などを利用した大気粒子中有害化学物質の新規測定法開発に取り組んでいます。

環境モデルを用いた大気環境の管理・影響評価手法の開発

大気質（化学輸送）モデルや大気圏・水圏・地圏中の環境動態をモデル化した多媒体モデルなどの環境モデルを援用して、都市域からアジア域におけるPM_{2.5}、オキシダント、重金属などの環境負荷物質の動態解析と環境影響評価を行っています。また、広域における環境汚染物質分布推定手法の一つである、空間統計学に基づく環境汚染物質の濃度分布予測モデルの開発を行い、これを用いた環境汚染現象の空間スケール（空間代表性）に関する検討も行っています。今後の発展としては、これらの数値モデルを統合することにより、大気を中心とした環境管理・環境影響評価手法の確立を目指していきます。



黄砂表面における有害PAH誘導体生成のイメージ図

研究室

研究室訪問連絡先：下記 e-mail アドレス宛へ事前に連絡のこと
 亀田 tkameda@energy.kyoto-u.ac.jp
 山本 yamamoto@energy.kyoto-u.ac.jp
 研究室 HP : <http://aerosol.energy.kyoto-u.ac.jp/>

CONCEPT

暮らしを支え、環境と調和する



断水や停電で、水道やお風呂、トイレが使えなくなった経験があると思います。もし、地震などの災害で、この状況が長期間に及んだとしたらどんな生活になるのか、想像してみてください。飲み水は出ませんし、トイレも流せません。もちろん、お風呂にも入れず、家庭ごみは溜まる一方で、またたく間に人々の生活は停止します。空気も水も同じです。“あたりまえ”と思っていることが実は高度な技術によって支えられていることに気付かされます。人は森や海、川などの環境と共に生きており、これに逆らって生きることはできません。一方で、豊かで快適な暮らしを営むためには、人が環境を守りつつ、暮らしも創っていく必要があります。

人は環境に生かされ、暮らしは人から生まれる。

地球工学科・環境工学コースでは、私たちの暮らしを、人々の環境を支えるエキスパートを世界に送り出します。人と地球の“あたりまえ”を創る、それが私たちの使命です。

RESEARCH

環境インフラ整備と環境対策の先駆者

地球工学科・環境工学コースは、明治時代からわが国における上水道や下水道、廃棄物施設の整備を担い続けてきました。近年は、より高度な上下水処理法や廃棄物の処理技術、施設の維持に関する研究を行い、人体に有害な物質の発生や影響のメカニズムの研究をリードしています。水問題や廃棄物問題は、その地域に特有であるため、世界各地での現場調査やインフラ整備も行っています。

また、大気や水・土壌環境問題に対し、技術的な面からのみではなく、法令、制度などの仕組みづくりにも貢献してきています。さらに、地球温暖化問題、3R* 問題および放射性廃棄物問題についてもこれらの問題が顕在化した当初から本格的に取り組んでおり、国や地域の政策決定にも係わるなど、わが国のみならず世界で最も優れた教育・研究環境を備えています。

* 3R: Reduce (排出の抑制)、Reuse (再使用)、Recycle (再生利用) の3つの「R」

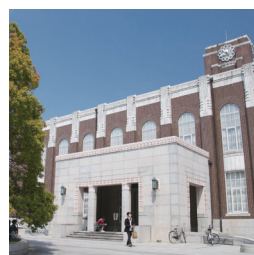


HISTORY

沿革

地球工学科は、京都帝国大学が創立した明治 30 年 (1897) に土木工学教室として設立されており、京都大学で最も歴史と伝統のある学科です。その中でも環境工学コースの前身である衛生工学科は、大学設置時から設立されていた同学科第三講座 (衛生工学) を拡充し昭和 33 年 (1958) に発足しました。いのち (生) をまも (衛) るをモットーに、環境インフラの整備や公害の解決など、人々の豊かな生活を支える学問として発展し、わが国のみならず世界からも高い評価を得ています。

- 1897 年 京都帝国大学創立と同時に理工科大学が開校され、土木工学科第三講座 (衛生工学) 設置
- 1947 年 京都帝国大学を京都大学と改称
- 1953 年 京都大学大学院工学研究科設置
- 1958 年 土木工学科を母体に衛生工学科設置
- 1963 年 京都大学原子炉実験所 (現 複合原子力科学研究所、大阪府泉南郡熊取町) 開設にあたり研究室を配置する
- 1977 年 京都大学環境保全センター (現 環境安全保健機構、吉田キャンパス) 開設にあたり研究室を配置する
- 1985 年 京都大学工学部附属環境微量汚染制御実験施設 (現 流域圏総合環境質研究センター、滋賀県大津市) を開設し研究室を配置する
- 1996 年 衛生工学科など 4 学科を地球工学科に改組する。エネルギー科学研究科設置にあたり研究室を配置する
- 2002 年 地球環境学大学院 (地球環境学堂・学舎、吉田キャンパス) 設置にあたり研究室を配置する
- 2003 年 都市環境工学専攻の発足
- 2005 年 環境工学コースの学外拠点として中国深圳に京都大学 - 清華大学環境技術共同研究・教育センターを設置
- 2008 年 環境工学コースの学外拠点としてベトナム、マレーシアに海外拠点を設置
- 2018 年 衛生工学科創立60周年記念事業を実施



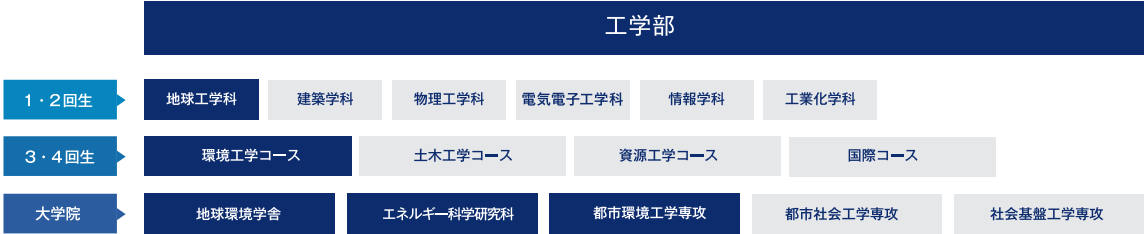
COURSE

コース紹介

未来の環境づくりに取り組む環境工学コース

地球工学科・環境工学コースは、人々が豊かで快適な生活を営むため、地域・地球の環境整備に関する研究・教育を行うコースです。地球工学科には185名が入学し、1～2回生で基礎科目を学習し、3回生から環境工学、土木工学、資源工学、国際コースの4コースに分かれ、専門科目を学びます。このうち環境工学コースの定員は38名です。環境工学コースで学びたいと思う人は、まず工学部地球工学科を受験して下さい。また、高等専門学校からの編入試験で入学した人は、地球工学科2回生へ編入することになります。

環境工学コースを卒業した人のほとんどは、京都大学内の大学院である工学研究科・都市環境工学専攻、地球環境学舎およびエネルギー科学研究科に進学します。

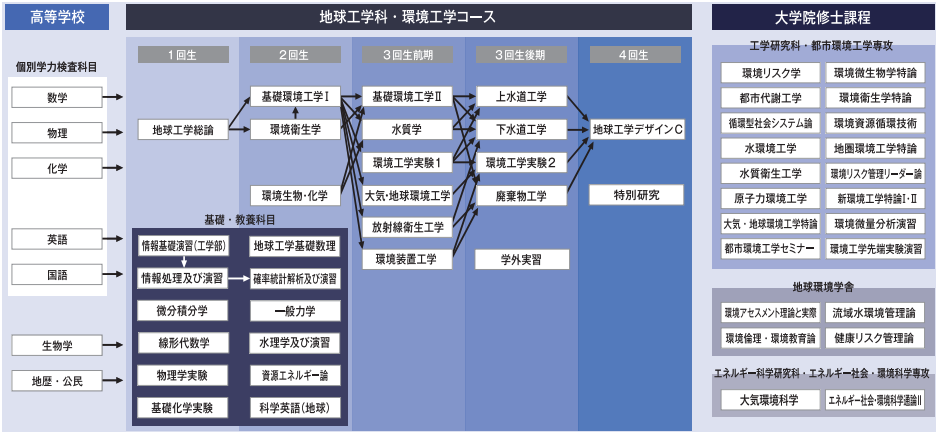


CURRICULUM

カリキュラム紹介

1回生および2回生では、教養科目と工学の基礎科目を履修します。これらの科目は京都大学の学部あるいは地球工学科全学生に向けて開講されており、高等学校で学んだ科目や入学試験科目で学んだ知識をさらに深めます。

3回生および4回生では、環境工学に関わる専門科目、実験・演習科目があり、環境インフラ施設の整備や環境問題に対処するための技術や知識を習得します。



3回生の選択科目には学外実習（インターンシップ）があり、企業や中央省庁・自治体、NGOなどで実務を体験することができます。4回生の科目には、各人別々のテーマの特別研究（卒業研究）があります。特別研究では成果を学士論文としてまとめることで、学士（工学）の学位を取得します。

世界に羽ばたく！

京都大学地球工学科は、大学専門別の世界ランキングで13位（QS World University Rankings）とされています。京都大学の世界ランキングは35位ですから、その中でも地球工学科は特に優れた教育・研究活動を行っていることを示しています（2018年）。

中国、ベトナム、マレーシア、タイに環境工学コースの海外拠点を設置しており、現地でのインターンシップや特別研究を実施しています。海外からの短期交流学生の研修や海外大学との勉強会なども、積極的に行っています。海外の教職員・学生と切磋琢磨して国際感覚を養いながら、世界に羽ばたく教育・研究環境を構築しています。





京都大学工学部地球工学科環境工学コース

〒606-8501

京都市左京区吉田本町 京都大学工学部地球工学科事務室

TEL: 075-753-5150

E-mail kouhou@env.kyoto-u.ac.jp

URL <http://www.s-ge.t.kyoto-u.ac.jp/env>



京都の人気観光スポットのひとつ、南禅寺の境内にある赤レンガ造りの水路閣。この風情溢れる水路橋は、本学科で教鞭を執っていた田辺朔郎が造っている。今も名所として人々に愛され続けているのは、技術の高さだけではなく、「環境との調和」を当時から考え、それを景観に反映したからです。快適性だけでなく、豊かな暮らしを支える。そんなロマンと志を持った皆さんをお待ちしています。