

## [003]附属環境工学研究教育センター研究活動報告

<https://doi.org/10.15017/4485660>

---

出版情報：附属環境工学研究教育センター研究活動報告. 3, 2021-06-30. Center for Research and Education of Environmental Technology, Faculty of Engineering, Kyushu University

バージョン：

権利関係：

## 2. 研究活動の記録



## 2-1. グローバル課題研究ハブ

### 2-1-1. 有害廃棄物の安定化に関する研究（出光研究室）

（研究目的） エネルギー資源の有効利用により持続可能型社会を実現するため、高度な核燃料サイクル技術の確立を目指し、軽水炉・高速炉燃料および破損燃料の物性評価、放射性廃棄物の処理処分技術の開発等に関する研究を行っている。

（研究概要）

#### 計算化学を用いたアクチニド核種の粘土中での拡散挙動評価（有馬）

東日本大震災による原子炉過酷事故においては、核燃料や被覆管、その他構造材が溶融し、一部の原子炉では格納容器にまで到達していることが明らかになりつつある。放射性核種の一部（Cs, Sr 等）は東北・北関東地域を中心に広範囲に飛散し、サイト内からは放射性核種を含む汚染水も大量に発生した。一方、発電用原子炉から発生する高レベル放射性廃棄物や核燃料の長期安定な処分システムの性能評価は従来からの課題となっている。この研究では、処分システムを構成する緩衝材や土壌に多く存在する粘土鉱物として主にモンモリロナイトを対象に、量子化学計算や分子動力学計算を使って、ミクロな視点からウラニルイオンやネプツニルイオンの粘土中での吸着・拡散挙動の評価を進めている。

（株）QJサイエンス及び JAEA 受託研究）

#### 大規模核燃料取扱施設の廃止措置技術の開発（有馬）

原子力発電所の老朽化に伴う廃炉やウラン濃縮施設の廃止など、今後大規模核燃料取扱施設の解体・処分が計画されている。ここで鍵となるのは、効率的かつ安全に施設解体・処分を可能にする技術の開発である。この研究では、施設の解体に伴って発生する大型装置や構造材の一部に対して、レーザー照射技術を使って、汚染した表面だけを効率的に除去することのできる除染技術（レーザークリーニング）の開発を行っている。特に、レーザー照射時の材料表面の変化を高速度カメラを用いて撮影し、適切なレーザー照射条件（出力、パルス長等）を導き出すことを目的として研究を進めている。（JAEA 共同研究）

#### ガラス固化体の長期溶解／変質と核種浸出の速度論的評価（稲垣）

使用済核燃料再処理過程で発生する高レベル放射性廃液はホウケイ酸ガラスで固化され、オーバーバック（炭素鋼）や緩衝材（ベントナイト）の人工バリアを配して深地層中に処分される。この地層処分の性能評価ではガラス固化体の数万年以上にわたる超長期の核種保持性能（浸出挙動）を評価する事が必要であり、地下水との接触によるガラス固化体の溶解／変質についてこれまで多くの研究が行われている。しかし、その反応は複雑であり、十分に信頼性の高い評価には至っていないのが現状である。例えば、ガラス固化体の溶解速度はガラス組成に加えて接触する地下水の pH や組成、温度、共存物質との相互作用等の環境条件により大きく変化する。また、ガラス固化体は溶解とともに安定なケイ酸塩鉱物へ変質し、この鉱物化過程はガラス溶解速度や核種浸出挙動と密接に関係するが、その詳細は十分に理解されていない。そこで、米仏英独等の研究機関と共同して国際標準 6 成分ガラス固化体試料を開発・作製し、新たに開発したマイクロリアクタ流水試験法を用いたガラス固化体の溶解／変質実験による様々な環境条件でのガラス溶解速度の精密測定から、ガラス固化体の溶解機構評価を含む速度論的評価を進めている。（基盤研究(B)、原子力発電環境整備機構共同研究）

## 福島第一原発事故で発生した各種廃棄物の適切な処理・処分に関する研究（出光・稲垣・有馬）

福島第一原発事故の汚染水処理で発生した大量のCs吸着ゼオライト廃棄物や炭酸塩スラリー廃棄物等を安全で効率的な保管・処分に適した形態に処理する方法として熔融ガラス固化が検討されている。熔融ガラス固化では、熔融温度やガラス融剤の種類／添加量等の熔融ガラス固化条件が固化体の減容率やCs残存率、化学的耐久性といった諸特性に大きく影響し、さらには廃棄物最終処分の安全性や合理性にも影響する。そこで本研究では、熔融ガラス固化条件と固化体の諸特性との関係を明らかにする事を目的として、各種廃棄物の混合割合、ガラス融剤の種類／添加量、熔融温度／時間等をパラメタとしてガラス固化処理を行い、固化体の組織均一性、Cs残存率、熱伝導率、化学的耐久性および熔融時のガラスの粘性率等の固化体の諸特性の評価を実験と計算化学の両面から進めている。（(株)IHI受託研究）

また、事故後の原子炉内に堆積する燃料デブリの取出し、保管、処理、処分を安全かつ効率的に進めるために必要な燃料デブリの化学的特性の基礎評価として、デブリの水への溶解速度を各種の環境条件において正確に測定・評価する研究を進めている。（文科省受託研究）

## ベントナイト中の鉄腐食生成物、ヨウ素、セレン、アクチニド元素の移行挙動（出光）

ベントナイト（粘土）は、高レベル放射性廃棄物処分システムにおいて緩衝剤として使用されることが予定されている。緩衝剤中の放射性核種の移行挙動は、処分場の安全評価のために必要不可欠の情報である。ベントナイトは層状構造をしているが結晶構造の欠陥により負に帯電している。この電荷を補償するため層間に陽イオン（ナトリウム）を保持している。多くの元素はこの層間をナトリウムとイオン交換しながら移行するものと考えられる。本研究では、拡散実験や、電気化学的移行実験によりベントナイト中の陰陽両イオンの移行挙動を明らかにすることを目的とし、還元環境下でのベントナイト中の鉄腐食生成物、ヨウ素、セレン、アルカリ元素、アルカリ土類元素、ランタニド元素、プルトニウムの拡散係数と分散長を電気泳動試験により得ている。今年度はオーバーパック候補材料である銅に着目し、銅の腐食に伴いアクチニド元素の拡散の影響について試験を進めている。銅片にPu、Npを塗布し、銀/塩化銀に対して300mVで陽極腐食させつつ乾燥密度1.0 Mg/m<sup>3</sup>の精製ベントナイトへの拡散実験を実施した。銅はベントナイト中に移行したが、Npの拡散遅延は見られず、Puの移行も認められなかった。この予備的実験条件では、Np、Pu共に銅腐食生成物の影響を受けていなかった。また、Np、Puに関しては、炭酸イオンの影響を調べるための試験を実施した。プルトニウムと重炭酸ソーダを混合したものをベントナイト試料に塗布し拡散を1年間行った結果、わずかにベントナイト中に移行は認められたが、極微量であり、拡散係数も10<sup>-15</sup> m<sup>2</sup>/s以下の小さなものであり、また、Npは、炭酸濃度が高くなるにつれて、拡散係数は遅くなる傾向が見られ、ベントナイトによるろ過効果が確認された。

また、本年度から文部科学省・東北大の受託研究で、デブリからの微量元素の浸出試験に関する研究を始めた。本年度は、核燃料開発(株)で作製されたCe、Fe酸化物模擬デブリを用いたマイクロチャンネル流水試験を実施し、時間と共に浸出速度が遅くなる現象を観察し、初期に小さな粒径のものから溶解していく様子を確認した。

## 2-1-2. 「元素戦略」に基づいた環境調和型社会への取り組み（林研究室）

固体・物性化学を軸に、様々な合成技術を駆使して、環境・エネルギー・エレクトロニクス分野に貢献する、セラミックスを中心に新しい機能性材料を創出することを目指しています。セラミックスは、一般にありふれた原料から作られる環境調和性の高い材料であり、化学的安定性と多彩な機能性の両立を生かした応用がなされています。H28年度からは、科学研究費・新学術領域「複合アニオン化合物の創製と新機能」に、中心研究グループの一つとして参画しており、他大学の研究グループとの連携・共同研究を活発に行っています。

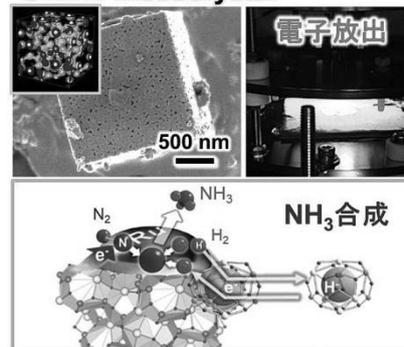
### ・複合アニオン化合物の創製と新機能

従来の金属カチオン中心の結晶構造設計に対し、アニオン中心の無機材料設計を行う複合アニオンという概念を提唱し、新たな配位構造による新しいセラミックス材料の創製と新機能の創出を目指します。林教授は、解析班・班長として、アニオン配位・結合・秩序の可視化を担当しています。



$12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$  (C12A7)やその派生結晶は、様々なアニオンを取り込むナノ空隙構造を持ち、これに起因したマルチタレント材料となる複合アニオン材料です。この空隙に活性なH-イオンを取り込んだものは、紫外線照射によって絶縁体から電子導電体に変化する機能性を、電子自体を取り込んだエレクトライドは電子の放出・注入のための優れたカソード材料やユニークな触媒担体になります。

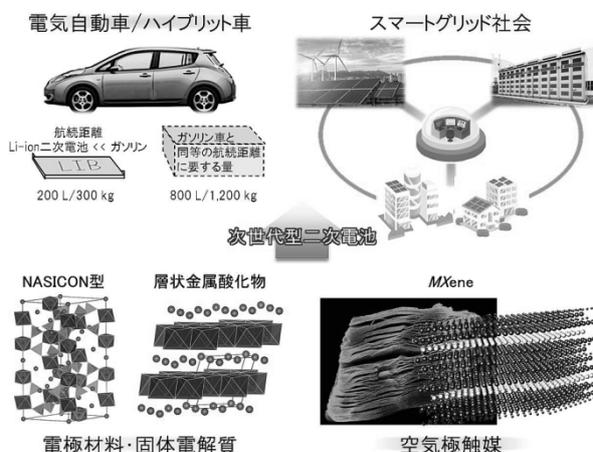
C12A7 mesocrystal



### ・次世代型二次電池の開発

(ナトリウムイオン二次電池・マグネシウム二次電池・金属-空気二次電池など)

将来のスマート・グリッド社会に不可欠な高エネルギー密度の次世代型二次電池を実現するために、セラミックスを基軸にした要素技術を開拓します。二次電池には、要素部材として、高速ナトリウムイオン伝導性セラミックス、ナノ構造カーボン・酸化物・金属からなる電極、有機電解液などの多様な材料が含まれます。各部材に関して、導



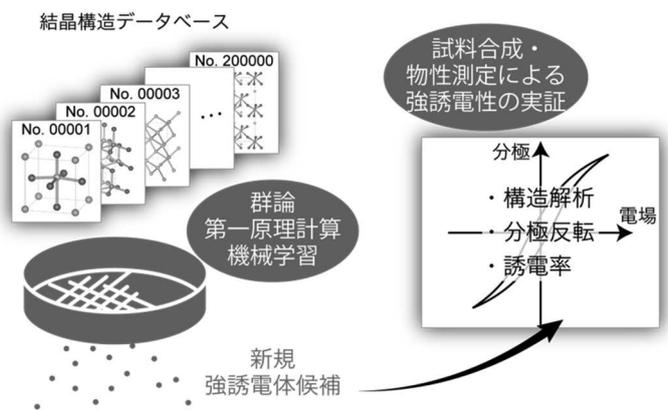
電性やイオン伝導性の向上が鍵であり、結晶構造・粒子形態のデザインを通して、二次電池の高性能化を目指すことが重要です。

ナトリウムイオン二次電池やマグネシウム二次電池の固体電解質や電極材料の開発、全固体電池に向けた応用研究を行っています。

### ・材料インフォマティクスに基づく環境調和性の高い強誘電・反強誘電体材料探索

強誘電体および反強誘電体は、圧電性、電気エネルギー貯蔵、光電気エネルギー変換など多彩な性質を併せもつことからセンサ、アクチュエータや光学素子などの多種多様なデバイスに利用されている。現在多くの圧電素子に使われている材料は  $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$  という酸化物であり、 $\text{Pb}^{2+}$ の非共有電子対や

$\text{Zr}^{4+}$ 、 $\text{Ti}^{4+}$ の空の d 軌道といった、構成元素のもつ特異な電子状態が強誘電性の起源となっている。近年は、鉛などの毒性の高い元素を含まない、環境調和性の高い（反）強誘電材料の開発が要求されているが、その材料設計指針は確立されていない。そのため、既存の（反）強誘電体の延長線上にない革新的な材料の開拓や、物性発現機構

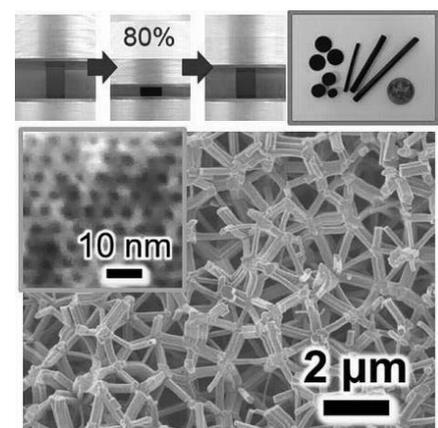


の体系化が求められている。そこで、本研究室では、材料インフォマティクス的手法により、結晶構造データベースに埋もれている新規（反）強誘電体を見出し、それらを実際に合成し構造・物性評価を行い、（反）強誘電メカニズムを解明するという方法論の確立を目指して研究を行っている。

### ・多孔性架橋高分子ゲルの細孔構造制御と機能性炭素材料への展開

高分子の重合系に、添加物を加えることで相分離を引き起こし、その過渡的構造をゾルーゲル転移により、ゲル中に固定化することで、狭い細孔径分布を有する多孔性高分子ゲルを作製することができます。このような構造を有する低密度材料は、高強度かつ柔軟な低密度材料として、衝撃吸収材や断熱材として期待できます。

また、得られた様々な樹脂を炭素化することで、異なる細孔構造・表面特性をもつ炭素材料へと変換することができ、吸着材や触媒・電極への応用を目指しています。



## 2-1-3. アジア・アフリカ地域における環境配慮型鉱物資源探査の推進（今井研究室）

1. アジア・アフリカ学術基盤形成型、代表、国際メンターによる鉱物・地熱資源若手研究者の協働育成と新世代ネットワークへの移行

日本学術振興会：研究拠点形成事業（2020～2022年度）

コーディネーター：米津幸太郎（九州大学）

国内参加研究者：今井亮（九州大学）、高橋亮平（秋田大学）、実松健造（産総研）、中西哲也（九州大学）、大竹翼（北海道大学）、Tomy RIVAI（産総研）

九州大学大学院工学研究院・地球資源システム工学部門の応用地質学研究室がこれまでにさまざまなプロジェクトにより交流を築いてきたネットワークを基礎にアジア間、アフリカ間、アジア・アフリカ間の相互ネットワークを若手研究者の育成を含めて構築するプログラムで、現地大学・研究機関との国際共同研究として行うことで、若手研究者の地球資源分野、特に鉱物資源・地熱資源分野における国際教育を兼ねた学際的な研究を行っている。本プロジェクトは2011～2013年度、2014～2016年度、2017年度から2020年度に引き続き、日本学術振興会により採択されているものである。

2. NEDO 地熱発電技術研究開発／地熱エネルギーの高度利用化に係る技術開発／酸性熱水利用のための化学処理システム開発 分担（機関代表） 代表：西日本技術開発（H30～R3年度）

機関代表者：米津幸太郎 連携機関：西日本技術開発（株）、富山大学

2014年4月に「エネルギー基本計画」が閣議決定され、その中で、地熱発電は2030年までに設備容量155万kW（2012年度実績53万kW）、発電電力量113億kWh（2012年度実績26億kWh）の導入拡大が掲げられている。2011年の東日本大震災以降、再生可能エネルギー導入拡大が望まれる中、世界第3位となる地熱資源を有する我が国では、ベース電源として活用可能な地熱発電が大きな注目を集めている。また、温室効果ガスの2030年度の削減目標を日本政府は2013年度と比べて46%の削減を目指すとしており、この側面からも地熱発電にかかる期待は大きい。

地熱発電所では、地下数kmに存在する地熱流体を生産井から湧出させて、蒸気と熱水に分離し、その蒸気で発電を行い、熱水は還元井を通して地下へ還元されている。この際、熱水のpHは多くの発電所では中性付近であるが、pH3（室温値）以下の酸性熱水を噴出している生産井も存在している。酸性熱水が噴出すると地上設備の配管の腐食が生じると共に、中性熱水との混合によるスケールが配管やセパレータや還元井周辺地層内に多量に生成する。このため、現状では酸性熱水は厄介な地熱資源とされている。そこで、本プロジェクトでは、この酸性熱水による配管腐食やスケール析出を防止する化学処理技術や配管被覆技術を中心に開発を行い、未利用酸性熱水の有効活用を図るもので、生産井-地上配管-還元井まで考慮した酸性熱水利用に適した効率的で経済性の高い最適な化学処理システムを構築することを目標としている。

これまでに、酸性熱水の中和時に起こりうる化学反応についての室内実験及び現場試験（八丁原地熱発電所）では、pHがある領域になることで流体の濁度が急激に増加し、沈殿

物の量も増えることから、その領域に達する前の pH に適切にコントロールすることで、少なくとも沈殿物の量はコントロールできることがわかってきている。また、金属板を熱水中に浸漬させ、金属板表面に付着した物質の SEM-EDX・LA-ICP-MS・AFM による定性・定量的な評価に基づく、テストピースによる各種熱水のシリカスケール生成能評価法の確立に向けての研究開発を進めている。酸性熱水の中和手法の開発にも着手し、水酸化ナトリウム以外の弱塩基やキレート剤による金属イオンのマスクング効果、緩衝溶液の利用による局所 pH 上昇問題の改善などを組み合わせた新たな pH 調整手法の開発の現場実証段階まで来ており、2021 年度はこれら開発した技術を結集させての現場試験を予定している。

## 2-2. インターフェース課題研究ハブ

### 2-2-1. 身近な原料を用い大規模汚染を防止する 環境浄化材料の開発（原研究室）

機能性有機高分子ゲルを作製し、これを用いて有害重金属やレアメタル等有用元素を高効率に吸着・脱着する研究を行っている。この研究によって、工場などからの廃液を浄化し、資源として重金属を回収することが可能になり、さらには希薄に海水に溶存する有用元素を捕集することが可能になると期待される。また、その周辺研究として、地球環境をはじめとする非平衡開放系を理解するための基礎研究、環境応答アクチュエータを目指した機能性材料の基礎研究、環境評価を目的とした植物の光学的計測の研究も行っている。以下令和2年度の実績について項目別に述べる。

#### レアメタル・重金属を吸着・脱着する機能性材料開発

重金属を含む工場廃液は凝集沈殿され、発生したスラッジ（汚泥）から重金属の分離が困難であることから、スラッジは埋め立て処分され、処分場の不足、環境中への再漏洩が問題となっている。また、重金属は有用な資源であり、埋め立て廃棄による資源の枯渇が懸念されている。そのため、重金属の分離・再利用を目指し、アクリルアミドを主鎖とするゲルに強酸・強塩基の末端を持つモノマーを導入し、陽・陰重金属イオンを同時に吸着させるための研究を行い、以下の様な成果を得た。

作製したゲルは主鎖 Acrylamide (AAm)、強酸性 Sodium p-Styrenesulfonate (SS)、強塩基性 N,N-Dimethylaminopropyl Acrylamide (DMAPAA)、架橋剤 N,N'-Methylenebisacrylamide (BIS)を異なる比率で水溶液として混合し、重合開始剤 Ammonium Persulfate(APS)を加えて、50℃24時間で加熱重合したものである。

これを図1の様に pH1~4の4段階に調整した Ni(II)と Cr(VI)の混合水溶液に72時間浸漬させて、ゲルを取り出し、マイクロ波試料前処理装置にて液化後、ICP-MSを用いて各元素の濃度を測定し、吸着量を算出した。また、吸着後のゲルを水酸化ナトリウム(3M)と硝酸(3M)の溶液に浸漬させて各イオンを脱着、それぞれの残存溶液と脱着後のゲルの元素濃度を測定し脱着の程度を調べた。

図2に示した様に、Ni(II)と Cr(VI)

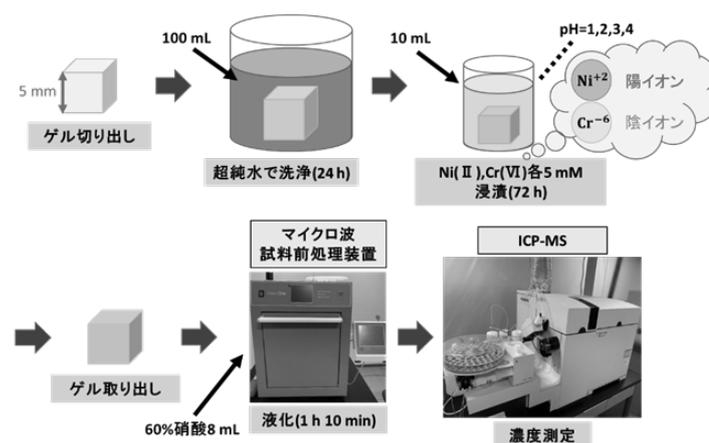


図1 実験手順

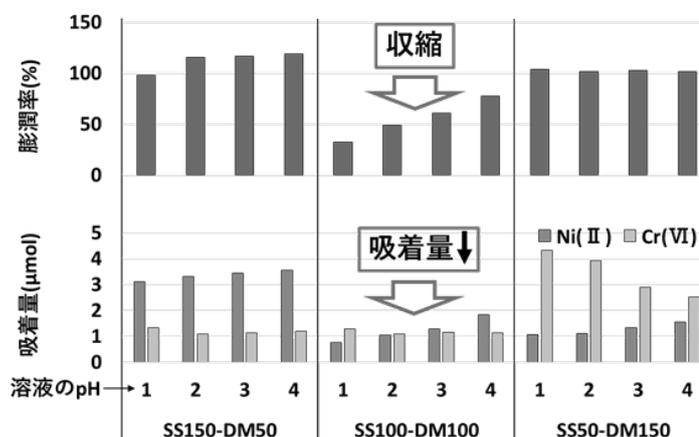


図2 両極性ゲルの膨潤率と吸着量  
試料名数字は各吸着基のモル濃度(mM)を表す

の吸着量が吸着基の濃度変化に従って変動していることから、SS と DMAPAA の吸着能力が確かめられた。ただ、例外的に SS と DMAPAA を同比率で導入したゲルで吸着量が減少し、吸着阻害が確認された。これは図に示したゲルの膨潤率と吸着量の相関から、吸着に伴うゲルの収縮によって吸着基間の距離が縮まり、吸着基同士の相互作用が発生したことに原因があると考えられる。

強酸の SS と強塩基の DMAPAA を含む両極性ゲルでの陽・陰重金属イオンの同時吸着を高効率で実現するためには、吸着基同士の相互作用を抑えるための方法（ゲルの剛直化等）をさらに模索する必要がある。その一方で、DMAPAA のゲル内部を塩基性に保つ機能によって陽イオンを金属水酸化物として捕集できることが分かった。これによって、DMAPAA のみを導入したアクリルアミドゲルによる陽・陰重金属イオンの同時吸着が実現可能であるという成果を得た。

#### 液晶を用いた乱流と多孔質媒質の輸送現象の研究

地球環境をマクロなスケールで見ると、エネルギーの注入と散逸が存在する非平衡開放系である。そして、非平衡開放系の秩序構造である散逸構造とそのマクロ揺動によって、局所的な秩序構造と大局的な無秩序構造が共存した弱い乱流状態にある。弱い乱流は、強く発達した通常の乱流と比べて、輸送現象など解明されていない点が数多くある。そこで、弱い乱流の実験に最適な液晶電気対流をモデル系として、弱い乱流の発生機構や物質輸送（乱流拡散）の実験研究を行った。その結果、発生機構や乱流構造のシステムサイズ依存性が明らかになった。また、ブラウン運動や電気伝導とのアナロジーから、乱流拡散の物理的性質を明らかにした。

一方、液晶中に高分子ネットワークを作製し、液晶の非平衡構造が高分子ネットワークから受ける影響についての研究も行っている。これは、近年機能性材料として活発な研究が行われている液晶/高分子複合系を、非平衡状態へ拡張したものである。また、高分子ネットワーク中の液晶電気対流は、地球資源採集と密接に関係する多孔質媒体系の流体輸送とみなすことができる。とくに今年度は、対流による電流（電気ヌッセルト数）を測定することにより、高分子ネットワークが対流輸送現象に与える影響を明らかにした。

このような現象の解明が進むことによって、地球環境がその代表例である非平衡系の輸送現象を理解するための基礎的知見が得られることが期待される。

#### 液晶エラストマーによる環境応答材料の開発

環境応答ソフトアクチュエータは省エネルギーに寄与するため今後益々ニーズが高まると考えられ、我々は、その候補である高分子ネットワークと液晶分子が結合した液晶エラストマー(LCE)の研究を進めている。今年度は、弾性率温度変化の異方性を調べ、液晶分子と高分子ネットワークの相互作用の温度変化によって、その力学特性の成り立ちについてより深い理解を得ることが出来た。また、液晶分子の回転によるドメイン境界が変形に影響を与えることを見いだした。

#### 極微弱生化学発光測定によるマイクロ波ストレスの評価

昨年度に引き続き、細胞呼吸の副産物である活性酸素を起源とする極微弱生化学発光（通称生物フォトン）の分光によってマイクロ波によるストレスの特徴を調べた。ジュール加熱と比較すると、強度の増加する波長帯が異なっており、関連する生化学反応が異なることが示唆された。生物フォトンは強度が小さく、それを分光すると益々バラツキが大きくなるため、今後積算時間を延ばした実験で詳細を検討する必要がある。

## 2-2-2. 漂流漂着ゴミによる越境汚染の研究（清野研究室）

漂流漂着ゴミは、海洋環境問題として地域間、国際の“越境汚染”問題となっている。その原因は陸上の廃棄物の拡散であり、対策は人間社会のシステムの変革が必要なことも知られてきた。しかし散乱ごみの発生抑制は国内外で顕著な進展がなかった。しかし 2015 年からの持続可能な開発目標（SDGs）に目標 14 海洋が位置づけられ、2018 年には国連はじめ主要な国際会議の議題となり、2020 年には大阪ブルー・オーシャン・ビジョンへと国際協調と各国の変革へと進展した。

当研究室は、海岸を中心に、河川の流域から外洋までの水域環境の調査研究を行ってきた。海ごみ問題は、まさに河川から外洋に連続する汚染であり、循環型社会への変革なくしては解決しない包括的な環境問題である。

当研究室は、以下のような地域社会の自然の管理の視点から調査研究、教育普及を継続している。

- ・海ごみの発生源調査と海岸生態系、地域社会への影響の現地調査。国内外の多様な主体の協働による解決の提案（九州西部海域）：図 1

- ・世界遺産に指定された海域の海ごみなど環境管理計画作成（宗像、五島）

- ・環境 DNA メタバーコーディングによる沿岸や流域の生態系のモニタリング（対馬、五島、糸島、筑後川）。環境 DNA 学会の DNA マニュアル（日英）の執筆と公表、継続的な改訂。：図 2

- ・砂浜と干潟の土砂管理と ECO-DRR（生態系を活かした防災）と管理政策

- ・海洋保護区、ジオパークへの地域知と科学知を活用した地域振興。参加型調査による地域振興の基礎研究（島嶼地域）：図 3

- ・国際的な絶滅危惧種カブトガニの生息地保全・再生（今津、曾根の干潟）：図 4

- ・災害からの復興での地域知の活用。制度的課題の研究（東北太平洋沿岸、九州北部山間地）

海ごみ問題の解決には、地域～全国～国際の連続的な対策と合意形成が必要である。当研究室では、地域社会での自然観察会や九州水フォーラムの企画開催や、政府の海岸等の政策、生物多様性・水・市民参加に関する国際条約関係会議にコミットしている。2020 年度は、日本財団海と日本プロジェクト 2020 の一環として、九州大学での海洋教育プログラムづくりの「九州大学うみつなぎふくおか」を形成し、活動を開始した（センターのニュースレター参照）。



図 1 大量の漂着ごみ（対馬西岸）

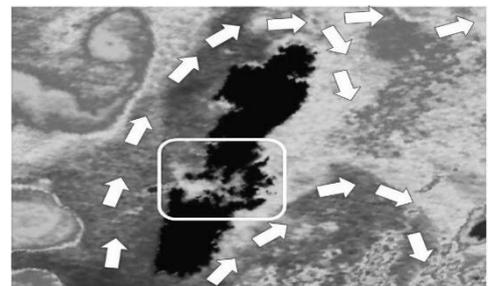


図 2 対馬沿岸の環境 DNA モニタリング。水温分布と生態系の対応。



図 3 島嶼の溶岩台地の円畑（五島）



図 4 カブトガニ生息地の保全・再生

## 2-3. ローカル課題研究ハブ

### 2-3-1. 廃棄物の適正処理および循環資源化に関する研究（島岡研究室）

持続可能な社会・循環型社会の実現に学術面から貢献することを目指し、廃棄物の循環資源化および環境安全性、経済性の高い廃棄物処理処分技術の開発に関する研究を行っている。実社会に適用できる研究成果を追求し、産官学の連携による研究を基本としている。また、巨大地震や豪雨などの大規模自然災害が多発している現状を踏まえ、被災地の早期復旧・復興のために、大量に発生する災害廃棄物を迅速かつ円滑に処理する災害廃棄物処理システムの開発に関する研究を行っている。さらに、近年のアジア圏における経済発展とそれに伴う深刻な環境破壊は、我が国の環境にも看過できない影響を与えつつある。そこで、アジア圏特有の環境・状況を踏まえた廃棄物の適正処理および循環資源化技術の開発に関する研究を海外の政府、大学と国際的に協力しながら行っている。

表 1 に令和 2 年度の研究課題を示す。以下では、それらの中の 2 つの研究課題について内容を紹介する。

#### (1) 都市ごみ焼却灰からの水素回収システムに関する研究

都市ごみ焼却灰と水を混合すると水素ガスが発生する。このことは広く知られており、清掃工場の灰ピットでは発生した水素による爆発が起こらないように換気などの注意が払われている。水素ガスの発生機構は次の通りである：焼却灰と水が接触すると、水が高アルカリ化し、その高アルカリ水が焼却灰に含まれる金属アルミニウム（図 1 参照）と接触すると、水和反応が起こり、水素ガスが発生する。

表 1 令和 2 年度研究課題

研究課題	資源循環	最終処分	IoT	プラスチック	災害廃棄物	開発途上国	土壌汚染	環境計画・評価
都市ごみ焼却灰からの水素回収システムに関する研究	●							
魚滓を有効利用した都市ごみ焼却飛灰中の重金属の不溶化	●							
粉殻灰由来のシリカゲルを用いた都市ごみ焼却飛灰中の重金属の不溶化	●							
都市ごみ焼却灰の開水路分級技術の開発	●	●						
閉鎖された最終処分場からの資源回収に関する研究	●	●						
焼却残渣固化式処分システムの環境安全性の実証に関する研究		●						
廃棄物埋立地のIoT化のためのごみ電池による電源確保に関する研究		●	●					
廃棄物埋立地のモニタリングのための無線通信技術に関する研究		●	●					
海面処分場における廃棄物固化式処分システムの適用に関する研究		●						
海面処分場における受入方法の改善による汚濁負荷軽減策の検討		●						●
廃棄物埋立地における遮水シートの耐久性評価		●						
ジオシンセティックスを用いたキャッピングによる廃棄物埋立地の雨水浸透制御		●						
気候変動に伴う極端豪雨が埋立廃棄物の安定化に及ぼす影響		●				●		
有機物主体埋立廃棄物の分解特性に及ぼすガス抜き管配置の影響		●				●		
準好気性埋立地の機能改善に関する研究		●				●		
都市ごみ溶融飛灰の最終処分の最適化に関する研究		●						
産業用プラスチック資材のマテリアルフロー・ストック推定				●				●
土木用不織布から発生するマイクロプラスチック・ファイバーの定量				●				●
河川底質中のマイクロプラスチックの計量、計数に関する研究				●				●
災害廃棄物処理マネージメントシステムに関する研究					●			●
島嶼地域における廃棄物処理事業のライフサイクルアセスメント						●		●
高濃度の水銀・セレン汚染に適應できる土壌溶媒洗浄技術に関する研究							●	

本研究は、この都市ごみ焼却灰と水の混合により発生する水素ガスに着目し、爆発危険物として忌避するのではなく、この水素ガスを積極的に発生させて、回収し、エネルギー源として有効利用することを目指すものである。水素回収システムのライフサイクルアセスメント、短時間で大量の水素を発生させるための水素ガス発生促進方法、水素ガス発生後の残渣および廃液の有効利用に関する研究を行っている。

## (2) 廃棄物焼却残渣の固化式処分システムの開発に関する研究

我が国では、焼却処理が普及し、可燃ごみのほぼ全量が焼却処理されている。そのため、最終処分場で埋立処分されている廃棄物は不燃物主体であり、その約 8 割は焼却残渣である。一方、我が国で採用されている埋立地の基本構造は有機物の好気性分解を行うのに有効な準好気性埋立構造である。埋立廃棄物が不燃物主体となった今日において、埋立地の構造上の特長と埋立廃棄物の質が整合していない状況にある。

当研究室では、焼却残渣の埋立処分に適し、かつ高付加価値を有する新たな埋立処分方法として、「固化式処分システム」を提案している。具体的には、焼却残渣にセメントと適量の水を添加して混練し、混練物を埋立地に敷均し、高周波振動を与えて振動締固め（超流体化）を行い、養生することにより、焼却残渣を固化地盤として埋立処分するものである。固化式処分の適用により、埋立地の環境安全性の向上、維持管理期間の短期化（コスト低減）、埋立容量の消費の抑制（埋立地の延命化）、跡地の高度利用などが期待されている。

本研究では、焼却残渣固化式処分システムの実用化を目指し、様々な性状を呈する焼却残渣に適応することができる固化式処分に適する配合の設計手法の確立に関する研究、固化式処分の実証施工（図 2 参照）、固化式処分場の長期的な耐久性および環境安全性に関する実証研究、固化式処分システムの経済性に関する研究を行っている。

## (3) その他の研究

研究室のホームページ（※）に研究紹介を掲載している。そちらをご覧ください。

※資源循環・廃棄物工学研究室ホームページ：<http://env.doc.kyushu-u.ac.jp/>

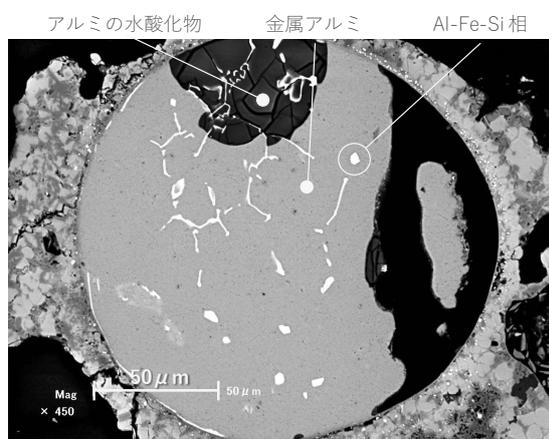


図 1 焼却灰中の金属アルミニウム(SEM 画像)



図 2 固化式処分の実証施工

(混練物を敷均した上に振動板を当てて締固めている様子)

## 2-3-2. 環境と防災の融合研究（新しい Eco-DRR への挑戦）（三谷研究室）

望ましい地圏環境創出のための新しい体系の確立を目的として、地圏の開発・利用のあり方、さらには、これらが自然環境や社会環境に及ぼす影響の総合的な評価および環境と調和した開発や建設技術のあり方について研究を行っている。特に最新の情報技術である地理情報システム（GIS）を積極的に活用した研究を展開している。具体的な研究の領域としては、「地圏環境」、「地下開発」、「災害の予測・防災」、「維持管理」、「国土保全」を柱とする。

### 1. CO<sub>2</sub> 地中貯留のための岩石の透過・貯留特性の研究

CO<sub>2</sub> 排出量の増加は世界的な問題となっている。そこで注目されているのが、CO<sub>2</sub> 地中貯留技術（Carbon dioxide Capture and Storage）である。この技術は、工場等で排出された二酸化炭素を地中深くの岩盤中に貯留するという技術であり、岩盤中での二酸化炭素の貯留形態や透過挙動を把握することが重要となる。本研究では、地下深部の温度・圧力条件を室内実験で再現し、様々な岩石に CO<sub>2</sub> を注入する実験を行い、様々な貯留・透過に関する物性値を取得することで、CO<sub>2</sub> 透過メカニズムを解明することを目的とした研究を行っている。

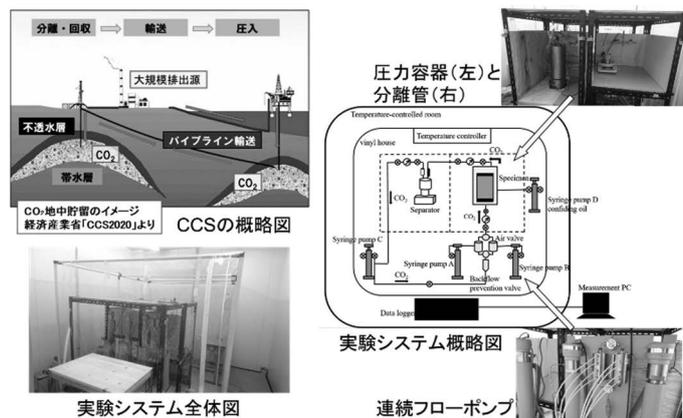


図1 CO<sub>2</sub> 地中貯留のための岩石の透過・貯留特性の研究

### 2. 衛星データを活用した大規模災害の研究

地震・津波・豪雨等により大規模災害が発生した場合、早期に広域の被害状況を把握することは、人命救助、二次災害の防止、復旧活動において重要であり、その手段のひとつとして人工衛星によるリモートセンシングが挙げられる。本研究では、大規模災害時に緊急観測された衛星情報と平常時の地理空間情報とを組み合わせることで被害の早期発見、被災地の分析手法について新しい衛星データの活用方法の検討を行うとともに、その解析結果をユーザー（国、地方自治体、民間等）が利活用し易い形で提供する仕組みを構築している。



図2 衛星データを活用した大規模災害の研究

### 3. 国道沿い斜面の効率的な維持管理システムの構築に関する研究

九州には火山性堆積物が堆積している特殊な地盤が多く存在し、これらの地盤は急崖地を形成しており、集中豪雨などによって斜面崩壊や落石を起こしやすく、交通網が寸断されるなどの被害が頻発している。本研究では、GISを用いて道路防災に必要な情報を一元的に管理し、国道沿い斜面の点検・維持管理の効率化を図るとともに、無線通信を用いて広域な国道沿い斜面を面的に監視し落石の発生を予測するセンサー技術の開発を行っている。

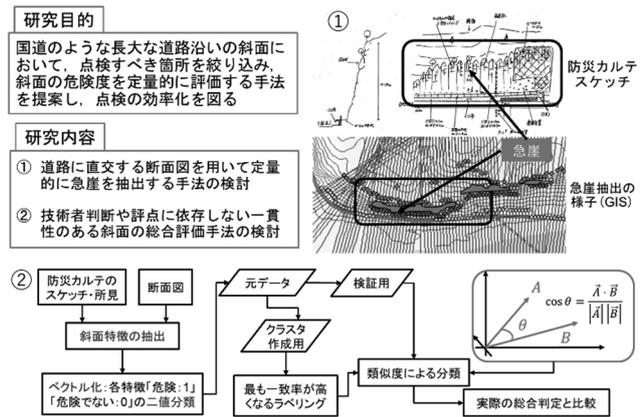


図3 国道沿い斜面の効率的な維持管理システムの構築に関する研究

### 4. AI技術を用いた最先端防災システムの構築に関する研究

避難勧告の発令など災害対策の第一的な実施主体である市町村では、洪水や土砂災害等の進行性の災害に対して住民が適切な避難行動をとれるよう、迅速かつ確かな状況判断を支援するための情報提供の方法と手段が求められている。本研究では、災害時に大量の災害情報が発生する中で、市町村が迅速かつ適切な避難勧告・指示や緊急活動の優先順位付け等の判断を下せるよう、AI技術を活用して災害情報を処理することで避難対象エリアと避難タイミングの合理的な抽出を行い、意思決定を支援する市町村災害対応統合システムを開発している。

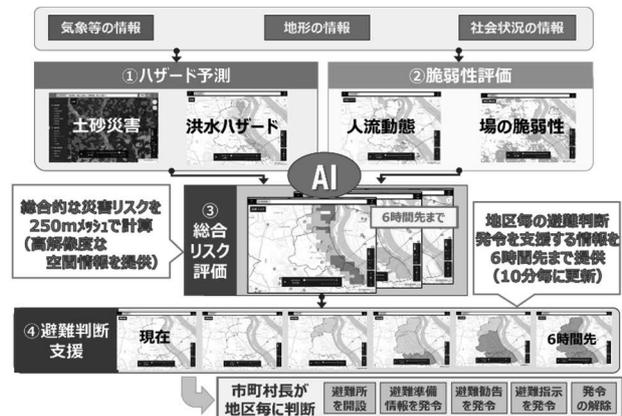


図4 AI技術を用いた最先端防災システムの構築に関する研究に関する研究

### 5. 機械学習を用いた洪水浸水予測に関する研究

頻発する洪水による人的被害を軽減するために、河川堤防等のハード対策に加え、氾濫時の浸水の広がりを表す氾濫域の予測情報が重要となる。氾濫域の予測情報は洪水氾濫解析によって算出されるが、解析に必要な氾濫域の情報の取得や詳細な計算条件の設定が必要となるため、従来の方法で、全国の河川に氾濫解析を行うことは困難である。本研究では、与えられた情報から自動的にデータの関係性やパターンを抽出・学習し、その学習結果を用いた予測が行える機械学習を活用し、中小河川を含めたすべての河川において洪水氾濫推定が可能なモデルの構築を目指した研究を行っている。

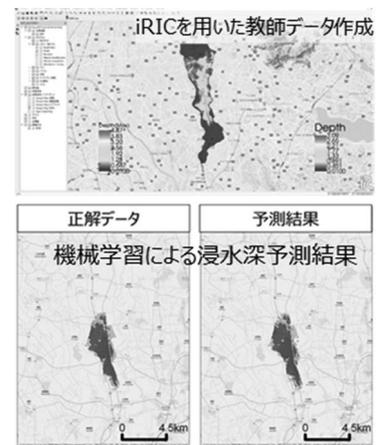


図5 機械学習を用いた洪水浸水予測に関する研究

### 2-3-3. 持続可能な温泉資源活用のための探査・モニタリング技術の研究（藤光研究室）

本研究テーマについて、2020年度に実施した中から以下の2つの研究内容を紹介する。

#### ・鹿児島県霧島地域における重力・重力偏差解析による熱水系概念モデル

鹿児島県霧島地域は、北西部に大霧地熱発電所が稼働しており、北西から南東にかけて温泉が分布している。本研究では、地上重力探査データと空中偏差法探査データを用いてインバージョン解析を実施し、対象地域の三次元密度構造モデルを作成すると共に、既存調査結果を統合・解釈することにより、熱水流動モデルについて検討した。

産業技術総合研究所地質調査総合センター（2013）と当研究室の既存の地上重力探査データ、及び空中偏差法探査データ（JOGMEC, 2014）を用いてインバージョン解析を実施し、研究対象地域の三次元密度構造モデルを作成した。地上重力探査データのインバージョン解析に際しては、拘束条件として坑井密度データ（NEDO, 1983）を用い、密度の上限と加減を設定した。また、空中偏差法探査データのインバージョン解析に際しては、拘束条件として地上重力探査データのインバージョン解析の結果得られた密度構造モデルを用い、密度の上限と下限を設定した。その結果、地下深部から浅部まで精度の高い三次元密度構造モデルを構築することができた。

得られた密度構造と地温分布や断層構造を比較した結果、密度構造モデルの高密度域の縁に透水性の断層が存在し、その周辺の等温線と高密度域の形状が近似していることから、高密度の貫入構造の縁もしくは透水性の断層に沿って熱水が上昇していることが考えられた。また、上昇した熱水は主要な SW-NE 方向の断層及び高密度域に規制されながら南東へ流動する一方、NS 方向の断層に沿って南に流動し、温泉を形成している可能性がある。

#### ・小浜地域における地熱発電開発の合意形成に関するゲーム理論的分析

日本は長期エネルギー需給見通しにおいて2030年までに地熱発電設備容量を160万kWにすることを目標としており、今後は特に立地地域での合意形成が地熱資源開発を進めるうえで大きな課題になると考えられている。そこで、本研究では長崎県雲仙市小浜地域を対象として、温泉資源の管理という観点から、地熱発電開発の成功事例の一つである小浜温泉バイナリ発電所についてゲーム理論を用いて説明し、それを基にして地熱発電開発に関して温泉関係者との合意形成を図るうえでの重要な要素を分析した。

地熱発電事業の合意形成を成立に向かわせるための論点の一つとして地熱発電事業から生じる利得の配分が挙げられ、その中で事業から生じる利得の配分のあり方について複数の事業シナリオを想定したうえで協力ゲームを用いて分析を行った。その結果、温泉事業者が事業成立に大きな影響を及ぼす場合、交渉によって決定される温泉事業者への利得の配分が大きくなることが予想された。そのため、温泉事業者ひいては地域住民が地熱発電事業への影響力が増すような状況を制度的に整備することで地熱発電の普及拡大に繋がると考えられるが、その場合地熱発電事業者の利得が減少し事業が消極的になることが想定される。そのため、双方が納得するような利得の配分が重要となる。

## 2-4. センター活動

### 2-4-1. 「ニュースレター」 No.3

# CREET Center for Research and Education of Environmental Technology, Faculty of Engineering, Kyushu University NEWSLETTER

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 ニュースレター

ISSN 2435-0435

No.  
**3**

2020.6



## 新型コロナウイルスによって後退させてはならない地球環境問題への取り組み

附属環境工学研究教育センター長  
島岡 隆行

非常事態宣言が発出され、福岡県では大学・学習塾等に対して休業要請がなされたことを受け、九州大学においては、4月14日より教職員は在宅勤務に入っている。このような中において、新型コロナウイルスについて言及せざるを得ない。

2019年12月末に中国で最初に新型ウイルスが発生して以来、僅か数か月間に184か国（4月19日現在）で新型コロナウイルスの感染者が発生している。これは、まさに、パンデミックであり、ウイルスは人から人へ感染することから世界中を人と物が動き回っているグローバリゼーションの証である。米国、欧州、日本をはじめとする先進国においては、自国の感染対応が優先され、国際協調や発展途上国への支援のための連帯がおろそかとなっている。また、サプライチェーンのリスクが露呈している。世界中に事業を展開している自動車企業では、安定的に部品を調達できず、生産中止を余儀なくされている。新型コロナウイルスの治療薬として期待されているアビガンの原料の製造ラインは中国にあり、国内でただちに製造することはできない。これらの難局に直面し、自国第

一主義がはびこり、生産拠点を自国に引き戻すことによる世界協調とグローバリゼーションの縮小が危惧されている。地球環境問題においては、パリ協定に基づく、2030年の目標に向けた全世界を挙げての地球温暖化への取り組み、また緒に就いたばかりの海洋プラスチック問題への世界協調による取り組みを後退させることがあってはならない。

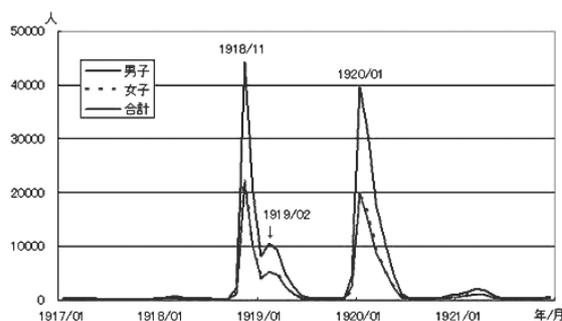


図 ワクチン、治療薬がなかったスペイン風邪(1918)による死者数の推移  
出典：東京都健康安全研究センター <http://www.tokyo-eiken.go.jp/sage/sage2005/>



## アジア環境情報室のご紹介

ローカル課題研究ハブ 准教授 中山 裕文

環境工学研究教育センターでは、前身の環境システム工学研究センターとして発足した当初より、中国や韓国をはじめとするアジア諸国の環境や経済に関する統計資料を毎年継続して購入してきました。これまでに揃えた統計資料はアジ

ア環境情報室の書架に所蔵されており、事前申し込みをいただければどなたでも閲覧いただくことが可能です。ぜひご利用いただければと思います。

統計書として、以下のような資料があります。

### <定期購読資料>

タイトル	出版社	所蔵年
Energy Balances of OECD Countries	OECD	1970～2015
World Energy Investment Outlook	OECD	1994～2015
エネルギー統計年報	Korea Energy Economics Institute	1983～2018
韓国統計年鑑	National Statistical Office	1961～2018
環境統計年鑑	Minster of Environment Korea	1995～2018
中国交通年鑑	中国交通年鑑社	1989～2018
中国人口和就業統計年鑑	中国統計出版社	1994～2018
中国農村統計年鑑	中国統計出版社	1997～2018
中国環境年鑑	中国環境年鑑社	1991～2018
中国統計年鑑	中国統計出版社	1984～2019
中国工業経済統計年鑑	中国統計出版社	1988～2016
中国城市統計年鑑	中国統計出版社	1990～2016
中国能源統計年鑑	中国統計出版社	1989～2017





全ての生体組織からは非常に弱く光子として検出される発光があることが知られており、図はヒトの指やアズキの根からの発光である。このような極微弱で生体に普遍的な化学発光はバイオフィトンと呼ばれており、生理代謝や外界刺激によって生化学的に励起された生体分子種が低エネルギー状態に遷移することで生じるものであり、生命の営みの中で恒常的に起こる現象である。一般に発光生物として知られているホタルやオワンクラゲでは、特有の反応基質（ルシフェリン）と反応酵素（ルシフェラーゼ）が関与して肉眼でも観測可能な強い発光を行うが、バイオフィトンはそのような特有の基質や酵素を必要としない自然発光である。

このバイオフィトンの主な発光源は活性酸素種であり、ストレス応答に深く関わっていることが知られている。また、最近の研究では、アルツハイマー病やパーキンソン病などの神経変異性疾患、心血管障害、ガンなど生活習慣病を始めとした我々に身近な疾病にも深く関与していると考えられている。

このためバイオフィトン計測は、近年、生化学や生物学のみでなく医学や健康科学にも広い応用が期待されている。

我々は、環境という側面から植物における環境ストレスとバイオフィトン発光強度との関係を明らかにしてきた。また、生体の関わらない環境中のラジカル反応の極微弱化学発光の計測によって環境分野での貢献が出来ないかを模索している。

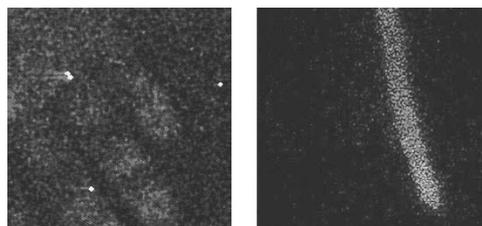


図 超々高感度カメラで捉えた指や根からのバイオフィトン発光



「環境DNAを用いた海洋資源のデータマッピング分析サービス実証」を、日本宇宙フォーラム「令和元年度・政府衛星データのオープン&フリー化及びデータ利用環境整備データ利用促進事業」として九州・沖縄沿岸において、九州大学、沖縄ITイノベーション戦略センター、西日本電信電話株式会社、リモート・センシング技術センター、九州環境管理協会などの産官学チームで行った。2019年度後半の短期間での実証であったが、衛星画像と環境DNAの最先端技術の組み合わせを九州・沖縄沿岸に適用し、魚類分布と沿岸環境の対応の多くの研究教育、技術的な萌芽が得られた。

環境DNAメタバーコーディング法は、水生生物から環境水中に放出された微量のDNAを検出し種数を同定できる画期的な手法である。2015年に千葉県立博物館の宮正樹博士により開発された日本発の技術であり、国際的にも評価が高い。環境DNAは、生態学研究、特にモニタリング分野を大きく変革しつつある。

政府衛星の公開と利活用を進める「TELLUS」システム利活用には、データホルダーとして参加した。筆者の研究室で蓄積してきた、JST-CRESTのプロジェクトなどの対馬暖流流域を中心とする九州沿岸の環境DNAモニタリング・データを元とした。

衛星技術の高精度化には現地データとの照応が不可欠である。高頻度での生物、物理環境の実測には、現地観測の頻度や常時の観察が重要である。今回、気候変動観測衛星「しきさい」(GCOM-C)の海面温度、クロロフィルのデータは、広域的、高頻度、高解像度の圧倒的に密度の高い情報を提供してくれた(図1)。

九州西部沿岸は、対馬暖流が対馬海峡を通過し、半島、内湾、島嶼など複雑な地形を有している。スルメイカやクロマグロなど回遊性魚類と、沿岸の多様な環境の魚類とが、暖流や河川水の影響を受ける水温や栄養塩の変動に応じて、季節的に出現する。対馬暖流と生態系の対応は気候変動の観点からも注目されている。近年、海藻類が消滅する磯焼け、魚種の変化などに見舞われており、漁業やレジャーの海洋産業はこの地球規模の変動に適合して活路を拓く必要に迫られている。本実証では、磯焼けの原因の草食魚の分布、魚種の季節変動などが高速に検出できた(図2)。環境DNAと衛星データの関連性が見出されて、今後

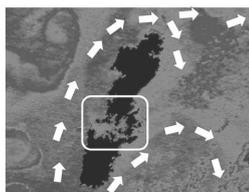


図1 衛星しきさいの画像による対馬沿岸の表面温度分布。対馬暖流の動き(⇒)と水温の差異が明確。□が集中調査地域。東西岸と内湾地形で温度環境や魚種が異なる。

繋がる実証となった。

この分野での地の利が、九州大学にはある。生態系観測は、急速にビッグデータ解析の時代に入っている。今後、環境モニタリングによる海洋生態系の動態解明の研究教育と新技術の産業利用の基礎研究に衛星画像と環境DNAを、環境工学の一分野として開拓していきたい。



図2 集中調査地域での環境DNAによる磯焼けの原因とされる草食魚アイゴ、イスズミ2種の分布(2019年10月、11月)。イスズミのほうが外洋にみられる。

### 【編集後記】

附属環境センターでは各研究分野で活発な研究活動を展開している中、センター内の交流はもちろんのこと、公開講座等の、外部に向けた情報発信にも力を入れているところです。これからも環境問題の解決を目指しサステナブルな社会構築を支援する研究教育活動を、皆様方に発信していきたいと存じます。

#### 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 ニュースレター No.3

発行: 〒819-0395 福岡市西区元岡744  
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  
発行人: 島岡隆行  
編集: 境ツヤ子  
発行日: 2020年6月5日  
TEL: 092-802-3560(センター事務室)  
FAX: 092-802-3561  
e-mail: office@creet.kyushu-u.ac.jp  
http://www.creet.kyushu-u.ac.jp/

印刷: 城島印刷株式会社  
TEL: 092-531-7102 FAX: 092-524-4411

**CREET** Center for Research and Education of Environmental Technology,  
Faculty of Engineering, Kyushu University  
**NEWSLETTER**

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 ニュースレター

No.  
**4**

2021.3



学際と教育が拓く環境工学の新局面

インターフェース課題研究ハブ 准教授 清野 聡子

インターフェース課題研究ハブの清野研究室は「生態工学」が主要テーマである。海岸漂着ごみの越境汚染問題、カプトガニなど希少生物の生息地保全、環境DNA観測、流域管理の基礎研究から社会課題解決を目指してきた。筆者が所属する土木工学は、総合性や社会性がある分野であるが、ソフト面には本格的に踏み込みにくかった。

しかし、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（以下センター）の改組により「教育」が組織名に明記され、社会連携も強く打ち出された。それにより環境工学の重要領域を見渡せるようになった。

①市民科学の進展

IT技術の進展により、スマートフォンの写真記録、位置情報とGIS（地理情報システム）での多点広域の調査が可能となった。市民科学は防災分野ではこれらの調査法が急速に進展している。生物や水質の調査も国際的に加速している。

②海洋環境問題の教育

近年、気候変動や持続可能性の観点から海洋が大きく注目されるようになった。国連海洋科学の10年は2021年から開

始されている前述の生態工学の研究や観測が貢献できる。海の環境問題の多くは陸域が発生源である。センターには30年を超えるこの分野の知見の蓄積があり、海洋の、特に沿岸域の教育には大きく貢献できる。

③地域連携と国際課題解決（グローバル）

九州大学伊都キャンパスは、糸島半島や博多湾の海に恵まれ、上述の分野の展開には最適の地である。例えば、海岸漂着ごみ問題は、廃棄物が海洋に流入し拡散する前に問題解決すべき、それには陸域での対策を強化すべきと、急激に研究開発の潮目に変化してきている。問題解決には、陸域の都市廃棄物処理、工業製品の材料の開発、災害に強い居住空間の確保などが必要である。今後、キャンパスや隣接地域の河川流域を対象にした対策の効果測定などの展開が考えられる。

将来的には、教育と社会連携自体が環境工学の一分野となる可能性がある。市民科学は国際展開もふくめて強化できる可能性がある。



海洋環境工学教育の拠点をめざして—30年の研究蓄積と先端研究を活かした社会連携

インターフェース課題研究ハブ 准教授 清野 聡子

2020年度はコロナ禍の中だったが、当センターでは海洋環境教育プログラムを開始した。日本財団の「海と日本プロジェクト」の支援を受け、中高生の人材育成に当センターの環境工学の学際性を活かす内容を企画した。海と人のつながりの発見や再認識のため、主なテーマは、身近な海洋環境問題である海ごみ問題と砂浜の保全とし、ゼミ形式での「海辺の教室」を予定していた。しかしコロナ禍で、9月まで室内だけでなく野外活動も制限を受けてしまった。そのような状況下でも、注意しながら4回の催事が実施できた。大学の実習や研究のフィールドの福岡市の漁村や糸島市の砂浜で支えて下さった地域住民や公民館、九州大学伊都キャンパスであれば、移動制限がある状況でも、海洋環境問題や生態系保全の実習が行える確信を得た。

また、今年度は、遠隔授業で教員自ら動画教材を作成する状況が突然訪れた。ネットを通じて世界の教材を見たところ、視覚伝達に優れた教材が数多く公開されている状況を再認識した。そこで大学の研究成果を社会に伝えるために、研

究者とクリエイターのチーム「九州大学うみつなぎふくおか」として組織した。在福岡で科学技術教育分野で一騎当千の方々と野外教室の中継や映像配信を行った。中高生の学びの現場に関わったことで、大学の研究教育の位置づけを相対化出来た。

海洋環境工学教育の拠点形成にむけ、遠隔技法と現場を合わせた海辺の教室や教材配信など、今後も発展させていきたい。



図 センターの海洋教育の発信のウェブサイト



廃棄物埋立地では、汚濁成分を含む保有水等が漏出して周辺環境を汚染することを防ぐために、高分子樹脂材料により製造された遮水シートが敷設される。遮水シートは、数十年に亘って紫外線、温度変化による伸縮、埋立廃棄物による引き込み力、高アルカリの保有水への接触等、様々な劣化要因に曝されるが、遮水性能を保持することができる長期耐久性が求められる。当研究室では、日本各地において、供用開始後20年以上が経過した廃棄物埋立地から遮水シートをサンプリングし、引張試験等による力学的性能保持率の評価、走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いた表面観察、化学分析や FT-IR による高分子樹脂材料の化学的な性状変化の評価等を行っている。図は、鹿児島県内の一般廃棄物最終処分場からサンプリングした厚さ1.5mmのTPO遮水シートについて、ウルトラマイクロトムを用いて表面から5 $\mu$ m、15 $\mu$ m、30 $\mu$ mの深さの面が露出するよう水平に切削したサンプルのSEM画像(総合倍率100倍)である。表面から5 $\mu$ mの深さでは無

数の亀裂が観察されるが、表面から深くなるにつれ徐々に亀裂が減少し、深さ30 $\mu$ mでは亀裂が無くなっている。20年もの期間、紫外線を受け続けた遮水シートであっても、亀裂は表面からわずか30 $\mu$ m程度しか進行していないことが分かる。

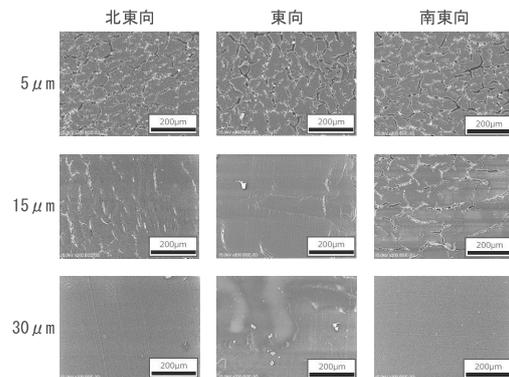


図 供用開始後20年間が経過した遮水シートの表面からの深度別の SEM 画像

## センター活動報告とお知らせ

### 【研究会・講演会等】

#### ◆令和2年12月8日 研究交流会

2020年12月8日(火)に、第2回附属環境工学研究教育センター研究交流会が開催されました。今回の研究交流会の開催方式は、ハイブリッド方式(CE40セミナー室の会場およびTeamsによるオンライン会議室)となりました。研究交流セッションは、第1部グローバル課題研究ハブ、第2部インターフェイス課題研究ハブ、第3部ローカル課題研究ハブの3部構成で実施され、各研究ハブから13名が研究成果を発表しました。4時間に亘る研究交流会には、附属環境工学研究教育センターの所属研究室から55名が参加しました。会議の主な目的は、研究ハブ、研究ユニット間で研究内容や成果の進捗に関する情報を交換することでした。すべての発表者に対して、研究会に出席していた教員や学生から質疑やコメントが活発に出され、全体として研究交流会は成功を収めました。



最後に、第2回附属環境工学研究教育センター研究交流会を支援して下さった教職員、学生の皆様に深く感謝いたします。特に、発表者の皆様には、素晴らしい研究成果を共有し、また、質疑応答により有益な議論を展開していただき、ありがとうございました。今後の研究ハブ間での活発に交流につなげていくことができると期待しております。

### 【編集後記】

附属環境センターでは各研究分野で活発な研究活動を展開している中、センター内の交流はもちろんのこと、公開講座等の、外部に向けた情報発信にも力を入れているところです。これからも環境問題の解決を目指しサステナブルな社会構築を支援する研究教育活動を、皆様方に発信していきたいと存じます。

#### 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 ニュースレター No.4

発行: 〒819-0395 福岡市西区元岡744

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

発行人: 島岡隆行

編集: 境ツヤ子

発行日: 2021年3月30日

TEL: 092-802-3560(センター事務室)

FAX: 092-802-3561

e-mail: office@creet.kyushu-u.ac.jp

http://www.creet.kyushu-u.ac.jp/

印刷: 城島印刷株式会社

TEL: 092-531-7102 FAX: 092-524-4411