

[環境科学研究科ニュースレター]

# News Letter

NO. 23  
2022.03

東北大学大学院環境科学研究科

Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University



TOHOKU  
UNIVERSITY



あまたの資源  
—持続可能への道—

① 資源戦略研究センターの  
設立について

環境科学研究科長 土屋範芳

② JST COI-NEXT 地域共創の場  
形成支援プログラム  
「美食地政学に基づくグリーン  
ジョブマーケットの醸成共創拠点」

先進社会環境学専攻 環境政策学講座  
環境・エネルギー経済学分野 教授 松八重一代



リサーチ・レポート  
**Research Report**

① 地域・社会調査で都市を描く

先端環境創成学専攻 都市環境・環境地理学講座 環境地理学分野 准教授 埴淵知哉

② 組織細胞と微生物細胞の付着予測モデルの構築

先進社会環境学専攻 資源戦略学講座 環境素材設計学分野 助教 梅津将喜

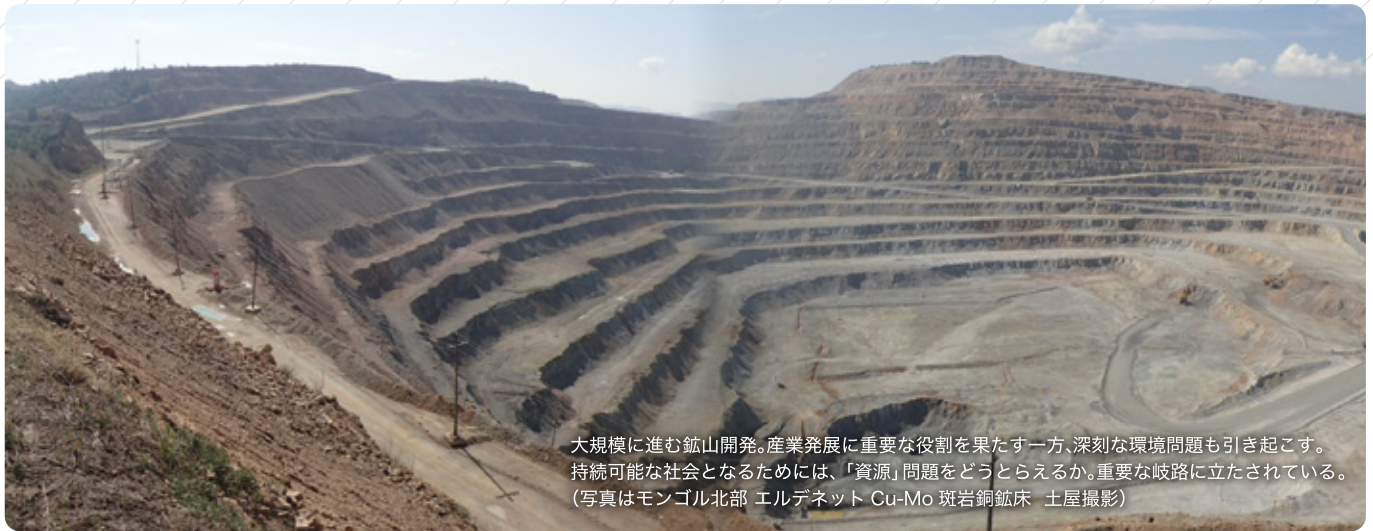
トピックス

**Topics**

環境科学研究科本館、  
「ZEB Ready」を取得

# 資源戦略研究センターの設立について

東北大学大学院環境科学研究科 教授 土屋範芳



大規模に進む鉱山開発。産業発展に重要な役割を果たす一方、深刻な環境問題も引き起こす。持続可能な社会となるためには、「資源」問題をどうとらえるか。重要な岐路に立たされている。(写真はモンゴル北部 エルデネット Cu-Mo 斑岩銅鉱床 土屋撮影)

## 現代の資源問題のために

産業には一定の発達過程があります。明治時代、欧米に追いつくために我が国がとった殖産興業政策は、まずは鉱山業の発展でした。人類が利用できる鉱物資源を探し(探鉱)、採掘し(採鉱)、有用鉱物を分離し(選鉱)、そして鉱石から金属を取り出して、その純度を高めていく(製錬・精錬)。この一連のプロセスには、工学のほぼ全領域が含まれています。そのため鉱山業は、国の発展の初期段階にはきわめて重要な

役割を果たしています。現在、我が国の金属鉱山ほぼ閉山し(大きなものは九州の菱刈鉱山のみです)、産業構造は大きく変化してきていますが、鉱物資源の重要性が失われたわけではありません。それどころか、ハイテク材料には、希少金属資源や、希土類元素が不可欠となっています。資源に対する我が国の立ち位置、そして地球全体での資源に対する取り組みは、産業の黎明期とは全く異なる発想と展開を必要としています。

## 立ちどころの課題

資源問題は環境問題と表裏一体です。なにしろ鉄鉱石から鉄を取り出すためには、CO<sub>2</sub>の排出が不可避です。銅、鉛、亜鉛などの非鉄金属鉱物はほとんどが硫化物であるため、これらの金属を取り出すためには、亜硫酸ガスの発生がこれまた避けられません。地球にアプローチして鉱物資源をとってきて、それを使える形にする、この産業そのものが地球環境問題です。

そしてそこにまた多くの多様な問題が発生してきています。先進国と発展途上国との格差による資源の搾取。劣悪な労働環境と不法採掘。世界市場の寡占化。政治体制、民族紛争などに起因するカントリーリスク…、図には資源開発に関わるさまざまなリスクをあげています。どれひとつとっても解決は容易ではありませんし、複眼的な視野を必要としています。

資源小国(私はこの言葉に多少の違和感があります。日本は、多様な資源も持っています。ただしそれを技術的にも、

### 環境リスク

大気汚染, 水質汚染  
土壌汚染, 海洋汚染  
違法採掘, 労働搾取  
貧困

環境科学  
化学工学  
土木工学  
地球科学  
地域研究

### 枯渇・偏在・寸断リスク

気候変動, 災害  
紛争, 疾病, 感染症  
極限環境, 高コスト

地球科学  
地政学  
感染疾病学

探鉱-採鉱-選鉱-製錬  
プロセスの高度化

資源工学  
金属工学

### カントリー・リスク

資源ナショナリズム  
資源メジャーと  
市場の寡占  
テロリズム, 貧困, 格差

地政学 地理学  
経済学 社会学  
政治学 文化人類学  
地域研究

### 評判リスク

人権  
環境  
国益

地政学 地理学  
経済学 社会学  
政治学 文化人類学  
地域研究

### サプライチェーン・リスク

ロジスティクス  
可視化(衛星, マルチメディア)  
トレーサビリティ  
グローバルゼーションと  
脱グローバルゼーション  
市場の透明性

情報工学  
流通工学  
言語学  
衛生工学  
経済学  
地域研究

### 政策・技術リスク

リサイクルプロセスの技術課題  
リユースプロセスの技術課題  
高コスト, 有毒化  
廃棄物が資源物か  
(バーゼル条約の制約)

総合工学  
社会学

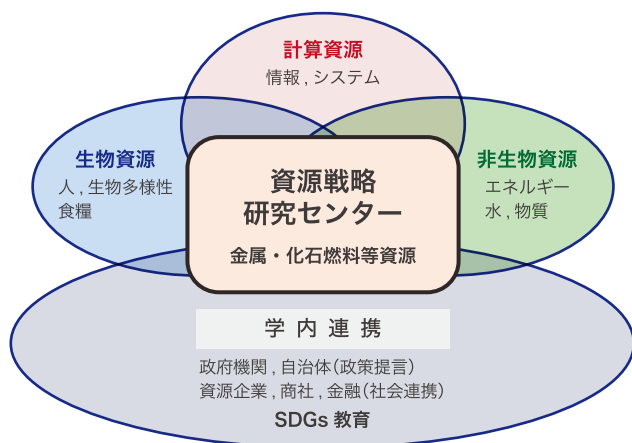
資源開発に関わるサステナビリティの妨げとなるさまざまなリスク。ソフトプロセスとハードプロセスの適切な融合が不可欠。必然的に学際研究、融合研究の推進が必要となる。

経済的にも利用する状況になっていません。ですから資源小国というよりも、未利用資源国といったほうがいいと思っています)の日本は、これから資源問題にどう対応していったらいいのか、そして、地球全体を見渡したとき、これからの資源はどうあるべきか、どうしなければいけないのか、そういうことを俯瞰的、そして学術的に考える場を創りました。「資源」はさまざまです。食糧も資源です。情報もこれも今ではきわめて価値の高い資源です。本当は、あまたの資源を考えないとこの先の持続的な地球の将来像は語れません、が、とりあえず金属資源と化石燃料資源に焦点を絞って、まずは始めてみようと思います。18世紀に英国で産業革命が始まり、資源を食いつぶすシステムが稼働しはじめ、そして現代の環境問題に通じる社会課題が発生してきました。地球温暖化はまさにその発露です。じゃ、これからどうするんだ。時間はもうありません。

全学の英知が必要であろうと思っています。さまざまな業態の産業とも関わる必要があります。国際連携も必要でしょう。「資源」問題の受け皿となり、解決策を見いだしていく。そういう組織として構想されたのが「資源戦略研究センター」です。

## 資源戦略研究センター発足へ

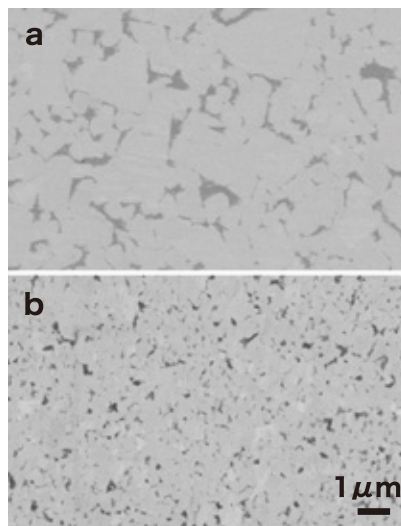
2022年4月1日、この「資源戦略研究センター」が環境科学研究科内に設置されます。鉱物資源やエネルギー資源などの非生物資源、生物資源、及び計算資源など、さまざまな「資源」に関わる教育と研究を推進するため、国際文化研究科、情報科学研究科など、関連する他研究科とも連携して、資源研究のプラットフォームとして活用できるよう、学内の調整を進めています。今後の発展にどうぞご期待下さい。



持続可能な社会を支える「資源」には生物資源、非生物資源そして計算資源がある。このうち「資源戦略研究センター」は当面、金属と化石燃料資源に焦点を当て、その環境リスク、カントリーリスクを解析し、解決策を見いだしていく。社会連携、政策提言などを重視し、大学を主体とするシンクタンク、コンサルタント機能、ソフト戦略の立案などを進める。SDGs教育の大きな柱である。



昭和30年代初頭、秋田県を中心として多くの海底噴気堆積鉄鉱床、いわゆる黒鉄鉱床が続々と発見され、黒鉄鉱ブームと呼ばれた。黒鉄鉱石は、脆く、採掘には困難を極めたが、その経済的価値は絶大であった。この鉄鉱石から、銅、鉛、亜鉛そして金、銀ほか多様なレアメタルを分離・精製する技術で我が国は先陣を切った。東北大学はその一翼を担っていた。(写真は典型的な黒鉄鉱石)



(a) 従来の WC-Co 超硬合金、白い粒子が WC (平均約  $1\mu\text{m}$ )、灰色が Co 相。  
 (b) Ti(C,N) と  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  を少量添加して WC 粒子を超微粒化 (約  $0.4\mu\text{m}$ ) させた新型超硬合金。

炭化タングステン (WC) にコバルト (Co) を 10% 程度加えた材料は超硬合金と呼ばれ代表的な工具材料。最近、WC 粒子を超微粒化した新型超硬合金が開発され、従来型の約 1.5 倍の強度が発現し、工具特性や寿命が大幅改善することが期待される。W や Co はいずれも世界に資源が偏在する希少金属である。とくに Co は電池への使用量が今後大きく増加し、資源問題が深刻になる可能性が高い。これら希少金属の資源問題の解決が急務。(写真提供 松原秀彰氏)

東北大学大学院環境科学研究科長  
 土屋 範芳 (つちや・のりよし)

1988年博士号取得(東北大学)、2003年環境科学研究科教授、2018年より現職。第31、35、51次日本南極地域観測隊参加。

住所: 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-20  
 電話: 022-752-2233  
 E-mail: noriyoshi.tsuchiya.e6@tohoku.ac.jp



特集  
2

# JST COI-NEXT地域共創の場形成支援プログラム 「美食地政学に基づくグリーンジョブ マーケットの醸成共創拠点」

東北大学大学院環境科学研究科 教授 松八重一代

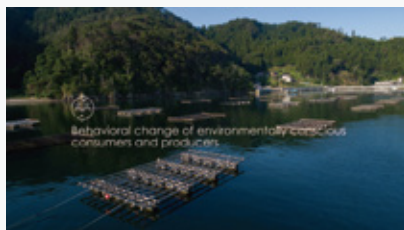


## 3つのターゲット

**1** 地域発生未利用農林水産  
資源の適正管理と環境保全



**2** 環境に配慮した消費者・  
生産者の行動変容



**3** グリーン・ジョブの担い手  
となる高度専門人材育成・  
ジョブマーケットの醸成



## 5つの研究開発課題

**A** 美食地政学の観点  
から見た望ましい  
水産資源管理



**B** 美食地政学の観点  
から見た望ましい  
農林資源管理



**C** 栄養塩類 / サプライ  
チェーンを通じた  
環境影響評価



**D** 消費者・生産者  
双方向連動システム  
の提案・実装



**E** グリーンジョブマー  
ケットの醸成に向けた  
教育パッケージの提案・  
共創プラットフォーム  
の構築



国際連合食糧農業機関の報告書によると、世界では食料生産量の約3分の1が毎年廃棄されていると指摘されており、流通段階や家計から発生する食品ロスは重要な社会課題の一つですが、行政統計に上がりにくい生産段階の産地廃棄も、食料供給に関わる資源効率向上を考える上で重要な懸念事項です。

気候変動の激化・海流変化などの要因で生態系そのものが激変するなかで、食文化そのものの適応も求められます。食の産地の多くは地方が担っていますが、次世代労働力となる大学生・高校生が将来、就職を希望する職種、産業が無く、多くが都市圏に流出しています。また地域に登録する事業の減少は地域の生産活動や、法人に係る税収の縮小につながり、地域環境を保全するための費用を自治体が負担できなくなる

などの悪循環が生じます。地方経済においては、食を支える地域環境を持続的に管理・保全する職を、広くグリーンジョブとしてサプライチェーン全体で維持することで地域における就業機会の維持と、食に関わるサプライチェーンの環境管理・保全の両立が求められます。

JST COI-NEXT 地域共創の場形成支援プログラム、地域育成分野令和3年度育成型採択「美食地政学に基づくグリーンジョブマーケットの醸成共創拠点」（拠点プロジェクトリーダー：松八重一代教授、サブリーダー：三橋正枝助教）（令和3年11月～令和5年3月）では、これらの課題解決に向けて3つをターゲットについて、5つの研究課題グループとともに、新しいコンセプトである「美食地政学」に基づくグリーンジョブマーケットの創出を行います。

## 美食地政学という新しいコンセプト

食材を美味しく調理しようとする時、旨味成分を引き出すためには熱反応や化学反応の知識が必要です。食材を自然から調達する時には、生態系の知識が必要になります。また食に関わる文化や歴史に対する知識があると、より幸せに食材を楽しむことができます。将来に渡って豊かな食の恵みを生み出す環境を保全し、食のサプライチェーンの最上流を持続可能な形で維持管理しようとする、政治、経済、産業、教育、文化に関わる様々な人の手が必要になります。「美食地政学」は食に関わる多様な知を集結し、持続可能な食を実現するための概念として提案しました。

## 未利用資源の利活用にもけた課題

食材を生み出す環境保全を行うことも必要ですが、生み出された自然の恵みを無駄なく利活用することも重要です。現在の消費構造や流通経路では十分に活用されない食材（未利用食資源）を活用するには、多様なステークホルダーの知の共有と連携が重要です。また食を支える資源の中でも、とりわけ栄養塩類の管理が非常に重要です。肥料がなければ美味しいものは生み出せませんが、使いすぎると周辺の環境が悪化します。とりわけ海における栄養塩の管理はなかなか難しい。学問知が足りていません。窒素やリンなどに着目した学問知の創出と行政の協力が必要になります。

また、環境配慮型の食のサプライチェーンを実現するには、これまでとは異なる人や産業のつながりが必要になります。消費者は環境を保全し、責任ある消費を実現するために必要



海のギャング、うつぼ。現状は未利用魚の一つ。

とされる費用を理解する必要があります。つまり、供給されている食材の向こう側にどのような環境保全型のアクションがあるのか、自分たちがその食材を消費するという事は、サプライチェーンを通じてどのような環境保全行動に繋がっているのかについて理解する必要があります。



調理する技術があれば、未利用魚は豊かな海の幸。

## プロジェクトで実現する未来像

地域の環境を理解し、環境保全するという志を持った人たちを繋げなければなりません。地元で育ち、地元で仕事をする人たちの価値を高めることも必要です。環境保全型生産技術を身につけ実践する人、環境を管理保全する人、行政判断のエビデンスとなるデータベースを構築する人、環境保全型生産活動を行政支援する人、既存の食のサプライチェーンに乗りにくい未利用資源を加工して、新たな消費の道筋を示せる専門性を持った人などなど、多様なスキルと視点をもった人々が地域社会で必要になっていきます。このプロジェクトは、未利用食資源の活用を起点として、多様な学問知を集結し、人・モノ・産業・教育・行政のつながりを構築・強化していきます。次世代若手労働力が地域の環境を保全するグリーンジョブを自らのキャリア・アンカーとしていけるように、地域共創の場を醸成し、持続可能な食をめぐる社会システム構築に貢献します。

東北大学大学院環境科学研究科

教授 松八重 一代 (まつばえ・かずよ)

専門は環境・資源経済学、産業エコロジー。東北大学大学院環境科学研究科助手、助教・准教授を経て2011年4月同工学研究科金属フロンティア工学専攻 准教授に配置換え、2016年8月より現職。

住所：仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1

電話：022-752-2264

E-mail：kazuyo.matsubae.a2@tohoku.ac.jp





# 地域・社会調査で都市を描く

東北大学大学院環境科学研究科 准教授 埴淵知哉

埴淵 知哉 (はにぶち・ともや)

徳島大学総合科学部を卒業後、京都大学大学院文学研究科にて修士・博士後期課程を修了し、博士(文学)取得。日本学術振興会特別研究員PD、中京大学国際教養学部教授等を経て現職。専門は健康地理学、社会調査法。



## 研究の背景と経緯

私が専門としている地理学では、ある現象がどこで、そしてなぜそこで起こるのか?ということ、様々なテーマのもとに考えていきます。たとえば健康地理学とよばれる分野では、健康に良い都市や地域の諸条件を、人間と環境の両面からデータを集めて分析することで明らかにしようとする。そのためには、どのような人がどこにいるのか、つまり個人の属性・行動・意識等にかかわる情報と、その個人がいる場所(居住地など)の位置や地理情報が必要になります。

## 研究内容と進捗

具体的な研究内容の一つは、従来型の無作為抽出標本に対する面接/郵送調査と比べて、登録モニターに対して Web 回答形式で実施されるインターネット調査がどの程度有効なのかを、回答の精度や偏り、そして地理情報収集の可能性などの面から評価することです。それによって、様々な注意点は必要であるものの、この調査法が学術研究においても一定の有用性をもつことを確認してきました。

そのうえで、2020年には21大都市を対象とした大規模なインターネット調査を実施し、地域への愛着や満足度、近所付き合い、移住意思といった地域的な項目から、消費やライフスタイル、健康、災害リスク認知に至るまで、様々な項目に関する大都市住民の意識と行動を包括的に調べました。この調査では回答者から住所情報の提供も受け

ところが、こういった情報を集める重要な方法である統計的社会調査において、近年回収率の低下が大きな問題となってきました。国が実施する国勢調査ですら例外ではなく、未回答に起因する「不詳」の増加が危惧されています。センサーやスマホの位置情報に基づく大量のデータが得られるようになった一方で、地域や社会の様子を詳しく知るための量的・質的調査は困難な時代を迎えたといえます。

こういった厳しい調査環境のもと、いかにして意味のあるデータを効率的に収集できるのかを探ることが、現在の私の研究テーマとなっています。とくに、インターネット環境を利用した新たなデータ収集法について試行錯誤を続けています。

ているため、人々の意識や行動が地域によってどのように、そしてなぜ異なるのかを詳細に描き出すことができます。

また、上記のような回答者個人がどのような地域で暮らしているのかを示す様々な地域データの研究にも取り組んでいます。最も基本的なデータである国勢調査において近年懸念されている「不詳」の増加がどのようにデータを歪めるのかを示したり、Auditとよばれる街路景観観察をGoogle Street View上で実施することで広範囲の地域データを構築したりするなど、多様な基礎研究を進めています。他にも、地域らしさを自由に物語るための新しい地図制作に挑戦し、デザインと地域・社会調査の融合/拡張に取り組んでいます。

## 今後の展開

今後は、個人と地域を組み合わせた情報(地理的マルチレベルデータ)の解析を進め、都市住民の意識や行動と、人々が居住する地域環境との相互作用を実証的に明らかにしていきたいと考えています。さらに、

コロナ禍を通じて大きく変化しつつある人々の意識・行動やライフスタイルを俯瞰的にとらえていくために、縦断的調査を含む多様な地域・社会調査を継続的に実施していくことを予定しています。

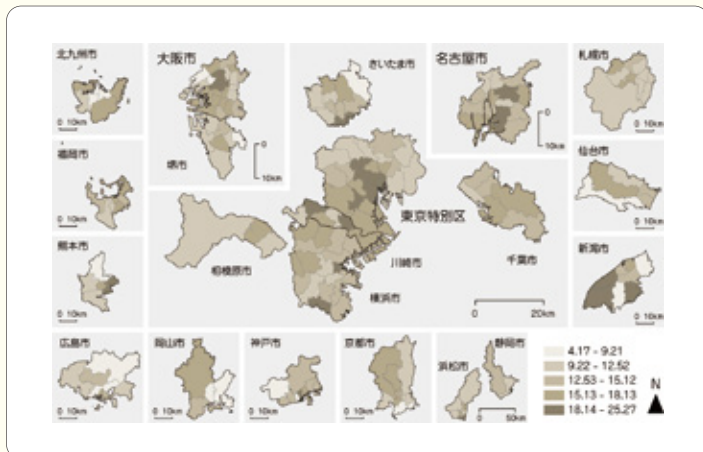


図1 社会調査で描く意識・行動の地域差

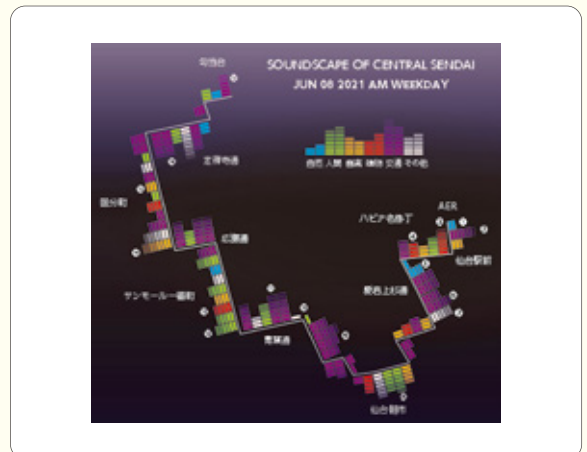


図2 仙台の音の風景を描いた地図



# 組織細胞と微生物細胞の 付着予測モデルの構築

東北大学大学院環境科学研究科 助教 梅津将喜

梅津 将喜 (うめつ・まさき)

福島県出身。東北大学農学部生物生産化学科を卒業後、同大学大学院農学研究科資源生物科学専攻にて博士課程前期・後期課程を修了(農学)。東北大学大学院農学研究科にて研究員を経て、現職に至る。専門は環境微生物学、界面工学、微生物電気化学。



## 研究の背景と経緯

インプラントや人工骨のような生体材料が生体内で機能するために、材料と周辺組織細胞が接着することが非常に重要です。一方で生体材料に病原性微生物が付着してしまうと、微生物が材料表面で増殖し感染症やデバイスの劣化を引き起こす原因となってしまいます。そのため理想的な生体材料表面には、組織細胞とは強く接着するが微生物細胞は付着しない、といった矛盾ともいえる2つの性質が求められます。そこで本研究では、生体内における組織細胞および微生物細胞の付着特性を理論的に予測するモデルを構築することで、これらの付

着をそれぞれコントロールすることに挑戦しています。

私は昨年度まで東北大学大学院農学研究科に所属していました。ここでは、微生物による廃水処理やエネルギー生産を行うために、微生物の付着しやすい担体材料の開発や、付着に関わる材料表面性状の解析などに取り組んでいました。これらの研究は抗菌性が求められる生体材料とは目的も材料も異なりますが、微生物の付着特性を予測しコントロールするという目的は共通しています。言い換えると微生物の付着特性を明らかにするという事は、感染症の予防や環境浄化、食品やエネルギーの生産など様々なバイオテクノロジーに関わる重要な課題であると言えます。

## 研究内容と進捗

液中に分散する微生物細胞はコロイド粒子と似た挙動を示すと考えられており、材料表面や微生物細胞表面の疎水性や電荷、表面自由エネルギーといった物理化学的性状から様々な付着予測モデルが提案されています。しかしこれらのモデルは、清浄で乾燥した材料表面性状のデータを元に計算されており、実際にはモデルに従わないケースが多く見られます。例えば生体材料が体内に入ると組織細胞や微生物よりも先に、血液などに含まれるタンパク質などが材料表面に吸着し薄

い層を形成しますが、これらのタンパク質層は材料表面性状を変えてしまいます(図1)。

そのため組織細胞や微生物の付着を予測するためには、①材料表面とタンパク質の付着性、②タンパク質層と組織細胞および微生物細胞の付着性、といった2つのプロセスに分けて考察する必要があると考えられます(図2)。現在は、液中の材料表面やタンパク質層の表面性状を正確に評価するための新しい分析方法の開発に挑戦しています。

## 今後の展開

上記で紹介した微生物の付着モデルは、微生物細胞を非生物コロイドとして扱っており、生物としての特徴は全く考慮されていません。当然実際の微生物付着には、微生物の持つ生き物としての特性も影響していると考えるのが自然ですが、具体的にどんな特性が影響しているのかは未だ明らかになっていません。本研究では微生物細胞を材料化学的に評価する一方で、材料表面から抗菌成分や栄養成分を放出したらどうなるのか、微生物の運動性をなくしてみたらどうなるのか、といった微生物学的な評価も同時に行うことで、非生物的要素と生物的要素それぞれが付着性に与える影響を詳細に解析していきます。

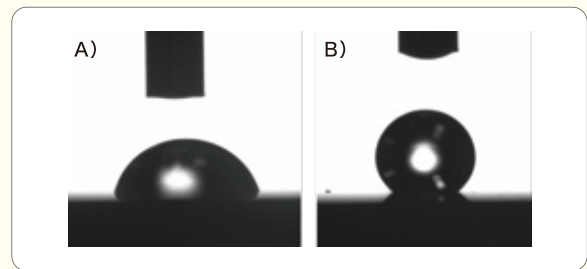


図1 タンパク質などの吸着が材料表面性状に与える影響  
[A]蒸留水および[B]細胞培養用培地に浸漬したチタン材料の蒸留水中におけるジヨードメタン接触角]

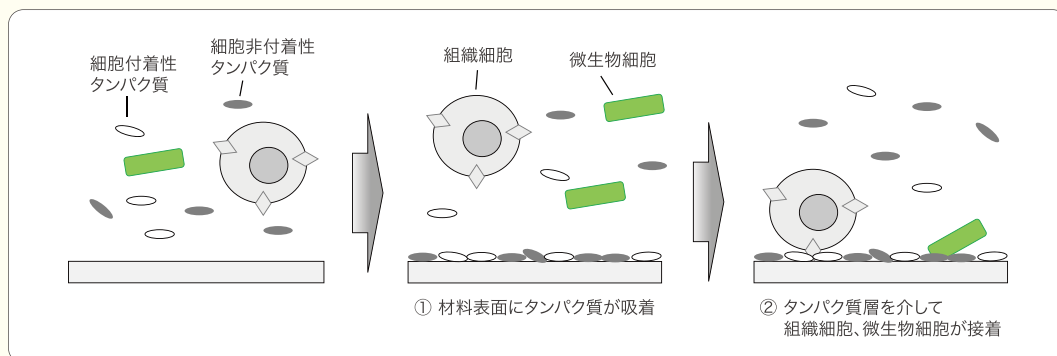


図2 生体内における組織細胞および微生物細胞付着のフロー

## 環境科学研究科本館、 「ZEB Ready」を取得

環境科学本館は、「効率的な自然換気」や「自然採光の確保」といったパッシブな省エネルギー手法を取り入れた、環境に配慮した建物です。2022年1月27日、この本館が「ZEB Ready (ゼブレディ)」の認証を取得しました。ZEB (ゼブ)とは Net Zero Energy Building の略称で、快適な室内環境を実現しながら、建物で消費するエネルギーをゼロにすることを指した建物※を意味します。ZEB には、省エネルギーの達成状況に応じて4種類があり、今回本館が取得した「ZEB Ready」は、年間のエネルギー消費量を基準値と比較して50%以上削減できることが判断の基準となります。国土交通省「令和3年度既存建築物省エネ化推進事業(省エネルギー性能の診断・表示)」を活用し、省エネ性能の診断を受けたところ、本館のBEI(エネルギー消費性能)は0.44となり、年間エネルギー消費量を基準値より56%削減していることが示されました。

2050年カーボンニュートラルの実現に向け、ZEB導入の機運が高まっています。環境科学研究科では、土屋研究科長をセンター長とする「環境研究推進センター」が中心となって「みやぎZEB研究会」を組織し、県内のZEB普及促進に努めています。

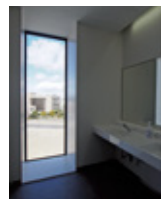
※環境省、「ZEB PORTAL」  
(2022年2月14日取得、<https://www.env.go.jp/earth/zeb/index.html>)



環境科学研究科本館



自然換気を行うソーラーチムニー

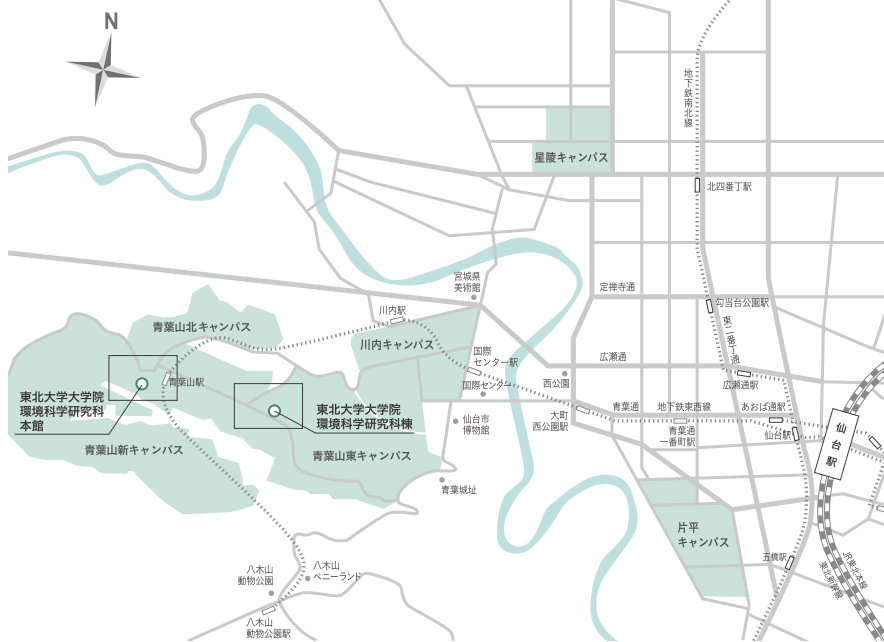


窓からの自然採光

### 環境科学研究科本館の省エネルギー対策

外皮の高断熱化	外壁・屋上部分の断熱材を強化するとともに、ルーバー状の庇を設けることにより室内の冷暖房にかかる消費エネルギー量を削減しています。
高効率ヒートポンプエアコン	エネルギー効率の高いエアコンを採用することにより、冷暖房時の消費エネルギー量を削減しています。
効率的な自然換気	建物北側の東西2ヶ所に設けられた「ソーラーチムニー」では、太陽熱による温度差から生じる上昇気流を利用し、動力を使用しない自然換気を行い、夏場の冷房にかかる消費エネルギーを削減しています。
LED照明の制御	全ての照明器具にLEDを採用し、トイレ・階段などに人感センサーを用いた点滅制御を導入することで、照明による消費エネルギー量を削減しています。
自然採光	トイレ・階段・廊下など居室以外の諸室にも窓を設置し自然採光を行い、照明器具の照度を下げることで消費エネルギー量を削減しています。

### アクセス



### 青葉山新キャンパス



#### 【JR仙台駅からのアクセス】

仙台市営地下鉄 東西線「八木山動物公園駅」にて9分「青葉山」で下車(250円)南1出口 徒歩5分

### 青葉山東キャンパス



#### 【JR仙台駅からのアクセス】

仙台市営地下鉄 東西線「八木山動物公園駅」にて9分「青葉山」で下車(250円)北1出口 徒歩10分

## News Letter

環境科学研究科ニュースレター NO.23 / 2022年3月発行  
表紙:「開発が進むモンゴル国エルデネット鉱山」  
国の外貨の半分近くを稼ぎ出す、枯渇と環境問題を抱える。

### 東北大学大学院環境科学研究科

Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

【環境科学研究科本館】〒980-8572 仙台市青葉区荒巻字青葉468-1  
TEL 022-752-2233(総務係) FAX 022-752-2236  
<http://www.kankyo.tohoku.ac.jp/>

