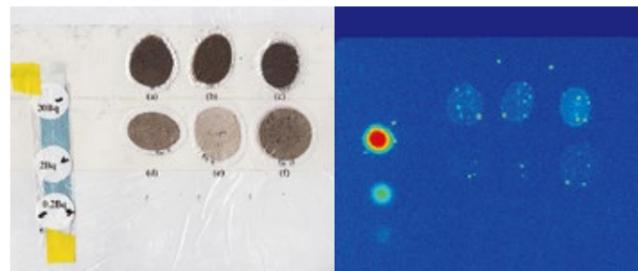


# 第三のセシウム

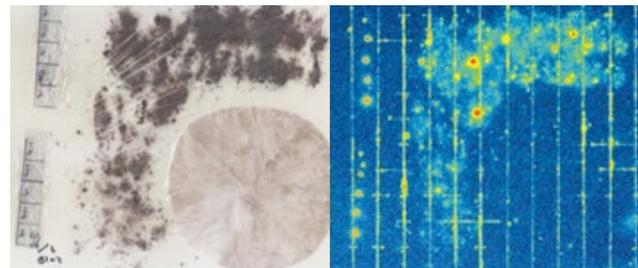
東電福島第一原発事故で放出された放射性物質について、水溶性セシウム、粒子に吸着した吸着態セシウムについて様々な検討が行われてきましたが、これらに当てはまらないセシウムボールの存在が指摘されています。

2011年3月の東電福島第一原発事故によって沈着した放射性セシウムは、森林からの流出量が小さいと報告されています。森林から流出する放射性セシウムは水に溶けた溶存態と粒子に吸着した吸着態に分けられ、流出のほとんどが吸着態です。他方、吸着態でもなく溶存態にもならないセシウムボールと呼ばれる形態の放射性セシウムが報告されています。私たちは、森林にどの位セシウムボールが存在するかを評価してみました。

河川水から採取した懸濁物の放射能をイメージングプレートという技術で可視化すると、吸着態の放射性セシウムよりも放射能の高い粒子が含まれていました。この粒子を単離し、粒子断面をエネルギー分散型X線分光法で元素分析しました。図に示した粒子では、シリカ(Si)や酸素(O)が多く含まれ、ケイ酸塩鉱物が主に見えますが、同時に放射能の原因となるセシウム(Cs)やNa、Clも検出されました。また、この粒子では、セシウムが粒子表面(断面周縁)に吸着するのではなく、粒子全体に分布していました。



河川水懸濁物を濾過した試料の放射能可視化例  
(左が写真、右がイメージングプレート検出結果。(a)の右下部や(f)の下方にある輝度(放射能)の高い部分がセシウムボールを疑われる部分。)

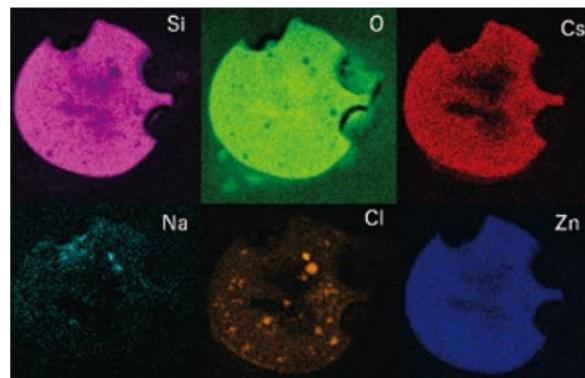


河川水懸濁物を濾過した試料の放射能可視化例  
(左が写真、右がイメージングプレート検出結果。右図中央部上方の赤い点(放射能が高い)がセシウムボールを疑われる部分)



生物・環境工学専攻  
環境地水学研究室  
にしむら ひろあき  
西村 拓 教授

河川水懸濁物と土壌からセシウムボールを分離・収集し、酸や電解質溶液で溶解し、試料の放射能に占める吸着態セシウムとセシウムボールの寄与を推定したところ、懸濁物、土壌共にセシウムボール由来する放射能は全放射能の12%から13%程度となりました。この結果をもとに、森林から河川へと流出するセシウムボールの量を推定したところ、吸着態の放射性セシウムの流出と大差なく、セシウムボールも含めて沈着したセシウムの大部分が今も森林内に残存していると考えられました。今後は、形態の違いが動態にどう影響するかを明らかにしていく必要があると考えられます。

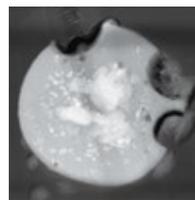


セシウムボールの走査型透過型電子顕微鏡観察とエネルギー分散型X線分光法分析例  
東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻小暮研究室にご協力いただきました。

## 教えて! Q&A

### セシウムボール

セシウムボールは、放射性セシウムを包含した微粒子です。粒子が生成した場所(号機)や日時によって、元素組成や大きさ、形、放射能が異なります。大きさは数μmから数百μmで、原発の近くでは、比較的大きく、異形なものが、遠くでは、小さく球形のものが発見されています。大気粉塵に見られるセシウムを含んだ水溶性塩類からなる粒子を含める場合もあります。この写真は飯館村で採取されたもので、直径3μm程度のものです。



### エネルギー分散型X線分光法

Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS) は、試料に電子線を照射した際に試料から放出される特性X線を検出し、そのエネルギーや強度から元素やその濃度を調べる分析法です。多くの場合、電子顕微鏡に付属し、観察した試料の元素分析を行います。



詳しくはこちら、<http://soil.en.a.u-tokyo.ac.jp/>

# 目指すは現場と大学の二人三脚

現場と大学の繋がりは農学教育の学習環境の強化に繋がります。東日本大震災、コロナ禍を経て、教育手法の再構築が求められています。FPBLで新たな人材と技術の醸成を目指しています。

東日本大震災やコロナ禍など次々と社会で発生する困難に対して、農学が関わる現場における課題を自ら発見・解決する力を持つ次世代の担い手教育が、ますます重要になってきています。

私達はこういった学習をFPBL (Field & Project-Based Learning) として提案・実践しています。FPBLとは、PBL (Project-based Learning: 解決すべき問いや仮説にプロジェクトとして取り組む学習プログラム) に「現場重視 (Field-based)」の要素を加えたもので、現場 (実践フィールド) からの課題抽出から始まり、多様で多属性な人材が集まるグループの中で考え、議論し、動きながら、最終的な現場への結果の還元に至るまでを実現可能な人材育成を目標としています (図1)。

学生が現場において能動的に学習に取り組むFPBLを実施するためには、インストラクショナル・デザイン (教育活動の効果と効率と魅力を高めるための設計、以下: ID) が必要です。IDでは教育内容だけでなく、その評価方法も重要とされており、我々の取り組みでは知識の伝達だけに留まらない多角的な指標 (対象地域への愛着や自己効力感の向上など) (図2) による評価を目指しています。

FPBLの枠組みを活用した農学教育を考えると、現在の福島は大変重要な地域です。震災から10年経った今、福島の農業現場は新たな試みや挑戦、そして課題に溢れています。現場と大学が二人三脚でそれらの課題に臨み、そのプロセスの中で次世代の若者が学んでいくことにより、福島が復興の地から人材と技術が生まれる新たな農業の揺籃の地として発展していく未来を描いています。



蕎麦畑の水はけ問題を解決するための研究プロジェクトで、学生と共に土壌センサーを設置する溝口勝教授 (国際情報農学研究室)



除染後の農地の排水性能を上げる暗渠くろいずみに使用する粗朶くろくづくりを現地農家の方、NPOボランティアの方、多大学の学生との協働で行う

比較項目	Subject-Based Learning (SBL)	Project-Based Learning (PBL)	Field & Project-Based Learning (FPBL)
様式	知識入力型	課題解決型	フィールドにおける課題解決指向型
学習期	基礎→応用	仮説と検証	現実的/実践的な解決策を求める仮説と検証の繰り返し
回答	1つ	複数	複数の可能性を探索しつつフィールドに合わせて設定と調整
目的	用意された回答に辿り着く	解決までの過程自体が目的	課題の抽出、回答の設定、その後の調整までを含めた過程が目的
学習者	基本的に一人	一人〜グループ	一人〜グループ(かつ多属性)
方法	板書	ディスカッション	フィールドにおけるトライ&エラー
フィールドワーク	無し	場合によっては	必要不可欠

図1: FPBLと従来のSBLおよびPBLの特徴比較

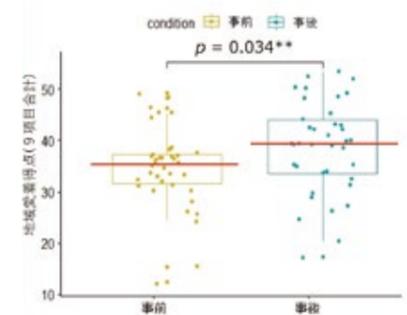


図2: 学習プログラム参加者の訪問地域への愛着の事前・事後比較

## 教えて! Q&A

### PBL

PBL (Project-based Learning) は、近年文科省が重きを置き始めている学生の能動的な学習 (アクティブラーニング) 手法の中でも、「実世界に関する解決すべき複雑な問い、仮説をプロジェクトとして解決していく学習プログラムとプロセス」として注目されています。PBLについては、例えば将来に対する態度の変化やモチベーションの変化、参加者の学習対象への多面的な理解と学習への積極性に繋がるとされており、教育学の分野ではその効果的な教育プログラムへの取り入れと共に活発に議論が行われ始めています。

### ID

ID (Instructional Design) は、教育者の経験や勘、自己流によって形成されてきた教育手法と学習環境の設計に、学びの「効果・効率・魅力」の向上を目的とした設計理念を取り入れた手法の総称です。教育学研究者のロバート・メーガーは①何を学んで欲しいのか (学習目標)、②学んだかどうかをどのように判断するのか (評価方法)、③学びをどのように助けるか (教育内容) の3つを確認し、教育活動の改善と向上に資する考え方を提唱しています。農学教育にもこれらの知見を取り入れ、学びの環境を設計・評価・改善していく必要があります。

詳しくはこちら、<http://madeiuniv.jp/fukkouchi/>