

令和元年度 高校生科学教育大賞 活動報告書

「藻類を活用した汚染水中の放射性物質の除去を目指して」

福島成蹊高等学校 遠藤瑞季

1. 背景・目的

8年前に福島第一原子力発電所の事故が発生した。この事故をきっかけに先輩方は、事故後拡散した放射性物質が微小生物にどのような影響を及ぼしたのかを調べるため学校近くの茶屋沼で微小生物調査を行ったところ、ミカヅキモ(*Closterium moniliferum*, 図1)を発見した。論文¹⁾の中に、ミカヅキモの末端空胞部分に Ba^{2+} や同じアルカリ土類金属である Sr^{2+} を分離固定する仕組みが記述されていた。また、島根大学の 大谷修司先生に提供いただいた、ミカヅキモの種の中で最も大きな細胞を持つミカヅキモ(*Closterium lunula*, 図2,3)も Sr を吸収するのではないかと考えた。そこで、自ら培養した *C. moniliferum* と *C. lunula* を利用し、汚染水中の $^{90}Sr^{2+}$ を処理することで福島の復興に少しでも貢献したいと思い、先輩方から引き継ぎ研究を進めている。

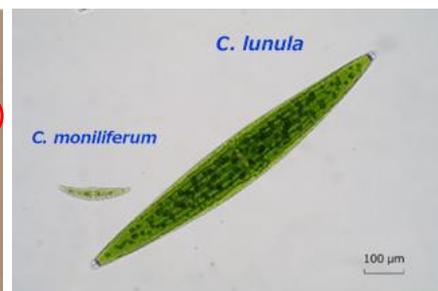
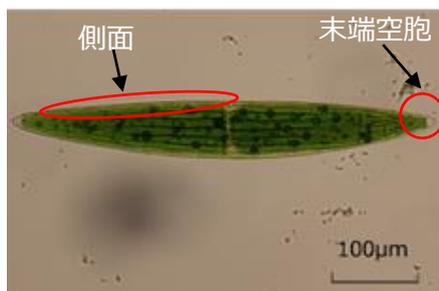
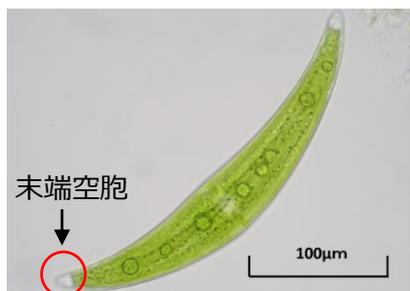


図1 *Closterium moniliferum* 図2 *Closterium lunula*

図3 *C. moniliferum* と *C. lunula*

先行研究では、ミカヅキモが $SrCl_2aq$ 中の Sr^{2+} を効率よく吸収する条件を検討したいと考えた。実験方法は、ミカヅキモ(*C. moniliferum*, *C. lunula*)を、植物インキュベーター内($20^{\circ}C \pm 3^{\circ}C$)において赤色(640 nm)、白色、青色(450 nm)、緑色(525 nm)の4色のLEDの照射距離を変えて照射し、それぞれの $SrCl_2aq$ 中の Sr^{2+} 吸収量の定量をした。また、 $SrCl_2aq$ のみをコントロール、 $SrCl_2aq$ にミカヅキモを投入したものをサンプルとし、コントロール中の Sr^{2+} の濃度からサンプル中の Sr^{2+} の濃度を差し引いて、ミカヅキモが吸収した Sr^{2+} 量を間接的に定量した。その結果、*C. moniliferum* の吸収量が $16 \pm 1.1ng/cell$ 、*C. lunula* は、 $279 \pm 27ng/cell$ となり、効率の良い吸収には赤の波長が効果的であることが分かった。また、先輩方が、ミカヅキモの末端空胞部分に Sr^{2+} を吸収す

るのか確かめるため、福島大学に依頼し、高分解能走査型電子顕微鏡(SEM-EDX)で観察を行った(平成26年8月~28年3月)。観察の結果、*C. moniliferum* は末端空胞部分で、*C. lunula* は細胞全体で Sr^{2+} を吸収している可能性が高まった(図4,5)。

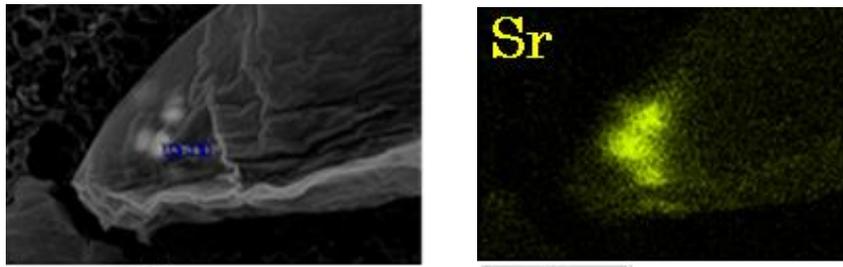


図4 *C. moniliferum* とその末端空胞 SEM像とマッピングデータ 平成26年8月20日 福島大学

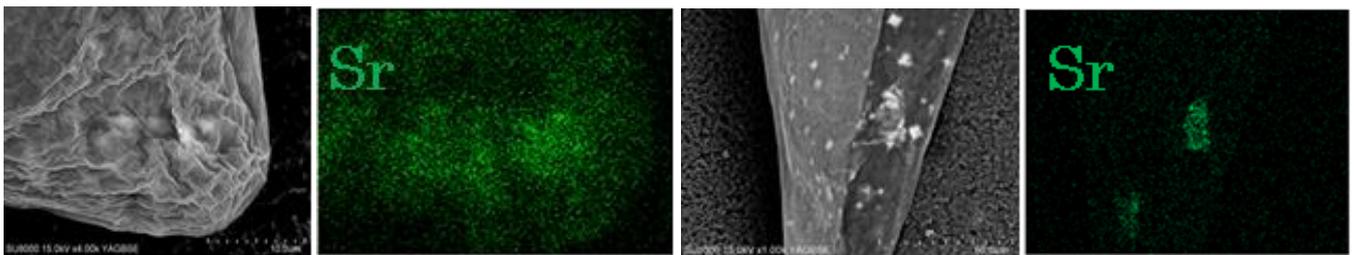


図5 *C. lunula* と末端空胞・側面 SEM像とマッピングデータ 平成28年3月16日 福島大学

さらに、光学顕微鏡を用いて $SrCl_2$ aq(0.10 mM) に投入前と投入後の *C. moniliferum*, *C. lunula* の観察を行った(図6,7,8,9)。ミカヅキモがもつピレノイドという部分は、周囲がデンプンでできているため、ヨウ素溶液を垂らすと青紫色に染色される。このことを利用し観察する際、顆粒と見分けるためにヨウ素溶液で染色した。その結果、 $SrCl_2$ aq(0.10 mM) に投入していた *C. moniliferum*, *C. lunula* の末端空胞部分にヨウ素溶液に染色されない顆粒が確認された(図7)。

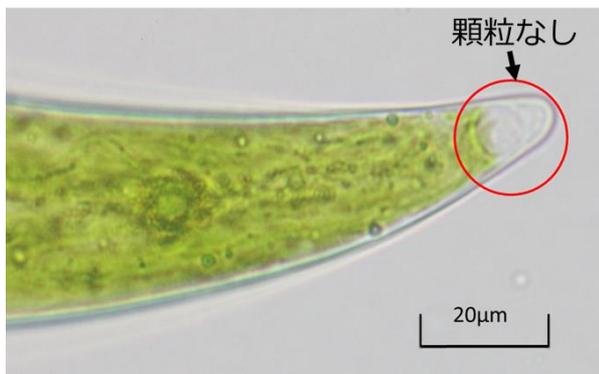


図6 投入前の *C. moniliferum*

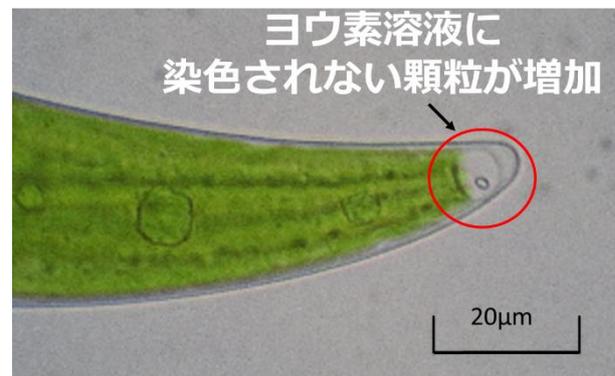


図7 投入後の *C. moniliferum*

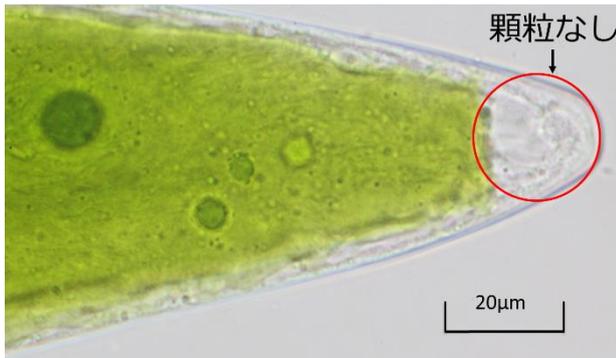


図8 投入前の *C. lunula*

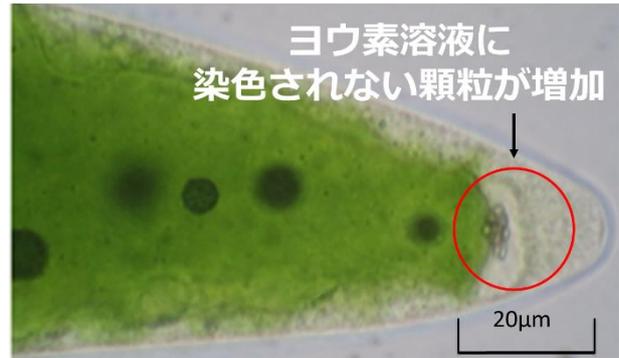


図9 投入後の *C. lunula*

私たちは、「安定ストロンチウム測定法の比較と検討」²⁾の方法で測定用の試料液を作製し、原子吸光光度計(Shimadzu AA-6300 ファーネス)を用いて、ミカヅキモが細胞内に実際どのぐらい Sr^{2+} 吸収をしているのか直接的に定量したいと考えている。また、朝日新聞(2019年8月9日)の記事³⁾に汚染水タンクが3年以内に上限に達するとの記事があったため、藻類での汚染水処理が現実になるように研究をさらに発展させたい。

1) Krejci et al. J. Struc. Biol. 176, 192 (2011)

2) 新潟県放射線監視センター年報 第5巻 2007 「安定ストロンチウム測定法の比較検討」

3) 令和元年8月9日 朝日新聞朝刊

2. 活動実績

I. 第9回 高校生バイオサミット in 鶴岡 での研究発表

令和元年7月29日(月)~31日(水)の三日間にわたり、山形県鶴岡市にある慶應義塾大学先端生命科学研究所にて行われた第9回高校生バイオサミット in 鶴岡の成果発表部門でポスター発表を行った。昨年は、アミドロを用いた海水中の有用な金属イオンの回収について発表したが、今年は、ミカヅキモを用いた汚染水処理の実現に向けた研究について発表した。昨年の発表では、相手に上手く自分たちの行っている研究について伝わらず悔しい思いをした。しかし、今年は昨年よりも相手を納得させる発表をすることができ、自分たちで行ってきた研究が評価されて

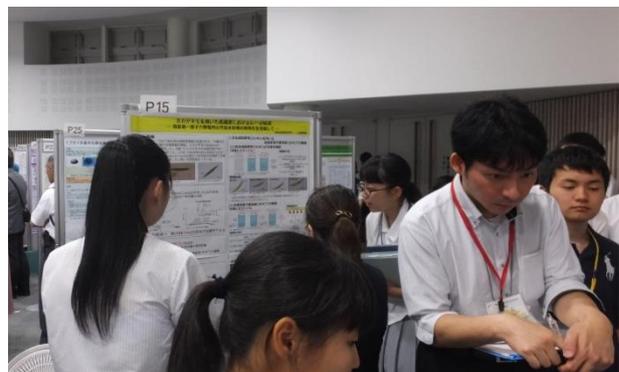


図10 ポスター発表の様子

嬉しかった。また、昨年先輩が受賞した審査員特別賞を受賞できた。私は、このバイオサ

ミットで一番、自分自身で成長を感じられた大会となった。

Ⅱ. 第 16 回高校化学グランドコンテストでの研究発表

令和元年 10 月 26 日(土)、27 日(日)の二日間にわたって、第 16 回高校化学グランドコンテストが大阪市立大学にて行われた。今年は、全国から過去最多となる 130 チームが参加し、私たちは一次審査を通過した中から 10 チームが選ばれる口頭発表に出場することが決まった。優秀な成績をおさめたチームは台湾で行われる TISF(Taiwan International Science Fair)又はシンガポールで行われる ISYF(International Science Youth Forum)に招待される。口頭発表は英語でプレゼンテーションをするため、審査の結果が発表されてから、スライドを英語に直す作業と英語での発表練習が始まった。初めて英語で発表するため、まずは日本語の意味と英語の意味を確認するところから始まった。また、意味を理解するだけでなく、発音にも気を付けて練習をした。発表前日のリハーサルは、チームワークが良くなく、お互いにサポートできない部分が多くあった。そのため、前日の夜遅くまで、時間の配分や困った時はどのようにしてサポートするなど話し合った。本番は、途中でスライドが動かなくなるなどトラブルもあったが、チームで協力して、練習の成果を発揮することができた。結果、文部科学大臣賞を受賞できた。

口頭発表が決まってから、台湾の国際大会に参加することを目指して頑張ってきた。台湾の国際大会に参加できることが決まった時は、今まで先輩たちが積み重ねてきた 8 年間の研究に対する思いを世界に伝えられるように頑張りたいと感じた。



図 11 口頭発表の様子



図 12 表彰式の様子

Ⅲ. TISF(Taiwan International Science Fair)での研究発表 環境工学部門 2等賞!

令和 2 年 2 月 3 日(月)～ 7 日(金)まで、台湾 (台北) の National Taiwan Science Education Center で行われた Taiwan International Science Fair に日本代表として参加

した。初日に、私たちのブースを作成し、ウェルカムパーティー、2日目にオープニングセレモニー、アイスブレイクイベント、3日目にポスター審査、現地ツアー、4日目に一般公開、5日目に表彰式と盛りだくさんだった。ウェルカムパーティーでは、私たちは、日本舞踊を披露し、福島について紹介した。紹介の中ではけん玉を披露した。発表は好評で、私たちの発表を見て「日本に行きたくなった」と言ってくれた高校生もいた。

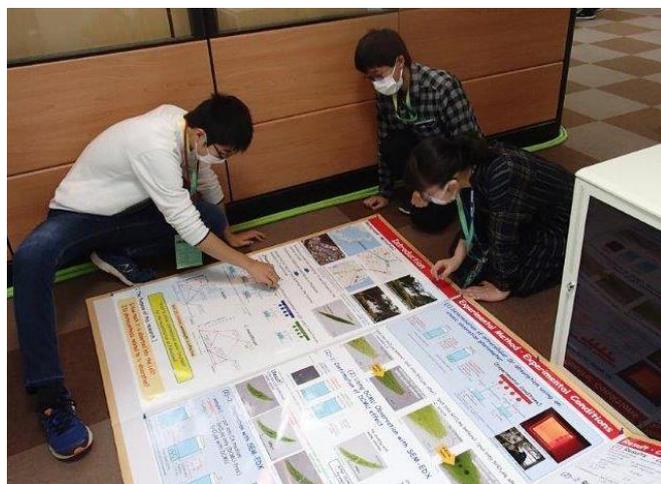


図 13 ポスターの準備の様子



図 14 披露した日本舞踊

ポスター審査では、今まで練習してきたことを今回の発表で精一杯発揮できるように頑張った。発表はいつも通りでき、質問が始まるとチームのみんなで質問を聞き、理解できた人が答えるようにした。また、お互い分からない単語はチームの中で確認したりし、相手の質問に答えようと協力して取り組んだ。また、一番驚いたことは、先生たちが私たちの机の上に置いていた研究ノートや先輩方が書いた論文、茶屋沼で採集した藻類の写真を見て、「あなたたちの実験は大変だね」と声をかけていただくなど、高い評価をいただいた。私はそれを聞いて、「今まで先輩たちがやってきた記録や積み重ねがあってここまでやってこれたんだ」と改めて感じた。今日の発表は今までの中で一番力が発揮できたと感じた。

一般公開では、私たちの発表には予想以上に多くの方が聞きに来てくれ、ほとんどの時間を発表に使った。また、発表の中で現地の高校生たちとお互いの研究について話したり、プレゼント交換をした。また、聞きに来てくれた高校生と写真を撮ったりもした。私たちの発表を聞いて「とても面白い」や「いつから研究を始めましたか」と聞かれて「8年前からです」と答えると、とても驚いていた。私たちは今回の発表を通して、英語での発表に戸惑ったり、不安なことがたくさんあったが、発表をしてみると、徐々に発表が楽しくなり、さらにコミュニケーションを取ってみたいと感じることができた。



図 15 ポスター発表の様子



図 16 他校の生徒との集合写真

最終日に表彰式があった。日本を出発する前は「金賞を絶対にとる」という気持ちで練習に取り組んできた。4位、3位が発表されていき、2位のところで私たちの名前が呼ばれた。呼ばれた瞬間は、うれしい気持ちと少し悔しい気持ちの両方が込み上げてきた。なぜなら、ポスター発表の中で質問に答えることができ、今まで書いてきた研究ノートや先輩



図 17 表彰式の様子

たちが書いてきた論文、自分たちで撮影した顕微鏡写真が評価され、しっかりと日頃実験を行っていることが伝わったからである。しかし、今回金賞が取れなかったのは、英語で説明することや相手の意図を正確に読み取る力が不足していたからだとも感じた。今回の大会を通して、海外の人の優しさに触れた。英語がうまく話せなくて相手の話が分からないときは、携帯を使って写真を見せて話したり、英語の単語が聞き取れないときは日本語ではどういう意味なのか教えてくれたりと、コミュニケーションが取れるようにサポートをしてくれた。そのため、英語でコミュニケーションを取ることにあまり抵抗を感じなくなり、さらに英語を勉強してもっとコミュニケーションを取ってみたいと思った。

3. 謝辞

当活動は、バイテク情報普及会による支援を受けて実施することができました。先輩たちが始めた研究活動を念願であった世界に向けて発信できました。厚く御礼申し上げます。