

SSH通信

科学技術の発展を担う高い志を持った「人財」の育成を目指す

つるなんSSH通信 第17号 (平成27年11月)

鶴翔アカデミアを行いました

9月18日(金)本校の1、2年生を対象に「鶴翔アカデミア」が開催されました。大学から、様々な専門の先生方においていただき、講義を受講することにより学問に対する興味関心を高め、また自分の進路について考える機会として実施しています。

4つの大学より13名の先生方をお招きし、それぞれの講座に分かれて各2回の講義を行っていただきました。生徒は講座を2つ選択し、午前と午後で90分ずつの講義を受講しました。専門性の高い講義が行われ、興味関心のある分野や進路希望について具体的に知る機会となりました。

1	文化学	“Talking about Japanese and American Food” 山形大学 地域教育文化学部 ジェリー・ミラー 准教授
2	法学	“法は親をどう決定しているか—法とその外にあるもの” 山形大学 人文部 高橋良彰 (たかはし よしあき) 教授
3	経営学	“マネジメント入門～組織を管理する事とは” 新潟大学 経済学部 有元知史 (ありもと さとし) 准教授
4	心理学	“無意識の心理学” 東北大学 文学部 大淵憲一 (おおぶち けんいち) 教授
5	歴史学	“山形の地域史” 山形大学 人文学部 岩田浩太郎 (いわたこうたろう) 教授
6	医学	“身近な血液の病気(貧血)” 山形大学 医学部 加藤裕一 (かとう ゆういち) 講師
7	薬学	“薬学と創薬研究” 東北大学 薬学部 土井隆行 (どい たかゆき) 教授
8	理学 療法学	“腰への負担を考える” 県立保健医療大学 理学療法学科 永瀬外希子 (ながせ ときこ) 助教
9	電気情報 物理学	“秘密計算を実現する暗号? トコ” 東北大学 工学部 水木敬明 (みずき たかあき) 准教授
10	建築学	“工学の中の都市・建築学の特徴と魅力” 東北大学 工学部 佐藤 健 (さとう たけし) 教授
11	天文学	“宇宙誕生の様子を、宇宙を観測することで探る研究の最前線” 東北大学 理学部 服部 誠 (はっとり まこと) 准教授
12	地学	“マグマオーシャンと地球内部進化” 東北大学 理学部 鈴木昭夫 (すずき あきお) 准教授
13	農学	“嫌気性微生物の特徴とその応用” 山形大学 農学部 加来伸夫 (かく のぶお) 教授

SSH夏の活動報告

今年の夏、大阪で行われたSSH生徒研究発表会や鶴岡市で開催されたバイオサミットなど本校の生徒が研究の成果を発表する機会を多く得ました。

科学部 全国高等学校総合文化祭自然科学部門 出場

滋賀県で開催された全国高等学校総合文化祭自然科学部門で本校科学部の生徒が発表を行いました。

2011年より科学部として継続している水田土壌における微生物発電に関する研究について、研究内容や経過について取り上げます。

研究の経過と目標

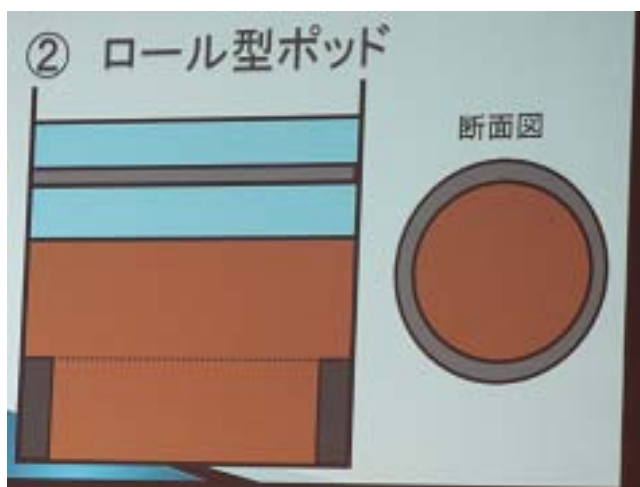
土壌中の微生物が、有機物を電子、水素イオン、二酸化炭素に分解します。その後電子は負極から正極まで移動した後に、水中の酸素と水素イオンと結びついて水となります。この発電様式から、微生物発電はクリーンエネルギーとして注目されています。

前年度までの研究で、実際に水田を利用してLEDを発光させるほどの発電に成功しました。この発電装置を実用化するには2つの大きな課題がありました。一つ目は発電方法には極端に低い発電量、二つ目は設置にかかる莫大なコストです。そこで今年度の研究はこの二つの課題を克服することを目標としました。

①発電効率について

微生物発電と発電様式が類似している燃料電池では、正極と負極の距離が近いほど発電量が高くなることから、微生物発電においても同様の結果が得られると仮説を立て、実験を行いました。

結果 極板距離と発電量には相関性が見られず...



②設置コストについて

水田に現状の発電装置を設置するには、一度水田の土を取り除いてから負極を設置し、また土をかぶせるということも大がかりな土木工事が必要となります。このことから、より簡単に設置でき、かつ今までと同じ発電量を保てるような負極の形状を検討しました。

- ・電極素材を細かく砕いた粉末型ポッド
→発電効率の著しい低下
- ・負極を円筒型にして土に埋め込むロール型ポッド
→従来型よりも発電効率が向上

次の研究課題

今年度の研究結果に対し、より大きい規模での実験を行うことで実用性をより高められるようにしていきたいと思っています。また微生物の特徴からセルロース分解細菌の可能性が示唆されました。これからは発電微生物の発電の仕組みにセルロースがどう関係しているか調べていく予定です。

総文祭に参加して

全国の高校生たちのレベルの高い研究を肌で感じ、とても良い刺激になりました。また、自分たちでは気づくことができなかつた足りない点を指摘していただき、これからの研究をより発展させていけるよう今回の経験を活かしていこうと思います。

バイオサミット & SSH生徒研究発表会

本校から参加しているTNP研究生が鶴岡市で開催された高校生バイオサミットおよび大阪市で開催されたSSH生徒研究発表会において研究成果を発表しました。

バイオサミットを終え、3年間の活動を振り返って

TNP研究生3年 大戸麻矢

アカハライモリの再生について研究したい！！これを叶えるために特別研究生となり、3年間研究させていただくことができました。研究は思い通りにいかない事の方が多く、挫折しそうにもなりました。しかし、試行錯誤しそれを乗り越えた先で多くの事を学ぶことができましたし、自分が興味をもった事を研究する楽しさを知ることができました。また、研究対象であるアカハライモリ自体をさらに好きになりましたし、再生能力について今後も研究したいという気持ちが強くなりました。

これまでの研究の成果をバイオサミットで発表したところ、審査員特別賞をいただくことができました。これはSSHで多くの場で発表させていただけたことも大きく関わっていると思います。しかしもっと上の賞を目指していたため、正直とても悔しかったです。この悔しさを忘れずに大学でもイモリの研究を続け、研究をさらにレベルの高いものにしていきたいです。

将来は研究者となり、再生医療に貢献し、鶴岡に戻ってきたいと思っています。最後になりますが、このように高校生が研究できる環境を頂けたことに深く感謝しています。また、先生方や友達の応援が辛いときの心の支えとなりました。ありがとうございました。この経験を生かしこれからも夢に向かって頑張ります。



SSH生徒全国発表に参加して

TNP研究生1年 苑原雄也

SSH発表会で大阪に行かせていただき、たくさんの興味深い研究成果を見ることができました。各校、さまざまな分野にわたって研究が行われており、知識を得るとともに、研究の手法なども大変参考になりました。ポスター発表の仕方についても参考になる部分はたくさんありました。声に抑揚をつけることや、質問への返答の仕方など様々なコツを学ぶことができ、私が発表をする際に活かしたいと思いました。これらの経験を活かして、今後の研究に励み、今度は自分の研究で良い発表ができるよう頑張っていきたいと思っています。

熱い探究心は後輩へ



研究テーマ：エオサイト説

TNPの活動で生命の起源についての研究をしています。「私たち真核生物の先祖が古細菌という生き物の一部なのではないか」というエオサイト説の実証を目指しています。

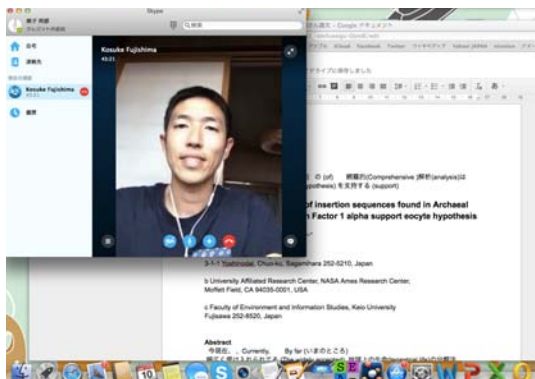
私は幼い頃から宇宙や生命科学に興味があり、研究をしてみたいと思っていました。高校に入りTNPの活動に出会えたことで自分の好きな研究をすることができているので、感謝とともに嬉しさを感じています。

SkypeでNASAの研究者からアドバイス

慶應義塾大学先端生命科学研究所の方に、アドバイザーとして以前先端研にもおられ、現在NASA Ames研究所に勤務されている藤島皓介さんを紹介していただき研究を進めています。

藤島さんは土星の衛星であるエンセラダスの生命探査のプロジェクトに関わられている方です。

アメリカと日本ということで直接お会いして研究の指導をしていただくことはなかなかできませんが、週に1度、Skypeを使ってミーティングをしています。その時に研究の具体的なアドバイスをいただいたり、英語で書いた論文のチェックをしていただいたりします。



毎週土曜日にSkypeを使い
アドバイスをいただきます

古細菌から紐解くエオサイト説 -私達の遠いご先祖はだれだ?-

鶴岡南高校 2年 岡部晴子

ABSTRACT

現在一般的に支持されている地球生命の分類法は生物をバクテリア、古細菌、真核生物に分類する3ドメイン説と呼ばれる説である。しかし近年、真核生物は、実は古細菌の一部の枝から派生したのではないかと「エオサイト説」が浮上り、進化学者の間で話題になりつつある。その根拠はタンパク質のアミノ酸配列とされており、特にEF1aにおける挿入配列が有力である。

図1. 3ドメイン説とエオサイト説の比較

近年、環状ゲノムの解析によりDPANNと呼ばれる古細菌の中でも比較的早く分岐したとされる原始的なグループが新たに発見された。さらにLokiarchaeaと呼ばれる真核生物に最も近いとされる古細菌が今年発見されたことから、私は挿入配列の有無をDPANNやLokiarchaeotaを含めた古細菌において網羅的に調べた。

手法と結果

計63種のEF-1a/EF-Tuタンパク質における挿入配列の解析

図2に示すように、NCBIから取得した配列をClustal Omegaでアライメントのち、描画ソフトを用いて確認した。

- 7アミノ酸の挿入配列がKorarchaeotaを除く古細菌のTACK上門と真核生物において非常によく保存されていた
- 真核生物の祖先に最も近いとされている古細菌Lokiarchaeotaでは4種全てにおいて挿入配列が見られた

7アミノ酸の挿入配列が古細菌と真核生物をつなぐ重要な指標であることが再確認できた

- ナノ古細菌の1種Nanosidianus stetteri Nst1において7アミノ酸の挿入配列が見つかった(右図の●)これはナノ古細菌で挿入配列が見つかった初の例である
- 一方で近縁のナノ古細菌のNanoarchaeum equitansには挿入が見られなかった

N. stetteriが水平伝播で挿入配列を後から獲得した、あるいはナノ古細菌の進化の過程でN. equitansで抜け落ちたのではないかと考えられる
- この挿入配列部位はアミノ酸の種類や長さの多様性がある程度許容している

最尤法を用いた63種のEF-1aタンパク質の系統樹の作成

マルチプルアライメント結果をもとに、PhyMLというソフトを用いて最尤系統樹を作成した。(JTTモデル)

- ナノ古細菌以外のDPANNでは挿入配列が全く見られなかった
- DPANNやユウリ古細菌が分岐する以前では配列の挿入はなかったことが系統樹の結果から裏付けられた。

図3. EF-1a/EF-Tuタンパク質配列の系統樹と各グループの位置付け

↓今回の結果から新たに予測されたEF-1aにおける挿入配列の起源

古細菌EF-1aの立体構造における挿入配列の確認

PyMOLというソフトを用いて、クレン古細菌の1種Sulfolobus solfataricusのEF-1aの立体構造を基に、挿入配列の場所を確認した。

- 挿入配列=赤の領域→αヘリックス構造
- 挿入配列のアミノ酸の保存性がある程度高い

翻訳因子に何らかの働きをもたらしているのではないかと推測される。

今後の展望

- 真核生物に最も近いとされるLokiarchaeotaの様々なタンパク質において、真核生物との接点をより詳しく調べる
- 挿入配列が翻訳に与える影響について、構造をもとに詳しく調べていきたい。特に未培養のEuryarchaeotaにおける11アミノ酸の挿入配列に注目する

謝辞

この研究を支援・指導してくださいました、NASA Ames研究所の藤島皓介博士、慶應義塾大学先端生命科学研究所の雷田勝所長、慶應義塾大学の村上慎之介さん、石井千晴さんに感謝申し上げます。

参考文献

Maria CR and James AL. 1996. The Phylogeny of Methanopyrus kandleri. Int. J. Syst. Bacteriol. Vol. 46, No. 1:348-351
Williams TA et al. 2013. An archaeal origin of eukaryotes supports only two primary domains of life. Nature 504:231-236
Rinke et al. 2013. Insight into the phylogeny and coding potential of microbial dark matter. Nature 12352:1-7
Spang A et al. 2015. Complex archaea that bridge the gap between prokaryotes and eukaryotes. Nature 521:173-179.

TNPを通して

これまでの研究を、夏のバイオサミットや鶴岡ゼミ中間発表会などで報告しています。9月には、先端研を訪れた安倍首相夫人の昭恵さんに研究内容を発表する機会もいただきました。

今年のバイオサミットでは賞は頂けたものの力不足で決勝まで残ることができなかったため、来年は決勝に残り、今年以上の成果を残していきたいです。