



Tokyo  
University of  
Pharmacy  
and Life  
Sciences  
Research  
Report

# CERT

THE CUTTING-EDGE RESEARCH AT TOYAKU | 東京薬科大学 研究活動広報誌



**東京薬科大学**

Tokyo University of Pharmacy and Life Sciences

東京薬科大学 イノベーション推進センター

〒192-0392 東京都八王子市堀之内1432-1 TEL: 042-676-5349

<https://www.toyaku.ac.jp/research/>

特集

植物・天然物

ISSUE

06

FALL

2022



特集：

# 植物・天然物

## 植物・天然物研究の魅力

光合成とは、植物などが光エネルギーを利用し、水と二酸化炭素からデンプンなどの有機物をつくる反応プロセスである。光合成の機能は、約28億年前に原核生物であるシアノバクテリアがまず獲得し、そのシアノバクテリアが真核生物の細胞内で共生することで、植物や様々な藻類が葉緑体を得て、光合成を行うようになったと考えられている。光合成のプロセスは光化学系とカルビン回路からなり、光化学系では光エネルギーを利用して水を分解し酸素を放出するが、その際に産生されるATPとNADPHをカルビン回路に渡し、二酸化炭素が固定され、有機物が合成される。近年、光化学系やカルビン回路を構成するタンパクの立体構造が明らかになり、光合成のメカニズムが解明されつつ

ある。光合成の反応過程の詳細を理解し、それを制御できれば、地球規模の課題である食糧問題や二酸化炭素による地球温暖化の解決に大きな福音をもたらすであろう。

また、植物は様々な生物活性を有する二次代謝産物をいとも簡単に生合成する。そして、植物が生産する二次代謝産物が、人々を悩ます病から解放した例も数にいとまがない。たとえば、キク科のクソニンジンより得られたアルテミシニン<sup>1</sup>は、マラリア原虫の駆除薬として人類をマラリアの恐怖から救い、その発見者のトゥ・ヨウヨウ博士はノーベル賞を受賞する快挙を成し遂げた。また、近年、過剰な糖を尿中から捨てればよいという逆転の発想から生まれた糖尿病治療薬（選択的SGLT2阻害薬）は、リンゴの木の樹

皮などに含まれるフロリジレンというジヒドロカルボン配糖体の一種をヒントに開発された医薬品である。さらに、イリノテカン塩酸塩水和物、ピンクリスチン硫酸塩、ピンブラスチン硫酸塩、パクリタキセル、エトポシドなどの抗がん剤は、植物が生産する二次代謝産物をそのまま、あるいは一部構造変換して開発されたもので、現在も臨床の現場で使用されている。植物が生産する天然物は、まさに医薬品資源の宝庫と言っても過言ではない。

一方、植物資源の枯渇など、薬用資源としての植物が抱える問題点もある。たとえば、漢方薬で用いる麻黄（マオウ）と甘草（カンゾウ）などは、ほぼ100%中国からの輸入に頼っているが、中国において麻黄、甘草の原植物の乱獲

による資源の枯渇が問題となっており、今後、価格の高騰や供給不足が危惧される。その解決策として、麻黄、甘草などの原植物の国内栽培が推進されている。しかし、国内栽培と言っても容易ではない。栽培条件により有効成分の含量がばらつくため、規格に合致した栽培条件を見出さなければならない。薬用植物の栽培研究は、喫緊な研究課題と言える。

東京薬科大学薬学部・生命科学部では、「光合成」「生物活性天然物」「薬用植物の栽培」をキーワードにして、最先端の研究にチャレンジしている。植物・天然物研究の魅力を紹介したい。

三巻祥浩（薬学部 教授）

### Table of Contents

#### 02 STORY #1

生薬自給率向上へ、日本の薬用植物の可能性を探る

三宅 克典

薬学部 医療薬物薬学科 薬用植物園 講師

#### 04 STORY #2

マメ科植物のイソフラボンからがん治療に役立つ活性を発見

横須賀 章人

薬学部 医療衛生薬学科 漢方資源応用学教室 准教授

#### 06 STORY #3

天然の植物由来の化合物から有力な抗がん剤候補を創り出す

一柳 幸生

薬学部 医療薬物薬学科 天然医薬品化学講座 教授

#### 08 STORY #4

キャンパスに自生する絶滅危惧種の生き延びる知恵を探る

野口 航

生命科学部 応用生命科学科 応用生態学研究室 教授

#### 10 STORY #5

微細藻類からバイオディーゼル燃料を作る

佐藤 典裕

生命科学部 応用生命科学科 環境応用植物学研究室 准教授

#### 12 STORY #6

植物からがん細胞の増殖を阻む創薬のシード化合物を見つけ出す

尹 永淑

生命科学部 分子生命科学科 分子生物化学研究室 助教

#### 14 NEWS/COLUMN



RESEARCH STORY 01

# 生薬自給率向上へ、

## 国内での栽培化を目指し マオウ、カンゾウの栽培研究

東京薬科大学のキャンパス内には、約2,000種に及ぶ薬用植物を集めた薬用植物園がある。4万1千㎡もの広い園内では、温帯から熱帯までに生育する数々の薬用植物・有用植物を観察することができる。この薬用植物園を拠点として薬用植物資源の保存と活用に関する研究・教育に取り組んでいるのが、三宅克典講師だ。

「薬用植物は生薬に加工され、それらを組み合わせると漢方薬や医薬品が作られます。日本の生薬の自給率はわずか10%。約8割を中国に依存しています。カントリーリスクを考えると、できかぎり国内で栽培・採集することが望まれています」と三宅講師は研究背景を語る。しかし薬用植物の国産化はそれほど簡単ではない。本来の自生地と異なる環境で栽培できるか、生薬の原料として見合ったコストで生産できるかといった課題に加え、何より難しいのは、野菜などと違って人工的に栽培できるような品種改良がほとんど進んでいないことだ。

種改良がほとんど進んでいないことだ。

三宅講師は漢方生薬の原料植物のうちとりわけ国内自給率が低いものを中心に、国内での栽培化を可能にするための研究に力を注いでいる。中でも着目しているのが、麻黄（マオウ）と甘草（カンゾウ）だ。これらを市場に流通させることを最終目標に、国内での栽培条件の検討や、栽培方法の開発に取り組んでいる。

三宅講師によると、麻黄はマオウ科（Ephedraceae）植物の地下茎を乾燥した生薬のこと。『日本薬局方』に規定されているのは“*Ephedra sinica*”“*Ephedra intermedia*”“*Ephedra equisetina*”の3種で、その中でも流通量が少なく、国内で大規模な栽培実績のない“*E. intermedia*”に焦点を絞って栽培化の方法を探っている。「2017年から2年間にわたって挿し木による繁殖を試み、生育状況を検討しました」と三宅講師。1年目は8615本を挿し木し、13.2%が発根、7.78%が活着、2年目は1万3391本に挿し木し、17.9%が発根、12.3%の活着に成功。その結果から季節や個体によって発根率に差があることを突き止めた。「挿

し木の適期は6月から9月にかけて。収穫期にあたる秋は挿し木に適さないことがわかりました。また同じ時期、同じ条件で挿し木しても、発根率には系統間でバラつきがあり、アルカロイド含量など薬用面の優劣以外に、挿し木の適性も選ぶ必要があることも確かめました。

また葛根湯などの原料になるカンゾウについては、中山間地にある小規模耕地を利用した栽培化の方法を開発しようとしている。考案したのが、育苗容器に竹筒を用いる方法だ。「実際に栽培し、既存の育苗法と同等に育つことを確かめています。今後は薬用成分の含量を維持する方法を検討していく予定です」。

## 国内の薬用植物の資源調査を実施 生薬の国産化に役立てる

栽培方法を探求する一方で、国内に自生する薬用植物の資源調査も行っている。生産効率の高い品種を開発するためには、多様な遺伝資源や生育条件に関する情報が必要になる。三宅講師は自給率の低い、あるいは野生

品に依存している蔓性・低木薬用植物を対象に、国内外の自生地に赴き、調査を行ってきた。2021年からは5年計画でカギカズラ、オオツツラフジの国内調査を進めている。三宅講師によると、釣藤鈎（チョウトウコウ）の原植物であるカギカズラは、国内の暖かい地域に広く分布している。それに関わらず、国内で消費される釣藤鈎はすべて輸入に頼っている現状があるという。

2021年に四国で自生地調査を実施。4県の計28カ所でカギカズラの自生を確認した。「分析してみると『日本薬局方』で規定されている総アルカロイド（リンコフィリン、ヒルスチン）の含量には地域差があることがわかりました」と三宅講師。今後は遺伝資源を確保し、栽培化した時にもアルカロイドの含量が維持されるか調査を進める。

## 日本各地で採集した 貴重な植物エキスライブラリを作製

三宅講師のもう一つの大きな仕事は、日本

各地で採集した植物から抽出濃縮物を集約し、植物エキスライブラリを作製することだ。大規模な化合物ライブラリを保有している製薬企業や大学は少なくないが、植物エキスのライブラリは稀有な存在だ。「化学合成だけでなく、天然の植物から新薬を開発する研究もまだ盛んに行われています。それに加えて、海外原産の植物を手軽に取り寄せるのが難しくなっている現代では、ライブラリの重要性はますます大きくなっています」。三宅講師は希望する研究者には快く植物エキスを提供しており、東京薬科大学でもこのライブラリの植物エキスを用いた貴重な研究成果がいくつもあがっている。

さらには薬用植物園を通じた薬学人材の教育にも尽力している。展示植物の充実を図るとともに、効果的な展示方法についても検討を重ねる。「実物を見るだけでなく、学名や含有化合物、その構造式など専門的な情報が有機的につながって初めて有用な知識として身に付きます。こうした情報も展示し、薬剤師を目指す人への教育はもちろん、将来は薬剤師の再教育にも役立てたい」と展望を語った。

## 三宅克典

MIYAKE Katsunori

薬学部 医療薬学薬学科  
薬用植物園  
講師 / 博士（薬学）



薬用植物園の強みは生きた植物が展示されていることです。情報があふれる現代社会においても、植物の触感や香りなど、そのものを目の前にしないとわからないことが多くあります。この来園者の体験・学習がより効果的になるよう展示・説明を充実させるのが私の仕事です。特に薬用植物園で展示される植物は、その多くが外見だけで惹きつけるようなものではありません。薬用植物園として彼らの魅力を最大限伝えられるよう取り組んでいます。



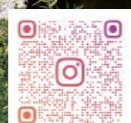
見本園（上）と温室（下）。温帯から熱帯に生育する代表的な薬用植物、有用植物を観察することができる。

# 日本の薬用植物の可能性を探る



[www.toyaku.ac.jp/campus/hachioji/plant/](http://www.toyaku.ac.jp/campus/hachioji/plant/)

開園カレンダー、花の見頃など薬用植物園の詳しい情報はこちらをご覧ください。



Medicinal Plant Garden,  
Tokyo University of Pharmacy  
and Life Sciences

東京薬科大学薬用植物園公式Instagram



## 生薬、ハーブ、観賞用植物から がん細胞を退治する化合物を探る

有機合成化学の進展によって、植物や微生物といった天然物から薬が創られることは少なくなったと考えられがちだが、実は今も天然由来の化合物から多くの新しい医薬品が生み出されている。例えば2014年までの30年余りの間に米国食品医薬品局 (Food and Drug Administration: FDA) で承認された抗がん剤のうち、実に30%以上が天然由来の化合物とその誘導体から創られているという。「天然化合物の構造は多様性に富み、豊かな生物活性を持つものも少なくありません。天然物から新しいがん治療薬のシーズを探索することは、今なお意義あることだと考えています」。そう語る横須賀 章人准教授は、生薬やハーブ、あるいは観賞用植物などの高等植物から、これまでにない作用メカニズムでヒトのがん細胞を退治する化合物を探っている。これまでに300種類近くの新規化合物を発見し、構造を決定してきた。その成果の一つに、マメ科植物から新しい抗腫瘍活性を持つイソフラボンを見出した研究がある。

着目したのは、アテレミア・グラジオピアナ (*Ateleia glazioviana*) というブラジル産のマメ科植物だ。この植物の葉から抽出したエキスがヒト白血病細胞 (HL-60) に対して強い細胞毒性を示したことから、横須賀准教授は活性成分の分離・精製を試みた。細胞増殖抑制活性試験 (MTT法) を経て、5つの化合物を単離し、構造を決定。「そのうちHL-60に対して最も強く細胞増殖抑制活性を示した一つが、まだ知られていない新規のイソフラボンであることが判明しました」。横須賀准教授はこの新規化合物をグラジオピアニン (glaziovianin) Aと名づけた。

## 新規化合物グラジオピアニンA 未知の作用機序の抗腫瘍活性を発見

続いて、グラジオピアニンAについて (財) がん研究会のパネルスクリーニングを行い、ヒト白血病細胞以外に39種類のヒトがん細胞に対しても十分低い濃度で活性があり、高い感受性を示すことを確認した。

「さらにCOMPARE解析によって薬剤感受性パターン (フィンガープリント) を既存の抗がん剤や抗腫瘍活性物質と比較したところ、チュープリンを分子標的とする抗がん剤と活性スペクトルが似ていることが分かりました」と言う。チュープリンは微小管を形成するタンパク質の一種だ。細胞分裂の際には微小管が束になって紡錘体ができる。このことから横須賀准教授は、グラジオピアニンAが作用するのは微小管だろうと予測し、ラット繊維芽細胞を使って検証した。「グラジオピアニンAを投

与すると、細胞分裂期に微小管の伸縮が阻害され、異常な多極紡錘体が形成されました。既存の微小管阻害剤であるcolchicineでは微小管が破壊され、紡錘体が形成されません。つまりグラジオピアニンAはcolchicineとは異なる作用メカニズムで、細胞分裂を止めていると考えられます」。グラジオピアニンAは、現在使われている微小管作用薬や微小管ダイナミクス阻害剤とは異なるメカニズムで微小管ダイナミクスに作用し、がん細胞の増殖を抑える

通している植物の中からも腫瘍細胞毒性物質を探索している。リュウゼツラン科のアガベ・ユタエンシス (*Agave utahensis*) という多肉植物の全草から30種類以上もの多様なステロイド配糖体を単離し、その中からHL-60細胞をアポトーシスに導く5 $\beta$ -スピロスタノール型ステロイド配糖体 (AU-1) を見出したのも、横須賀准教授の研究グループだ。「ステロイド配糖体による細胞死は、細胞膜が破壊されることによるネクローシスが一般的とされてきました。

することがわかったが、細胞死までの時間はYG-1が6時間、YG-16が16時間と大きな開きがあった。「F環の有無がアポトーシス誘導の作用機序に関係しているのだろう」と横須賀准教授は考察している。

最近では、クリスマスローズとして知られるキンボウゲ科ヘレボルス・フェチダス (*Helleborus foetidus*) やヘレボルス・リビダス (*H. lividus*) から、強力な腫瘍細胞毒性を示す新規プファジエノライド誘導体を数十種類も

RESEARCH  
STORY 02

# マメ科植物の イソフラボンから がん治療に役立つ 活性を発見

新しい抗腫瘍活性物質といえる。イソフラボンは骨粗しょう症治療薬などに使われた例はあるが、抗腫瘍活性があることは横須賀准教授の研究で初めて明らかになった。現在は後続研究も進んでいる。

## 観賞用植物から 腫瘍細胞毒性物質を単離

また横須賀准教授は、主に観賞用として流

アポトーシス型の細胞死を誘導するステロイド配糖体の発見は極めて珍しいといえます」。

さらに横須賀准教授らは、リュウゼツラン科のユッカ・グラウカ (*Yucca glauca*) の地下部からもHL-60に細胞毒性を示す5 $\beta$ -スピロスタノール配糖体 (YG-1) と5 $\beta$ -フロスタノール配糖体 (YG-16) を単離している。この2つはステロイド骨格のF環部分が異なるだけの極めて類似した構造を持っており、細胞毒性も同程度。いずれもAU-1と同様カスパーゼ3の活性化を伴ったアポトーシス型の細胞死を誘導

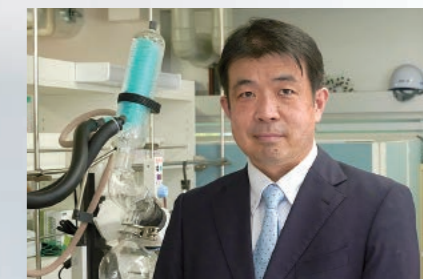
単離し、構造決定したことを報告。「これまで知られていたのとは異なる作用メカニズムで腫瘍細胞毒性を示す可能性がある」と期待を膨らませる。ヘレボルス・リビダスから単離したプファジエノライド誘導体の一つが、ミトコンドリアを経由してカスパーゼ9を活性化し、アポトーシスを誘導することも明らかにしている。こうした数々の成果から将来、新たな抗がん剤が生まれることを期待したい。



構造未知化合物の構造決定プロセス ①エタノールで抽出濃縮エキスを調整 ②クロマトグラフィーで分離 ③単離された物質 (白色粉末) ④核磁気共鳴 (NMR) スペクトル測定装置による構造解析

## 横須賀 章人

YOKOSUKA Akihito

薬学部 医療衛生薬学科  
漢方資源応用学教室  
准教授 / 博士 (薬学)

分子標的薬や免疫チェックポイント阻害薬などの有望ながん治療薬が開発されていますが、がんが難治性疾患であることに変わりはなく、つねに新薬の開発が求められています。植物から化合物を抽出・単離して新規化合物を発見した時や、単離された化合物ががん細胞に対して増殖抑制活性を示した時には、新規抗がん剤シーズの可能性に夢が膨らみます。今後も様々な植物を対象とし、がん治療薬の開発につながる化合物の探索研究を進めていきます。







## キャンパスに自生する希少種 タマノカンアオイを研究

コナラ、ヤマザクラなどの落葉樹林が豊かに生い茂る東京薬科大学八王子キャンパス。四季折々に多様な植物が繁茂し、その中にはウマノスズクサ科タマノカンアオイのような希少な植物もある。「タマノカンアオイは、本学のある多摩丘陵周辺にしか自生していない固有種です。種子散布能力が弱く広く分布できない上に、1970年代以降、住宅造成などで生育地が奪われたために個体数が減少し、現在は絶滅危惧Ⅱ類に指定されています」と野口航教授は説明する。教授によると、タマノカンアオイは落葉樹の林床に自生し、年中緑の葉をつける常緑草本に分類される。葉の寿命は1年間と草本類の中では長い。「多くの植物は、気温が高く日差しが強い春から夏にかけて活発に光合成します。ところがタマノカンアオイが生える林床には、夏は落葉樹に遮られて太陽の光があまり届かず、反対に樹木が葉を落とす冬に強い陽光が降り注ぎます。気温が低く光合成が抑制される冬に過剰な光エネルギーを受けると、有害な活性酸素を生じやすくなります。そうした過酷な環境で、タマノカンアオイはどうやって葉の寿命を長く保っているのか、それが疑問でした」と語る。

## 厳しい環境を生き抜くための 光合成の特徴を解明

その謎を突き止めるため、野口教授はキャンパス内のタマノカンアオイの自生地、光のよく当たる場所(sun)と光の当たりにくい場所(shade)を設定し、それぞれにタマノカンアオイの鉢植えを置いて、光の強度や気温、光合成の季節変化を測定し、葉のタンパク質や色素を分析した。「その結果、モデル植物を使ったこれまでの実験では得られなかった新しいことがわかってきました」と言う。

一つには、タマノカンアオイの葉の光合成能力が気温の低い冬に高くなることだ。「4月に生

えた葉の光合成能力を1年間追いかけた結果、sun、shadeのいずれの条件でも夏はCO<sub>2</sub>吸収速度(光合成速度)が低く、秋から冬にかけて高くなりました。これには夏と冬の光の強さの差が関係していると考えられます。またエネルギー変換に関わる電子伝達速度にも同様の傾向がみられました」。

次に野口教授は、冬に過剰な光エネルギーを受け取った葉がそれをどうやって処理しているのかを詳らかにした。

植物は、CO<sub>2</sub>固定に使いきれなかった光エネルギーを熱に変換して排出するNPQ(Non-photochemical quenching)という仕組みを備えている。それに着目した野口教授がタマノカンアオイの葉のNPQを調べたところ、秋から冬

にかけて増加していることがわかった。「つまりタマノカンアオイは、NPQという自前の仕組みをうまく利用して過剰な光エネルギーを熱に変え、活性酸素が増えることから自らの葉を保護していたのです」。さらに野口教授は、葉の中でNPQの誘導に関わる物質としてPsbSというタンパク質が秋から冬にかけて増加していることを確かめた。

次に調べたのが、タマノカンアオイの葉に含まれる色素の量は季節によって変化するかということだ。野口教授によると、林床の植物と日の当たるところで育つ作物の葉のカロテノイド(色素)量を調べた先行研究で、sun条件下にある作物の葉にはβカロテンが多く、林床のshade下に生育する植物種の葉にはαカロテン

が多く含まれていることがわかっており、αカロテンが光捕集に働く可能性が示されている。だがこれらのカロテノイド量は常に一定なのか、それとも季節によって変化するのかわからなかった。

野口教授は、タマノカンアオイのカロテノイド量を詳細に調べ、夏に多いαカロテン、ピオラキサンチンが秋から冬に少なくなり、代わりに夏には少なかったβカロテン、ゼアキサンチン、ルテイン、アンテラキサンチンといった色素が冬に増えることを突き止めた。「この結果から、ピオラキサンチンやαカロテンは光捕集に、βカロテン、ルテイン、ゼアキサンチン、アンテラキサンチンは光散逸に関係していると考えられます」。つまり光捕集に関与するαカロテンなどが夏から冬に減少し、代わりに過剰な光エネル

ギーの散逸に関与するβカロテンなどが低温で強光が当たる冬に蓄積される。葉の光合成色素が光の強さが異なる季節によってダイナミックに変化することが明らかになった。

## タマノカンアオイ研究の知見を 薬用植物栽培に役立てる

「他の常緑草本でも同じ変化が見られるか確かめたい」として野口教授は、タマノカンアオイと似た生活史を持つキンボウゲ科オウレンでも検証しようとしている。オウレンは薬用植物として生薬に利用される。「今後の研究が薬用植物の効率的な栽培法の開発にも役立つはずだ」と期待する。

その他にもタマノカンアオイには、厳しい環境下で生き抜く知恵が備わっている。地面に近いところに葉をつけることもその一つだ。「これには土壌中の微生物が呼吸によって地表に出すCO<sub>2</sub>を捉えて光合成に生かせる利点があります。実際タマノカンアオイの葉の下側のCO<sub>2</sub>濃度を測定すると、多いところでは地面から離れた場所より1.5倍も高くなりました」。野口教授はCO<sub>2</sub>濃度が高いほど光合成速度が速くなることも明らかにしている。

「今後はタマノカンアオイの分布別の遺伝的な違いについても研究したい」とさらなる展望を語った。

RESEARCH STORY 04

# キャンパスに 自生する 絶滅危惧種の 生き延びる 知恵を探る

## 野口 航

NOGUCHI Ko

生命科学部 応用生命科学科  
応用生態学研究室  
教授 / 博士(理学)

陸上植物は動き回れないため、刻々と変化する環境に対して柔軟性の高い応答を示します。またその応答は植物の種類によって非常に多様です。豊かな自然が広がっている本学のキャンパス内のさまざまな植物種から興味深い現象を解明することで、今後、大きく変動していく地球環境への適応策に貢献できたらと思っています。



# 微細藻類からバイオディーゼル燃料を作る

RESEARCH STORY 05

## 温室効果ガス削減に役立つ バイオディーゼル燃料に注目

地球温暖化に歯止めをかけるため、世界中で温室効果ガスの削減が求められている中、方策の一つとして化石燃料から再生可能エネルギーへの転換が急がれている。その一つと目されているのが、バイオディーゼル燃料 (Biodiesel fuels, BDF) だ。

植物の油脂の主成分であるトリアシルグリセロール (TG) をメチルエステル化すると脂肪酸メチルエステルが合成される。これがBDFだ。植物は、光合成でCO<sub>2</sub>を固定してTGを合成するため、植物油由来のBDFは再生可能で、しかもカーボンニュートラルといえる。「しかし現状のBDFには問題点があります」と佐藤典裕教授は指摘する。一つには、食糧生産と競合すること。BDFは主にダイズやパーム、ナタネといった作物の種子の油脂から作られており、その大部分は食用に使われている。BDF生産を増やすと、やがては食用油の不足を招く可能性が出てくる。二つ目には、パームなどを栽培するために広大な熱帯雨林が開墾され、BDF生産がかえって地球環境を破壊する事態に陥っていることだ。

## 佐藤 典裕

SATO Norihiro

生命科学部 応用生命科学科  
環境応用植物学研究室  
准教授 / 博士 (理学)

修士時代から藻類の研究を続け、30年以上が経ちました。材料は単純な単細胞藻類ですが、その生存戦略は実に巧妙で、生命の柔軟さに驚かされ通しです。科学で肝要なのは、観察結果を単に「おもしろい」で済ませず、常に「何故」という疑問を抱き、その答えを探る姿勢だと思います。発見した現象の生理学的意義やそれを支える生体機構が「何」かを解き明かしていき、その応用により藻類BDFの実用化を目指したいと考えています。

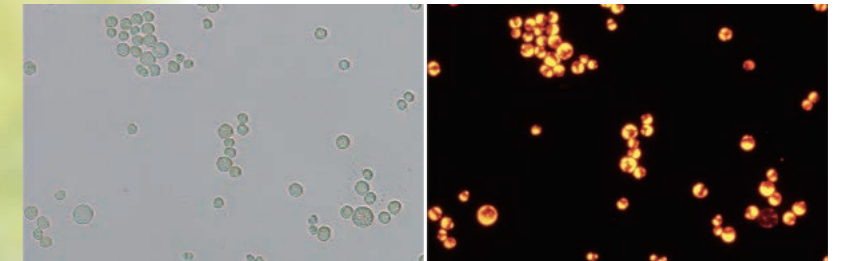
こうした作物由来のBDFの問題の解決のために佐藤准教授が注目するのが、微細藻類である。「藻類は不毛な土地でも施設で培養でき、自然を破壊しません。食用ではないため食糧生産と競合する心配もない。何より作物の何倍も生産速度が速く、環境によって大量の油を蓄積する能力を持っているという強みがあります」と言う。とはいえ、藻類のバイオ燃料を産業化するにはまだ障壁がある。一番の難題は、TG生産にコストがかさむことだ。佐藤准教授はTG生産の費用対効果を高めるため、淡水性の油性緑藻 (*Chlorella kessleri* クロレラ) を対象にTG蓄積能を強化する方法を探っている。

環境ストレスを与えTG蓄積能の大幅な強化に成功

## 環境ストレスを与え TG蓄積能の大幅な強化に成功

「藻類はさまざまな環境ストレスで細胞内にTGを蓄積することがわかっています」。そう語る佐藤准教授はクロレラのTG蓄積能を超高度に誘導するストレス条件を探索。これまでの研究で、異なる環境ストレスを組み合わせるとクロレラ細胞に負荷すると、TG蓄積能が大幅に強化されることを見出している。「淡水性のクロレラ細胞を海水の培地で育てることで、高浸透圧と栄養欠乏の2種類のストレスに曝すと、両方のストレスが相乗効果をもたらし、TG蓄積能がいっそう向上することを確かめました。さらにこの海水ストレスに低温と強い光を加えた四重ストレスをクロレラ細胞に与えたところ、わずか3日で細胞乾燥重量の49%に達するTGの蓄積に成功しました」。

# バイオディーゼル燃料を作る



種々の環境ストレスの混合下、クロレラは細胞内に脂肪滴を蓄積する。通常の顕微鏡観察 [左] と、蛍光顕微鏡観察 (脂肪滴を黄色に染色) [右]。

これは藻類のTG蓄積能として世界最高レベルだという。淡水の代わりに海水を利用できれば、水資源の保全にもつながる。

次いで佐藤准教授は、高浸透圧と栄養欠乏の混合ストレスがクロレラのTG蓄積能を強化するメカニズムを解明するため、代謝への影響を調べた。「混合ストレス下では、TG合成が促進されるのに対して、タンパク質やデンプンの蓄積が抑制されていました。さらに、これらの炭素代謝調節に対応した、関連する酵素遺伝子の発現レベルの上昇が見られました。つまり、光合成で生じたエネルギーや固定炭素が主要炭素代謝のうち、TG合成に優先的に流れていく代謝調節の仕組みが理解できました」。またTGの蓄積には多量のエネルギーを必要とする。混合ストレス下でTGを高度に蓄積することは、光合成で生じるエネルギーを消費し、有毒な活性酸素の発生を防ぐ効果もある。これもストレス下で細胞が生き抜く重要なストラテジーなのだという。

## ヒ素汚染水を浄化する 付加価値創出で産業化を目指す

TG生産の費用対効果を高めるため、佐藤准教授はTG生産と同時に別の付加価値を創出することも考えている。ヒ素 (As) 汚染水の浄

化もその一つだ。クロレラはヒ素耐性が極めて高く、ヒ素添加条件下で培養すると、TGを大量に蓄積するとともにAsを吸収する。この作用をAs汚染水の浄化に役立てようというわけだ。すでにAsストレス下のクロレラ細胞についてTGやAsの蓄積を支える代謝調節のメカ

ニズムも解き明かしている。「それに加えて、興味深い適応応答を見出しました」と続けた佐藤准教授。クロレラ細胞がAsストレス下で、リン (P) 欠乏様応答を示したというのだ。これまでの研究で佐藤准教授は、リン欠乏ストレスに曝された時のクロレラのユニークな適応を発見している。「リンが十分存在するところでは、クロレラの生体膜には多くのリン脂質が存在しています。ところがリン欠乏ストレス下では、生体膜でリンを含まないベタイン脂質が新たに合成され、リン脂質とほぼ完全に置き換わることを突き止めました」。この脂質リモデリングが、Asストレス下でも観察されたという。ヒ酸はリン酸の類似体で、リン酸の代謝経路はリン酸とヒ酸を区別できないため、ヒ酸を添加するとリン酸代謝が競合阻害され、リン欠乏状態に陥ったのだと考えられる。これもまたAsストレスを耐え抜くクロレラの適応ストラテジーというわけだ。

今後はこうした研究で得た知見をもとに、TG蓄積能やストレス耐性能の強化につながるような遺伝子を探索していく。最終目標は微細藻類を用いたBDFの産業化。実現すれば、地球温暖化防止の強力な一手になる。

クロレラのストレス細胞から抽出した全脂質は、その大半がTGで占められる。少量だが光合成色素のクロロフィルも含まれるため、緑色を呈する。



RESEARCH  
STORY 06

# 植物から がん細胞の増殖を阻む 創薬のシード化合物を 見つけ出す

アオガンビ

12

## 1万3000種の植物抽出物から HBO1の発現を抑制する化合物を探索

人は太古から植物を薬として用いてきた。有機合成化学が進歩した現代でも植物から多くの薬が創られている。「自然が作る複雑でユニークな化学構造を持つ化合物を見つけれることが天然物化学の魅力です。天然物化学は伝承医学や民間療法から現代化学への架け橋になり、創薬のプロセスにおいてシード化合物を見出す学問であると考えています」。そう語る尹永淑助教は、生薬やハーブなどの高等植物から新しい生物活性を持つ化合物を見つけ出し、創薬につなげる研究を行っている。最近注力しているのが、ヒストンアセチル化酵素HBO1 (Histone Acetyltransferase Binding to ORC1)の研究である。

ヒストンのアセチル化は遺伝子の発現を促進することが知られており、中でもHBO1は前立腺がんや膀胱がん、乳がんの腫瘍細胞で高発現することが報告されている。そこに着目した尹助教は、HBO1の発現を抑制できれば、新たな作用メカニズムの抗がん剤を作れるのではないかと考えた。そこで筑波薬用植物資源センターから提供された約1万3000種の植物エキスをスクリーニングし、HBO1の発現を抑制する天然化合物の探索を試みた。

HBO1遺伝子の転写調節部分にレポータープラスミドを導入し、ヒト乳腺がん由来するMCF7細胞株を使い、発光酵素のルシフェラーゼを指標としてスクリーニングを行った。最終的にルシフェラーゼ活性の抑制を示した2種類の植物エキスを特定し、その一つがアオガンビ (*Wikstroemia retusa*)であった。

アオガンビはジンチョウゲ科に属し、主に南西諸島や台湾などに自生する低木である。尹助教は、アオガンビの葉、枝、芯材をそれぞれメタノールで抽出し、分離・精製を行い、10種類の化合物を単離した。そのうち芯材から単離した化合物(10)は新規化合物であると判明し、Retusone Aと名づけた。

「続いて単離した10種類の化合物についてHBO1プロモーターに対する活性阻害を調べたところ、6つの化合物がプロモーター活性を阻害しました。そのうち十分に量を確保できる5つの化合物については、MCF7細胞における内在性HBO1のタンパク質の発現レベルの減少と細胞増殖の抑制が確認されました」と言う。

今後はアオガンビから単離した化合物が正常細胞への影響の確認や動物実験に対する効果の検証を通じて抗がん剤のシード化合物としての有用性を研究していくことになる。

## フクギの葉からヒトの単球性白血病細胞 の増殖を抑制する化合物を発見

また尹助教は近年、フクギ (*Garcinia subelliptica*) というテリハボク科の常緑高木にも関心を持っている。「フクギはフィリピンや台湾の亜熱帯地域に自生し、日本では沖縄県で植栽されています。抗酸化作用や抗炎症作用を示す化合物が含まれていることから、他にもおもしろい生物活性を示す化合物があるのではないかと期待して研究を始めました」と言う。

尹助教はフクギの葉をメタノール抽出したエキスから、種々のシリカゲルカラムクロマトグラフィーを用いて分離・精製を重ね、10種類の化合物を単離することに成功した。続いてNMR解析や質量分析などで構造を決定し、そのうち2つが新規化合物(化合物6、9)であることを明らかにした。



フクギ

次に10種類の化合物について、ヒト急性単球性白血病細胞の一つであるTHP-1を用いて細胞毒性を調べた。有意な細胞毒性を示したのは、化合物5のガルシニエリプトンG (Garcinielliptone G)であった。尹助教はこの化合物5がどのようにTHP-1を細胞死に至らしめるのか、そのメカニズムも検討した。細胞死に導く作用メカニズムがわかれば、それをターゲットとした薬の開発につながるからである。

「アポトーシスが誘導される要因には、細胞ス

## 尹永淑

YUN YoungSook

生命科学部 分子生命科学科 分子生物化学研究室  
助教 / 博士(薬学)

植物の二次代謝産物は自然環境下でユニークな化学構造を有することが多く、様々な生物活性を有することから医薬品の開発に貢献してきました。天然物化学の魅力の一つは、種々の分光機器や化学的手法を使って植物から単離する新規化合物の構造を明らかにすることです。新しい生物活性を持つシード化合物を見出し、医薬品開発に貢献したいと考え、研究室メンバーと毎日ワクワクしながら研究しています。

トレスやDNA損傷などによる内因性と外部からの刺激による外因性の2つがあります。ガルシニエリプトンGでは、カスパーゼ3の活性化とともにcleaved-PARPタンパク質レベルの増加、さらにプロカスパーゼ9発現低下が見られました。これらから内因性経路を経てアポトーシスを誘導することが示唆されたといえます」と尹助教は言う。今後のさらなる研究によってガルシニエリプトンG(5)が白血病治療薬の有力な候補になると期待される。

## 国内栽培化を目指した生薬研究

さらに現在、麻黄(マオウ)についても成分研究を行っている。マオウは、マオウ(Ephedraceae)科の地下茎を乾燥した生薬で、『日本薬局方』には"*Ephedra sinica*"、"*Ephedra intermedia*"および"*Ephedra equisetina*"の3種が規定されている。マオウは麻黄湯や葛根湯といった漢方の原料に用いられているが、そのほとんどが中国からの輸入に頼っているのが現状で、様々な事情で供給が不安定であるため、国内での安定供給が求められているという。そこでAMEDのプロジェクトの一環として、ネパール産マオウから主な薬用成分であるエフェドリン(Ephedrine)以外のポリフェノールを単離した。『日本薬局方』に規定が記載されていない生薬の成分研究を進めている。



マオウ



13



## NEWS

JST次世代研究者挑戦的研究プログラム採択事業  
未来医療創造人育成プロジェクト

## BUTTOBE

Beef Up Toyaku talents TO go Beyond the borders

## がスタートしました



## 育成ビジョン

既存の常識や枠組みにとらわれず、  
声高く理念を掲げ、  
能力と技術と人脈により  
障害となり得るあらゆる境界を越えて  
その志を形にしていく、  
「次世代の志士」の育成

かつてない変革期を迎えている日本の医療社会の現状において、  
学術・創薬・医療の各方位からその変革を力強く導き、持続可能な  
あり方へと発展させていく人材が今まさに求められています。  
そこで本プロジェクトでは、左記ビジョンを掲げ、これを成すた  
めに必要なコンピテンシーを育むことにより、日本を取り巻く医  
療の難局を打破して革新を成し得る、文字通り『ぶっとんだ人材』  
を社会に輩出することを目指します。

## BUTTOBE事業 ~未来の医療を創造する博士人財の育成に向けて~

BUTTOBEでは、未来学術フォアランナー、未来創薬イノベーター、  
未来医療社会クリエイターの3つのコースを設置し、各分野における  
リーダーを養成します。そのため、採択学生は海外インターンシップや  
BootCamp (ビジネスマインドやアントレプレナーシップの育成) など  
様々なキャリア開発・育成プログラムに取り組みとともに、自らが考案  
する企画にも取り組んでいます。

本事業では、優秀な学生が研究に専念できるように  
月18万円の研究奨励費(生活費相当)を支給し、研究  
活動の促進のため学生が使用できる研究費を年額30  
万円支給しています。



www.toyaku.ac.jp/  
research/buttobe/

## 採択学生からのお知らせ

私達は、日本薬学会第143年会(札幌、2023年3月)にて

大学院シンポジウム  
若手研究者たちのSPRINGboard  
-次世代研究者挑戦的研究プログラムで切り開く未来-

を企画しています\*。若手研究者の研究やキャリアに対  
する視野の拡大と新たな人的ネットワークの構築、さら  
には大学の垣根を超えた「若手研究者主体の挑戦的・融  
合的な研究・プログラム」の誕生を促すことを目的とし  
ています。本年度薬学会に参加される方は、本シンポジウ  
ムへ是非足をお運びください!

\*本原稿執筆時点では申請中



## 女子中高生の理系進路選択支援プログラム

## TAMAリケジョ育成プログラム

国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)「女子中高生の理系進路選択支援プログラム」による本学「TAMAリケジョ育成プログラム」は、多摩地域に根差し、理系が得意な女子生徒だけでなく、苦手としている女子生徒も、サイエンスの面白さや可能性を実感するプログラムを展開することにより、女子中高生全体の理系への興味・関心を高めていくことを目的としています。身近な問題や事象をテーマにした授業や実験など、社会との接続から、理系の学びを導入し、SDGsへの理解も含め、様々な事象の解決に理系の知識や観点が役に立つことを実感する機会を提供するものです。

## 2021年度 体験実習・出前講義の記録

|            |    |
|------------|----|
| 学校訪問       | 5校 |
| ラボ見学&体験実習  | 8回 |
| 保護者・教員向け講座 | 1回 |
| サイエンスカフェ   | 1回 |
| 企業訪問       | 2回 |

## ACTIVITY REPORT 2021

## ● 実習体験

実施主担当である渡邊教授の指導のもと、学生サイエンスコミュニケーターが主体的に実習内容の企画から手順書作成までを考え、何度も試行錯誤しながら実施しています。2021年度は「微生物発電」、「微生物の観察」、「生物が持つ薬を分解する力をみてみよう」などを実施しました。



## ● ロールモデル集の作成

食品メーカー、製薬企業、大学で活躍している女性技術者・研究者、合計4名の方々に、進路選択のきっかけ、大学時代の学びや経験、仕事の内容や面白さ、女子中高生へのメッセージを執筆いただきました。理系進路への興味を持つきっかけ、または、理系を選択する手助けになればと思っています。



## ● サイエンスカフェ

大学のオープンキャンパス開催時に、サイエンスカフェを実施しました。学生サイエンスコミュニケーターが中心となって企画し、展示、講演、来場者との対話等を通じて、科学について共に語り、考える場を提供しました。



## ● 学生サイエンスコミュニケーター

東京薬科大学イノベーション推進センターでは、学生サイエンスコミュニケーター制度を設けています。科学の大切さや面白さを、より分かりやすく伝えることを現役理系学生目線で考え、様々な活動に取り組んでいます。



## ● 渡邊一哉 生命科学部教授(実施主担当者)

みなさん、中学生へのアンケートでは男女問わず理系に進みたいと答える生徒の方が多いことをご存じですか。ところが大学進学の際には、男子は45%、女子は20%しか理系の大学に進学していません。この間に何が原因で多くの中学生・高校生が理系から離れていってしまうのでしょうか。我々は、理系の大学に所属し、科学を学ぶものとして、この状況を見直すことができずにはいません。本プログラムを行い、多くの中学生・高校生と触れ合いながら、この問題について考えていきたいと思っています。





COLUMN 東薬植物記 #06

## ただの果物にあらず、ミカンの効能

三宅 克典

みかんに代表される柑橘類は、果物や調味料として生活に欠かせない存在になっています。近年、遺伝子解析によって主要な柑橘類の系統関係がわかってきました。それによると、いわゆる「みかん」のウンシュウミカンは、中国のキシウミカンとクネンポ（キシウミカンの子）の交配でできたそうです。また、カボス・スダチはともにユズが片親といった予想通りの内容もあれば、ダイダイはレモン由来という意外な関係も見出されました。

柑橘類由来の生薬として重要なものに陳皮（チンピ）があります。これはウンシュウミカンの果実の皮を加工したもので、七味唐辛子の原料にされることもあり、知らず知らずのうちに口にしているかもしれません。陳皮の「陳」の字は古いことを示し、古いものほど効能が優れているとされています。中国医学では行気薬に分類され、香りで胃腸の調子を整える作用が知られています。一般に、香りの成分は揮発しやすいものが多いので、古いと大切な香りが無くなってしまいうようにも思えます。ところが、香港の生薬街の店先で見かけた外側が黒ずんでいる古い陳皮は、予想に反して驚くほどの強烈な香りを有していました。

陳皮には様々な類似生薬があります。果皮の白色の部分（アルベド）を橘白（キツパク）、橙色の部分（フラベド）を橘紅（キッコウ）として使い分けことがあります。また、未熟果実の果皮は青皮（セイヒ）で、作用が強く、薬効も少し異なるかとされています。

一方、果皮以外にも様々な部分が薬用にされます。果実の皮をむくとふさの袋にある白い網の目状の線維管束は橘絡（キツラク）で咳の痰をとり、種は橘核（キツカク）で痛み止め、葉は橘葉（キツヨウ）としてストレスで脇腹が張るようなときに他の生薬と用いられます。可食部は…、美味しく味わっていただきましょう。ただし、糖質の取りすぎにはご注意ください。



三宅 克典 薬学部 医療薬物薬学科 薬用植物園 講師 / 博士(薬学) 研究課題: 薬用植物園における植物の展示法 / 日本の植物のエキスライブラリ化 / 生薬麻黄の原料のマオウ属植物の栽培 キーワード: 薬物資源、分類学、栽培、熱帯林植物産天然物、エフェドリン、塩基配列、Ephedra、抗がん剤候補、麻黄、多様性

COLUMN 若手研究者コラム #06

## ポジティブマインドから新しい挑戦へ

草間 和哉

コラムの依頼を受け、何を書こうか悩んでいる時、院生から「先生はいつも何を考えているのですか?」と聞かれ、いつも「本当に何も考えていないよ」というやり取りをしていることが頭に浮かんだ。そこで、私がこれまで何をどう考えてここまで来たか思い出しながら綴ろうと思った。

幼少期はどこにでもいる普通の子であったと記憶しているが、両親のおかげで中学受験により中高一貫の男子校に入学した。中学では部活に打ち込みすぎて学年成績が下から10位なんてことも茶飯事だった。

転機は中学3年の夏、担任の先生からの「お前は頭がいいのになぜ勉強しないのか? 一回よく考えろ」という言葉だった。褒められた気がして漠然と勉強しようかなという意識が芽生えた。偶然ではあるが、その直後のテストは出来がよかったため、単純であるが、自分はやれば出来るというマインドが生まれた。理系男子校という特殊な環境で、同じ様に理屈っぽく成長した周りの友人からは「草間って変わっているよね」といつも言われていた。その当時は「AB型だからね」という返しをして、あまり深く考えていなかったが、よくよく考えると、流行りから少し外れた物を好み、周りと一緒というのを嫌厭していた、いわゆる厨二病みたいなものである。

東薬に入学してからは、部活に打ち込み成績は奮わないという何処かで聞いた様なことが繰り返されていた。次の転機は3年生の卒論配属である。知人の先輩がいたこともあり、いっぱい実験させてくれたので、同期よりも少し実験が出来ると思い込んでいた。先生の指導あつてのことだが、基本的には自分は出来る奴という思い込みだけで博士課程まで突き進んだ。この思い込みは加速し、自分は研究者としてやって行けるとまでになっていた。

最大の意識改革はポスドクの時に起きた。ポスは器が大きく、何でもやらせてくれて、いつでもディスカッションしてくれた。そんなポスから言われたことで私のベースともなっている言葉は、「君は世界と競争して研究していることを意識しなさい。君が考えていることは必ず誰かも考えているはずだから、その半歩でも先を行ける様に取り組みなさい。私たち研究者は成果を出すことに責任がある。」というものである。それからはスピード感を意識し、悩むよりは何事も挑戦するというスタンスに変わっていった。

改めて自分がどう考え行動してきたか書き並べてきたが、自分は出来るという思い込みと挑戦する行動力、新しいことがないかという日々の妄想で研究しているらしい。結局のところ厨二病の延長で、人と違うことをするのが楽しいのだと思う。

草間 和哉 薬学部 医療衛生薬学科 内分泌薬理学教室 講師 研究課題: 妊娠成立機構の解明と妊娠関連疾患の治療標的探索 キーワード: 妊娠、胚着床モデル、妊娠高血圧症候群、子宮内膜症、胎盤の進化



Science Communication Essay #05

## サイエンスコミュニケーターとは?

生命科学部 3年 学生サイエンスコミュニケーター

鳥越 真貴子

皆さんは、「サイエンスコミュニケーター」という言葉を知っていますか? 最近では、元日本テレビのアナウンサーの榊太一さんが、サイエンスコミュニケーターに転身されたというニュースで、耳にされたかもしれません。サイエンスコミュニケーターとは、自分の研究を専門家でない人に簡明に伝える方法がわからないという研究者と、科学が難しいという一般人の間に入って、科学を身近に感じて貰うために、分かりやすく伝える人のことです。具体的には、科学館等で、来場されたお客様に展示の紹介や実演をしている人をイメージするとわかりやすいかもしれません。

私は、今年度から、東京薬科大学で「学生サイエンスコミュニケーター」を務めています。学生版のサイエンスコミュニケーターということで、「科学を伝える」という役割は、

## SMALL TALK about SCIENCE

学生サイエンスコミュニケーターが今伝えたい科学にまつわるエピソード

Science Communication Essay #06

## 極限環境微生物の可能性と脅威

薬学部 3年 学生サイエンスコミュニケーター

澤 真由子

みなさんは地球温暖化によって、私たちの生活にどんな影響があると思いますか。災害の増加や生態系の変化、海面上昇…いろいろあると思います。その中で私が興味をもったのは、永久凍土に住む微生物たちです。2014年には永久凍土から3万年前に地球上で生息していたとされる未知のウイルスが発見され、その蘇生に成功したとフランス国立科学研究センターが論文を発表しました。モリウイルスと名付けられたこのウイルスはとても巨大で、ヒトには感染しませんがアメーバに感染し、12時間で1000倍に増殖と言われていています。モリウイルスはなんと平均気温が氷点下13.4度の東シベリア海に近いツンドラ地帯から採取した、深さ30メートル地点の永久凍土のサンプルから発見されました。

永久凍土には危険な微生物も眠っている

大人のサイエンスコミュニケーターと変わりませんが、対象の世代を問わない大人のサイエンスコミュニケーターとは異なり、私達は中学生や高校生に向けて科学を伝える機会が多いです。

サイエンスコミュニケーターの役割として最も大事なことは「いかに相手の目線に立てるか」ではないかと私は思っています。中学生や高校生も一律に「学生」と括ってしまうことは簡単ですが、「中学生に向けて」と「高校生に向けて」では求められる役割が違います。中学生に向けては、文理選択前の生徒に、いかに科学、つまり理系に興味を持ってもらえるかを考え、より身近で、生活で感じられるようなテーマを設定します。一方、高校生に向けては、理系選択の生徒に対し、より科学を好きになってもらうにはどうしたらいいかと、高校の化学や生物の教科書にも書かれているような少し高度な話を組み込んだりします。対象となる世代や立場によって目線を変えて、合わせる、それが難しく、また面白いことだと今までの活動から感じました。

サイエンスコミュニケーターは、「コミュニケーター」というだけあり、一方的に相手に科学を教えるだけでなく、科学について両者が話し合う場所を作り、より良い社会を作っていくという役割もあります。私達も相

手に教えるだけでなく、相手から教わることも多いです。私は、学生サイエンスコミュニケーターとして、中学校で実験教室を開催した時に、学んだことがあります。中学生は好奇心旺盛で、自分の思った意見をすぐに言うことができ、沢山のアイデアが出てきます。一方、私は、科学の様々な原理を学んできたことでむしろ、「この考えは間違っているんじゃないか」「私の知識不足なのではないか」と躊躇して、意見を言えなかった場面もありました。そこで、中学生のように、思いつきを率直に口に出すことでアイデアの種が沢山広がることを知り、深く考えるだけでなく、私も率直な気づきも大事にしていきたいと思いました。

「サイエンスコミュニケーター」。あまり馴染みのない言葉かもしれませんが、サイエンスコミュニケーターに出会った時は、是非沢山「コミュニケーション」をとってみてください。



いますか。そう、新型コロナウイルス感染症の検査に必要な不可欠なあのPCRです。PCRとはPolymerase Chain Reaction (ポリマーゼ連鎖反応)の略で目的のDNAを複製して増幅させる方法のことであり、実はこの複製の過程で微生物がもつ耐熱性DNAポリマーゼという酵素が利用されているのです。今まで目的のDNAを複製させるには大腸菌が利用されていましたが、大腸菌がもつ酵素は熱に弱く効率が悪かったので、Taq DNAポリマーゼ、Tth DNAポリマーゼといった高度好熱性細菌由来のDNAポリマーゼを利用したPCRが開発されたのです。これによりDNAの複製、増幅は自動化されより簡便に行うことができるようになりました。そして現在、極限環境微生物の中でも90°C以上で生息できるとされる、超好熱菌がもつ新規耐熱性DNAポリマーゼのPCRへの応用が研究されているのです。

どうでしょう。私たちは普段微生物たちを目で見ることはありません。しかし目に見えないところで感染し、目に見えないところで私たちの生活に利用されているのです。地球温暖化によって永久凍土が融解し新種の微生物が発見されたら、それらの菌は私たちの生活をよりよくしてくれるのでしょうか、それとも…新たなパンデミックが起きるのでしょうか。みなさんはどう考えますか。