



理研の博士に聞いてみよう!

「ラン藻^{そう}」を利用して
バイオプラスチックをつくっています。

どうしてラン藻を使うの?

石油を使わずに、光と二酸化炭素と水からプラスチックをつくれるからです。

おさない たかし
小山内 崇 博士

かんきょうしけん
環境資源科学研究センター 統合メタボロミクス研究グループ
たいしや
代謝システム研究チーム 研究員

この中でラン藻を育てています。

●「ラン藻」という生物を知っていますか?

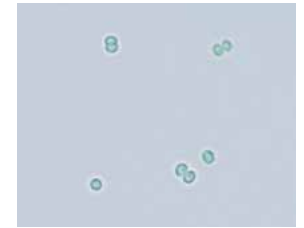
わたし
私は、ラン藻という生物を使って研究をしています。ラン藻という名前を初めて聞いた人も多いことでしょう。みなさんは、金魚やメダカなどを飼ったとき、水槽の水が緑色になってしまったことはありませんか? あの緑色の正体は、多くの場合、ラン藻です。ラン藻は、川や湖、海、^{おんせん}温泉、土の中など、あらゆる場所に生息しています。意外と、身近な生物なんですよ。

ラン藻は、体が1個の細胞^{さいぼう}だけでできている単細胞生物です。大きさは1mmの1000分の1くらいで、顕微鏡を使わないとラン藻1個1個を見分けることはできません。

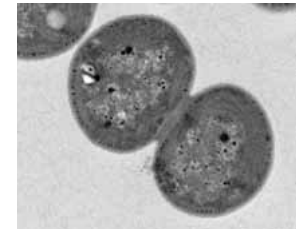
ラン藻は光合成^{こうごうせい}をします。「あれ!? 光合成って植物がするんじゃないの?」と不思議に思うかもしれませんね。光合成とは、太陽の光エネルギーを使って、二酸化炭素と水から、酸素とでんぶん^{でんぷん}などの糖^{とう}をつくり出す働きです。光合成をする生物は、植物のほかにもいます。その一つがラン藻です。

ラン藻は、植物より早く、今から30億年くらい前に地球上に現れました。地球が誕生^{たんじょう}して16億年くらいたったところです。それまで地球の大気中に酸素はほとんどありませんでしたが、大発生したラン藻が光合成によって酸素をたくさんつくり出したため、大気中に酸素が増えました。地球の大気に酸素をもたらしたのは、ラン藻なのです。

ラン藻と植物の関係も、気になりますね。植物は、^{ようりょくたい}葉緑体という部分で光合成をします。葉緑体は、今から20億年くらい前に、光合成をしない別の単細胞生物の中にラン藻が取りこまれ、それが姿^{すがた}を変えたものだと考えられています。



光学顕微鏡で見たラン藻



電子顕微鏡で見たラン藻。分裂しようとしているところ。

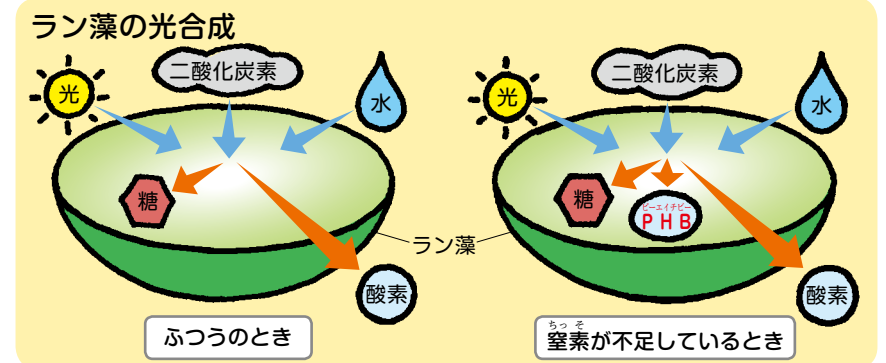
(撮影: 理研 佐藤繭子 博士)

●ラン藻の秘めた力に注目!

私がなぜラン藻を使った研究をしているのかを、お話ししましょう。主に三つの理由があります。

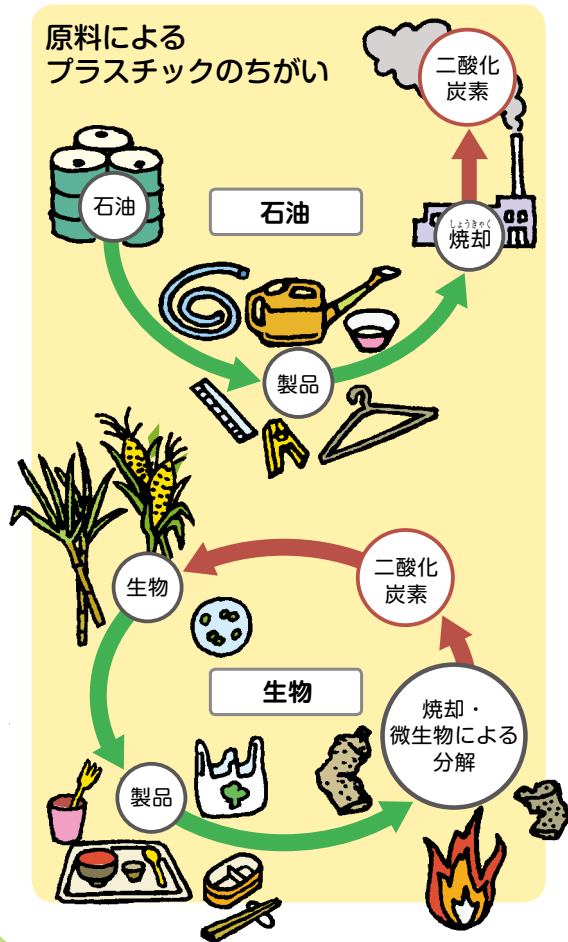
ラン藻は、育てるのが簡単^{かんたん}で、どんどん増えるので実験に使いやすいというのが、一つ目の理由です。

二つ目は、遺伝子^{いでんし}を改造しやすいためです。遺伝子とは、生命の設計図であるDNA^{ディーエヌイー}の中で、タンパク質をつくる情報が書かれている部分のことです。



タンパク質は、生物の体を形づくるだけでなく、体内で起きるさまざまな反応を進めたり弱めたり、遺伝子の動きをコントロールしたりしています。ラン藻の遺伝子を改造することで、もともと持っている優れた機能を強めたり、新しい機能を追加したりした、「スーパーラン藻」をつくることができます。

三つ目は、ラン藻がとても役に立つ物質をつくるからです。ラン藻は、生物が生きていくのに欠かせない物質の一つである窒素が不足していると、光合成によって、酸素と糖だけでなく「ポリヒドロキシ酪酸」という物質をつくり出します。ポリヒドロキシ酪酸は、英語の名前を略して「PHB」と呼ばれています。PHBは、今とても注目されている「バイオプラスチック」の一つです。



● バイオプラスチックって何？

なぜ今、バイオプラスチックが注目されているのでしょうか。

まわりを見回して、プラスチックでできているものを探してみましょう。ペットボトル、定規、スーパーの袋……。たくさんありますね。プラスチックは、軽くて丈夫で、水や油にも強く、簡単にさまざまな形に加工できるので、いろいろなものに使われています。

プラスチックの多くは、石油からつくられています。しかし、石油資源には限りがあり、将来なくなってしまうといわれ

ています。また、プラスチックは使い終わったあと、土に埋めても自然には分解されないで、環境汚染が問題になっています。燃やして処分しようとすると、地球温暖化の原因になる二酸化炭素が出てしまいます。そうした理由から、石油を原料としないバイオプラスチックが注目されているのです。

バイオプラスチックの原料は、生物がつくり出す物質です。その物質は、元をたどっていくと、太陽の光エネルギーと二酸化炭素と水からできています。どれも繰り返し使うことができ、無限です。バイオプラスチックを燃やすと、やはり二酸化炭素が出ます。しかし、それはもともと生物が大気から吸収した二酸化炭素なので、大気中の二酸化炭素の量は増えません。

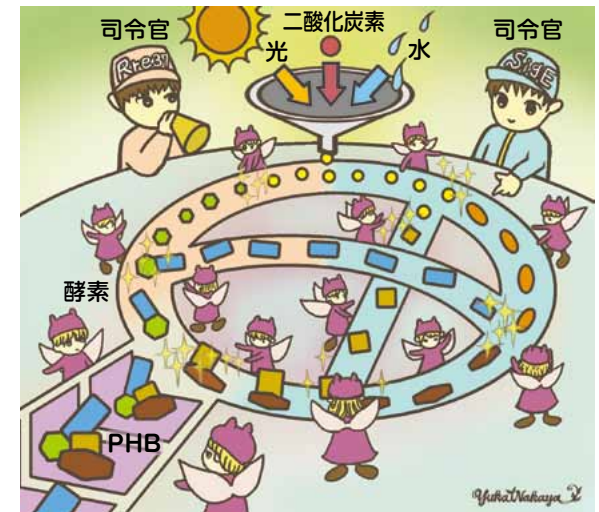
ラン藻がつくるPHBは、土の中にいる微生物によって分解されるという性質もあります。そのため、さまざまなバイオプラスチックの中でも特に注目されています。

● バイオプラスチック生産の司令官に注目！

ラン藻は小さい生物なので、つくり出すPHBは少量です。PHBでできた製品が生活の中で使われるようになるには、ラン藻にもっとたくさんPHBをつくらせる必要があります。私は、そのための方法を研究しています。

PHBは、太陽の光エネルギーと二酸化炭素と水から、何段階もかけてつくられます。その手伝いをするのが、「酵素」と呼ばれるタンパク質です。酵素を増やせば、たくさんPHBをつくることができそうですね。すでに多くの研究者が、その点に注目して研究を進めています。

でも私は、酵素とはちがう点に注目しています。PHBをつ



PHBができるまで

(イラスト：理研 中谷由佳)

くるとき、酵素は勝手に働いているわけではありません。それぞれの酵素が正しい場所で、正しい仕事をするように指示する「司令官」がいて、PHBをつくる流れをコントロールしています。私は、司令官役のタンパク質を二つ、世界で初めて発見しました。「SigE」と「Rre37」という名前です。この二つの司令官をパワーアップさせれば、PHBの生産量が増えるのではないかと考えたのです。

● バイオプラスチックの生産量が3倍に

まず、ラン藻の遺伝子を改造して、司令官の一つであるSigEを増やしてみました。すると、PHBの生産量が約2.5倍になりました。ねらいどおりです。次に、Rre37を増やしてみました。すると、PHBの生産量が約2倍になりました。SigEとRre37を両方増やしたら、PHBの生産量が増えるのでは!? そう思ったので、さっそくやってみました。予想どおり、PHBの生産量は約3倍になりました。

PHBをつくり出す流れをコントロールしている司令官を増やすことで、PHBの生産量を増やすことに、世界で初めて成功したのです。でも、「たった3倍かあ……」と思った人もいるでしょう。そうですね。私も、10倍、20倍と、もっともっと増やしていきたいです。

そこで、司令官であるSigEとRre37を増やす方法と、働き手である酵素を増やす方法を組み合わせることも、試しています。また最近、遺伝子を改造することで、早く増えるラン藻をつくることに成功しました。早く数が増え

ラン藻を育てている試験管と取り出したPHB

窒素があるとき



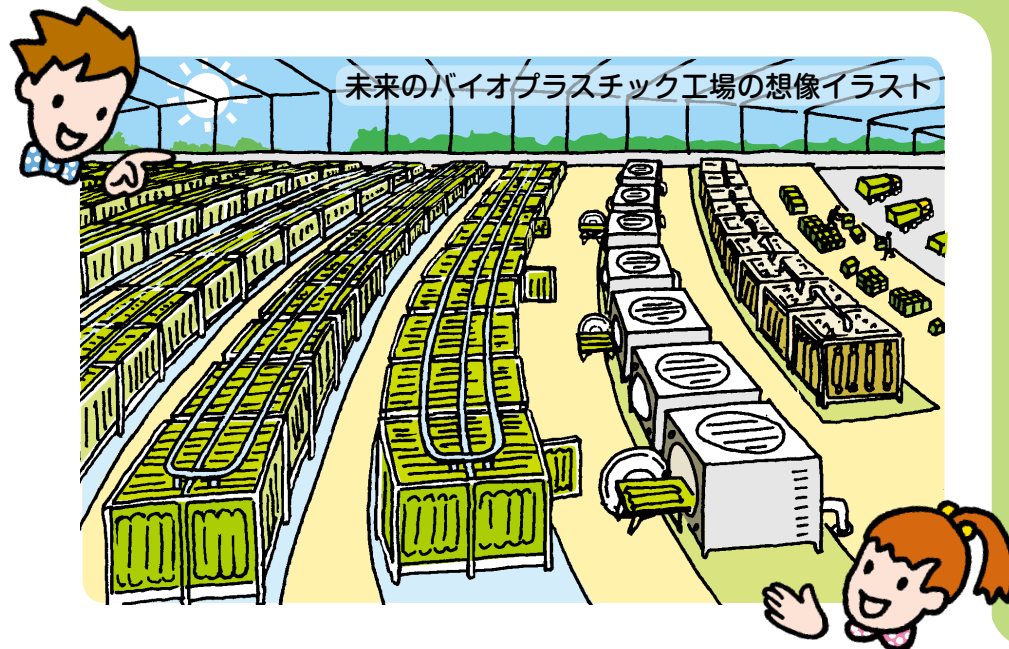
窒素が不足しているとき



PHBがラン藻の中にたまる



ラン藻を凍結乾燥させて取り出したPHB



れば、PHBの生産量も増えます。そして、SigEとRre37のほかにも司令官がいるかもしれません。新しい司令官探しも続けています。

● 小さなラン藻が地球を救う

研究は、ほかの人と同じことではなく、自分にしかできないことをやらなければいけません。SigEとRre37についていちばん知っているのは、発見した私です。それらに注目した研究をするのが、私の使命です。また、研究を研究室の中だけで終わらせずに、企業の人たちとも協力し合って社会に貢献したい——そう考えながら取り組んでいます。

私たちの研究が進めば、将来、ラン藻をたくさん育ててPHBを大量生産するバイオプラスチック工場が実現するかもしれません。ラン藻がPHBをつくる時に大気中の二酸化炭素を使うので、地球温暖化対策にも役立つでしょう。ラン藻はPHBのほかにも、水素や油など、さまざまな役に立つ物質をつくり出します。役に立つ物質をたくさんつくるスーパーラン藻ができれば、人類が抱えている環境問題や資源問題の解決にも貢献できます。

ラン藻はとても小さな生物ですが、地球規模の問題を解決できる、大きな可能性を秘めているのです。