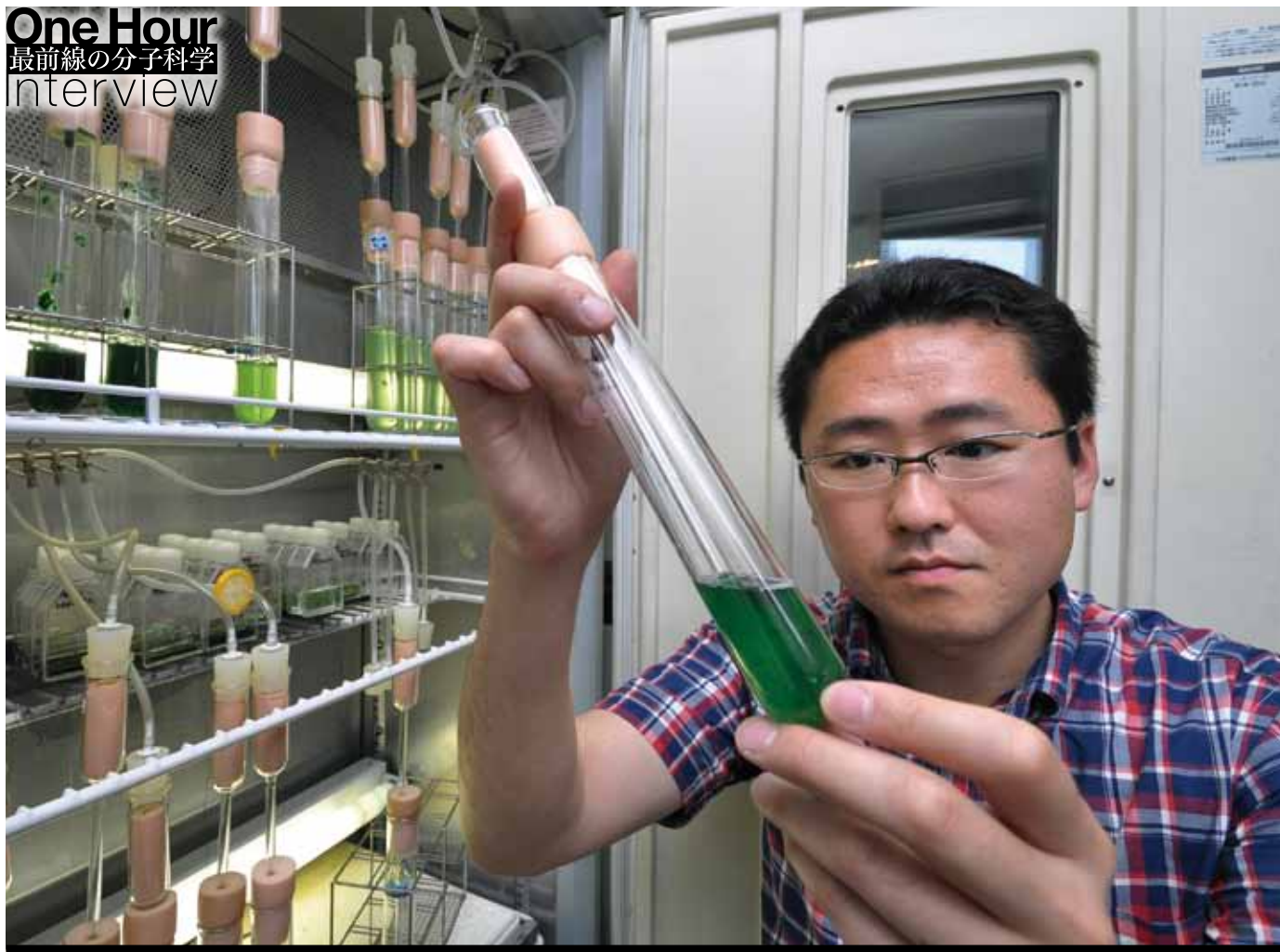




遺伝子組み換えシアノバクテリアによる エタノール生産を目指す

遺伝子組み換え技術を用いて、シアノバクテリアに二酸化炭素から
でんぷんとビタミンB₁₂をつくらせるのが、目下の研究の目標。
でんぷんはバイオエタノールの原料として使われることが想定されている。
トウモロコシのように広い耕作地を必要としないシアノバクテリアでエタノールが
つくれるようになれば、エネルギー問題に大きく貢献することは間違いない。

首都大学東京
大学院理工学研究科 生命科学専攻
准教授

得平茂樹

[えひら・しげき] 1974年、札幌市出身。東京工業大学生命理工学部卒。東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻博士課程修了。理学博士。埼玉大学、地球環境産業技術研究機構で博士研究員をした後、中央大学理工学部生命科学科に助教として入職。2013年4月から現職。現在、科学技術振興機構さきかけ研究者を兼任。現在はまだ受け持つ講義が少ないので、「ずっと研究室に入り浸り、自ら顕微鏡を覗いている」という。

「第31回松籟科学技術振興財団研究助成 受賞」

光合成をする シアノバクテリア

——今回、松籟財団の助成を受けられたそうですが、助成対象となったのはどういう研究でしょうか。

シアノバクテリアという微生物の遺伝子を変換して、でんぷんとビタミンB₁₂をつくらせるようにするのが研究の目的です。でんぷんはエタノールの原料になります。つまり、

微生物を使ってバイオ燃料を生産できるようにするという事です。

——シアノバクテリアを使うのはなぜですか。

シアノバクテリアは植物と同じように光合成の能力を持っています。30億年前、シアノバクテリアが光合成を始めたことで、大気中の酸素がつけられたと言われています。しかも、シアノバクテリアの光合成能

力は植物よりも高く、光合成能力が高いということは、より多くの二酸化炭素が固定できるわけで、いろいろなものをより多くつくれるというメリットがあります。これがひとつ。

シアノバクテリアを使うもうひとつの理由は、水の中で生きるバクテリアなので、育てるのに耕作地は必要ないということです。食料をつくるのに必要な耕作地を、燃料をつくるために奪わなくてすむ。食料と競合しないということです。

——食料として生産していたトウモロコシからバイオエタノールを生産したために、食料の供給が減ったことが問題になりましたが、この微生物を使えばそういう問題は生じないということですね。

シアノバクテリアは数千種類あると言われていますが、私はその中でスピルリナという種類を使っています。もともとアフリカや中南米の湖に多く生息していて、現地では貴重なタンパク源としてかなり前から食用に摂取されていました。塩濃度の高い水の中や高アルカリの水中でも育つのが特徴で、湖の中ではほとんど独占種のような状態になります。そういうことから工業的に利用しやすいと考えられ、最初に大量培養を始めたのは日本の企業だと聞いています。今でも栄養補助食品やビタミン剤などに原料として使われています。シアノバクテリアは緑と青の色素を持っていて、スピルリナの青い色素は「ガリガリ君」のソーダ味に使われていますよ。

本物と偽物のビタミンB₁₂

——実際にエタノールをつくることに成功しているのですか。

スピルリナは今、工業的に利用されている唯一のシアノバクテリアで、

細胞の中に多量のでんぷんを蓄えています。それを利用しようという研究はここ数年でずいぶん進捗し、エタノールをつくり出した研究グループもあり、トウモロコシと同じくらいの量のエタノールをつくれるとした論文も発表されています。トウモロコシと同程度のコストでスピルリナを培養することができれば、トウモロコシに代わってスピルリナでバイオ燃料をつくる道が開けるはずです。ただ残念ながら、コストがまだトウモロコシのレベルには及んでいません。

——いかに低コストでスピルリナを培養するかということが課題なのですね。

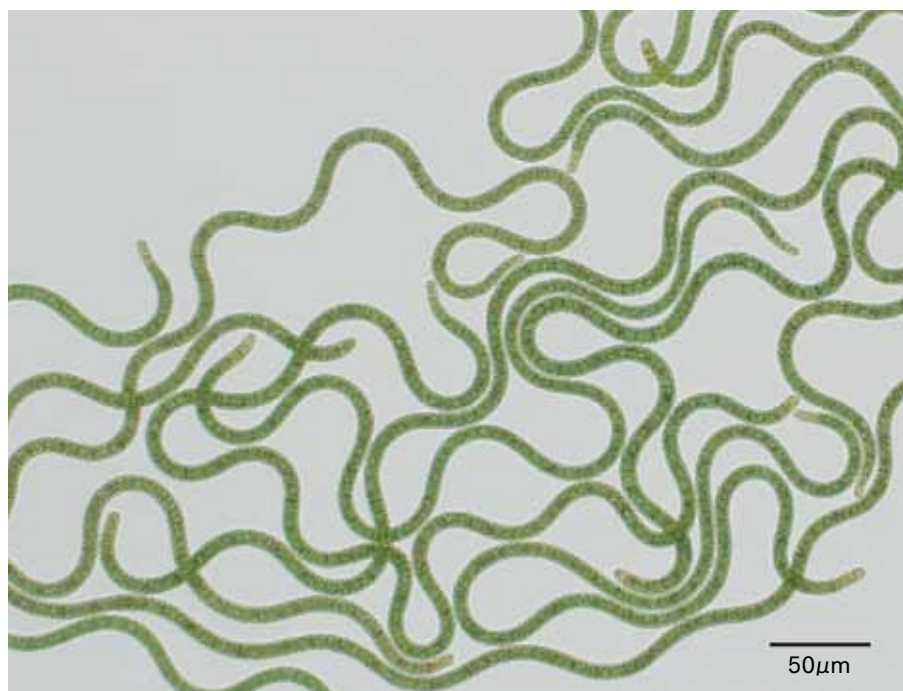
それだけとは限りません。でんぷん以外の部分をもっと活用して付加価値を上げれば、培養のコストがトウモロコシより高くてもペイできるようになると考えられます。そこで私は、スピルリナからでんぷんを抽出したあとの残渣から、ビタミンを抽出することを提案しているのです。

スピルリナが栄養補助食品の原料に使われているのは、スピルリナがいろいろなビタミンをつくるからでもあります。地球上でビタミンB₁₂をつくっているのは全てバクテリアだと言われていますが、スピルリナもビタミンB₁₂をたくさんつくっています。ところがよくよく調べると、スピルリナがつくっているのは人間が利用できる形のビタミンB₁₂ではないことが分かってしまったのです。スピルリナがつくっているのは、いわば偽のビタミンB₁₂です。

遺伝子を切らせないようにする

——先生は世界で初めてスピルリナのゲノム解析に成功されたそうですね。それで、そういうことが分かったのですか。

私が成功したというと、ちょっと語弊があります。私も参加したグループで成功したのです。その結果、スピルリナは本物のビタミンB₁₂をつくる遺伝子を持っていないことが



スピルリナは藍藻の一種で細胞が集まって棒状の群体をつくり、幅5-8 μm、長さ 300-500 μm ほどの「らせん形」をした濃緑色の単細胞微細藻類。

判明しました。これは私の研究にとっては大きなマイナス材料です。でも、人が利用できる形のビタミンB₁₂をつくっているバクテリアはたくさんいます。そういうバクテリアのビタミンB₁₂をつくる遺伝子を入れてやれば、スピリリナも本物のビタミンB₁₂をつくれるようになると考えられます。それがこの研究の一番の目的です。

——遺伝子を入れることは、簡単なのですか。

今、お話ししたようなことは、スピリリナが工業的に利用されるようになってから多くの人が考えてきたことです。しかしまだ誰も成功していません。

生物にとっては、よそから他の遺

伝子が簡単に入ってきては困ります。だから生物はみんな、他の遺伝子が入ってこないようにするシステムを持っています。そのシステムをごまかして、いろいろな遺伝子を入れられるようにするのが、遺伝子組み換えの技術です。しかしスピリリナに関しては、遺伝子組み換えの技術が未だに開発できていないのが実情です。

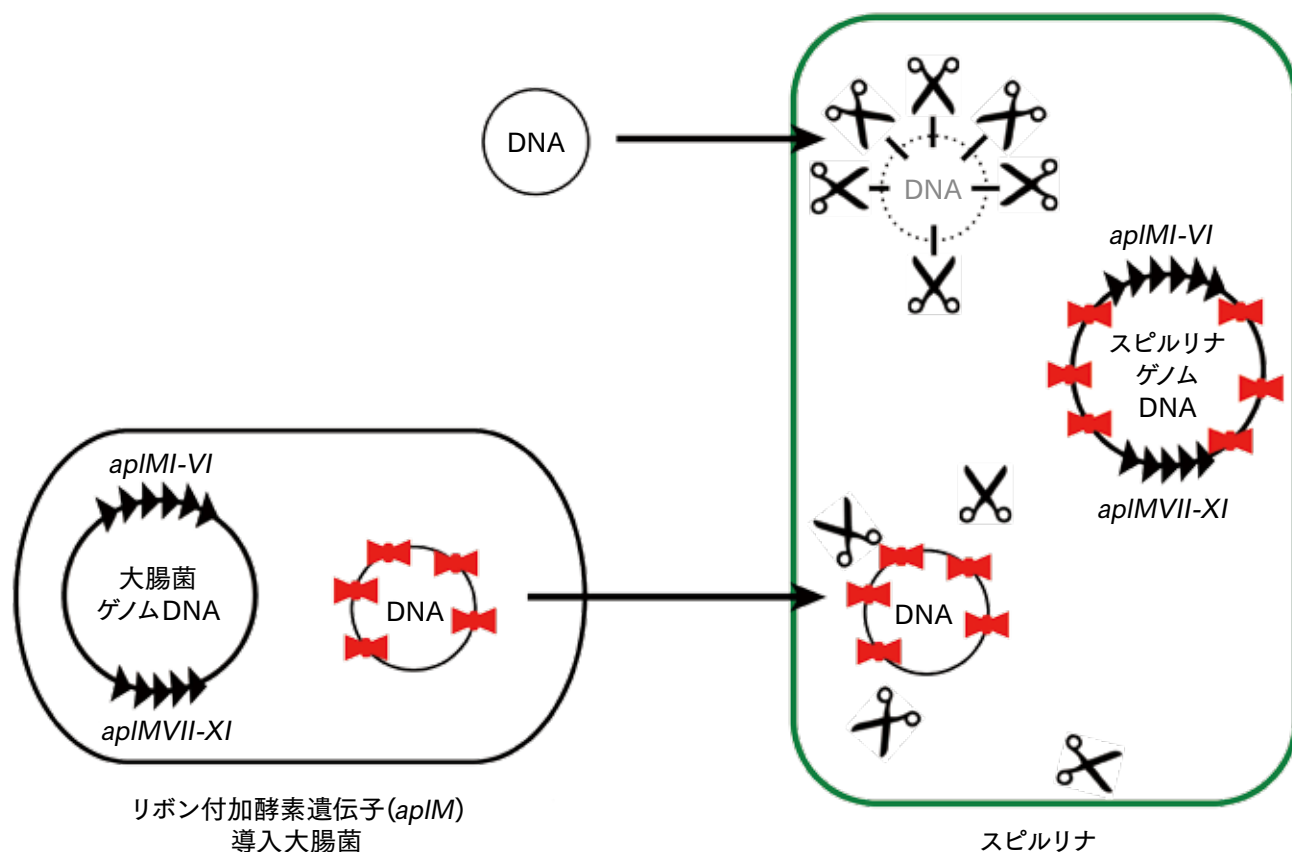
——誰も成功していないが、遺伝子を入れられる可能性はあるとお考えですか。

はい。可能性はあります。しかしバクテリアは、外から入ってきた遺伝子の本体であるDNAを切ってしまうシステムを持っており、ゲノムを解析してみると、スピリリナは他

のバクテリアに比べて、DNAを切るシステムがあまりにも発達していることが分かりました。そういうシステムのことをよくハサミに例えますが、スピリリナは10種類以上のハサミを持っているのです。もちろんスピリリナは自分のDNAも持っています。それが切られてしまったら死んでしまいますから、自分のDNAはハサミで切られないようにするシステムも同時に持っています。なので、ハサミで切られないような形のDNAをこちらで用意してやれば、スピリリナにそれを入れても切られないと考えられます。ゲノムが解析できたので、切られなくするために必要な遺伝子も明らかになっています。

そこで、遺伝子操作がしやすい大

遺伝子組み換えの模式図



腸菌を使って、スピルリナが切れないDNAを用意しようと、今チャレンジしています。

DNAにリボンを付ける

——現状はどういう段階なのでしょう。

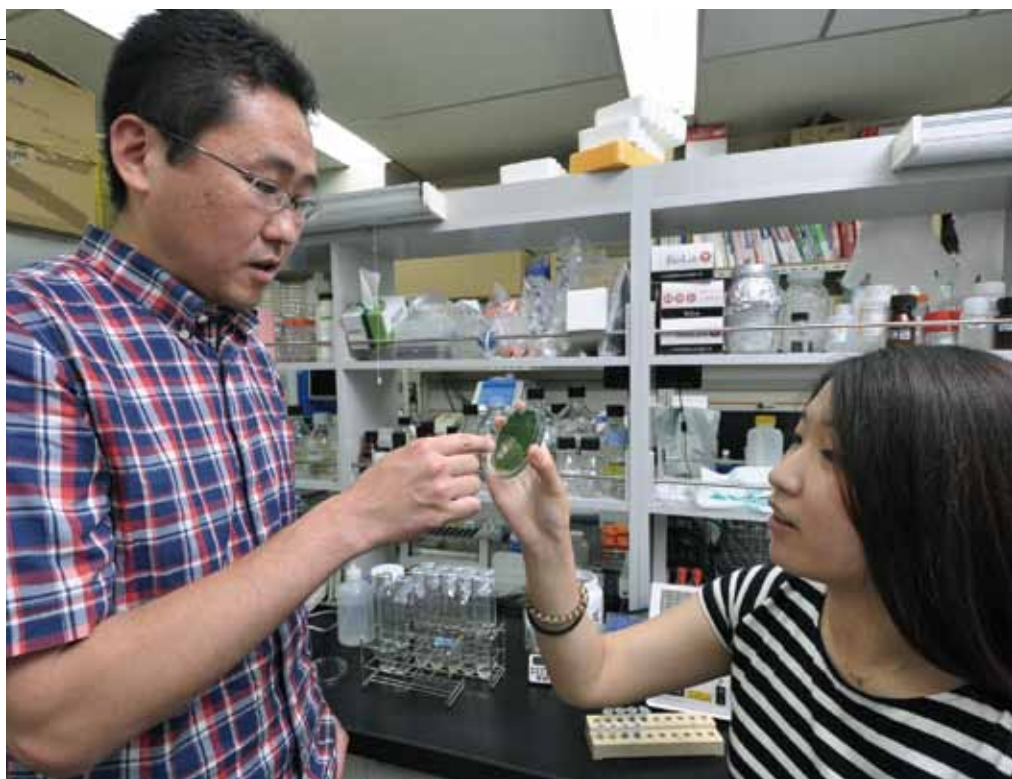
まず、ハサミで切られなくする遺伝子を順番に大腸菌に入れているところです。スピルリナのハサミは11種類、あるいはもう少し多いかもしれません。DNAは、A、T、C、Gの4つの塩基が並んでいます。ハサミはその並びを見つけてそこを切ります。11種類のハサミがそれぞれ別の並びを見つけます。その並びのない遺伝子をつくるのは難しく、どうしてもどれかのハサミに見つかってしまいます。でも、ハサミが並びを判別できなくする遺伝子があるのです。それはDNAにリボンを付けるような遺伝子で、ハサミはそれを見つけても「これはリボンが付いているからいいんだ」と勘違いしてしまいます。そういうリボンを付ける遺伝子を、大腸菌に入れて、大腸菌の中でリボンを付けたDNAがたくさんできるようにしています。

——リボンを付けること自体は難しいのですか。

リボンを付ける遺伝子を、大腸菌の中に10数個入れる必要がありますが、これはそんなに簡単なことではありません。一番強いハサミはとにかく使えないようにしないといいのですが、今はどれが一番強いハサミなのかすら分からない状況なので、1個ずつ試していくしかありません。

——そうやって試して、ある程度分かってくるのはいつ頃になりそうですか。

う〜ん…。そういうのは一番難し



い質問で（苦笑）。年内にはなんとかと思っていますが、大腸菌のほうがりボンを付けられるのを嫌がっているケースも出てきているので、全部を試すことが最終的にできるかどうかは正直分かりません。

シアノバクテリアが可愛い

——それができたら、次はどういう作業に入るのですか。

できたものをスピルリナの細胞の中に入れて、そのDNAが切られずにちゃんと保持されているか、また一つひとつ確認していくことになります。保持されていたら、その遺伝子をスピルリナが上手く働かせてビタミンB₁₂ができるようになると考えられます。

——でんぷんとビタミンB₁₂の両方がつくれるようになると、トウモロコシよりコストが安くなりますか。

そう信じています。

——これからやりたいことは？

とにかく研究がしたいですね。今

の研究が面白いので、さらに発展させていきたいですね。

——突然ですが、趣味はありますか。

今は趣味を全部やめて研究しているという感じです。中学から大学までは剣道をしていました。一応4段です。剣道のときはひたすら相手を観察し、ものすごく集中しました。

——相手を観察するというのは、研究にも生きているのではないですか。

剣道との関連はよく分かりませんが、生き物をよく見るということはとても大事です。何も喋ってはくれないか、機嫌はどうか、できるだけ感じるようにしています。人間より、シアノバクテリアの方が面白いですよ。私はシアノバクテリアが可愛くて仕方ありません。実はメインで使っているのはスピルリナではなくアナベナというシアノバクテリアなのですが、妻からは「ベナ子」と呼ばれています（笑）。妻に言わせればアナベナは彼女のライバルだそうです（笑）。