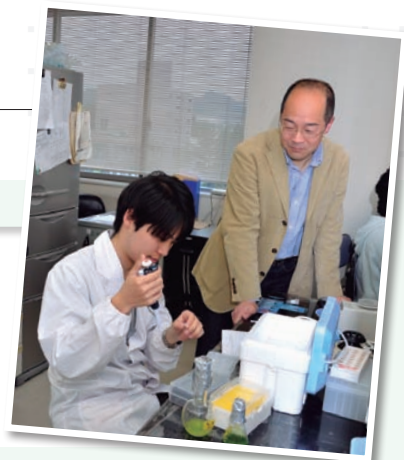


明日への
トビラVol.
2ユーグレナがつくる
ジェット機燃料身近な微細藻類がCO₂削減にも貢献

ユーグレナ（和名：ミドリムシ）は、最もよく知られる微細藻類の一つだ。近所の川や池に行けば、ほぼどこにでも生息している。島根大学生物資源科学部教授、石川孝博さんのグループは、そんな身近な生物であるユーグレナがつくり出す脂質「ワックスエステル」に着目し、バイオ燃料として実用化を目指した基礎研究を行っている。

ユーグレナがため込む
“脂質”がバイオ燃料に

ユーグレナは細胞内に葉緑体を持ち、植物のように光合成を行う。一方で、鞭毛を使って動物のように動き回ることができる。このように動物と植物の両方の特性を持った生物はユーグレナだけだ。

ユーグレナは、「パラミロン」と呼ばれる特有の多糖類（生物活動のエネルギーであるブドウ糖が連なった物質）を細胞内にため込む性質がある。これはイモ類や穀類などの植物が根や種子にデンプンをため込むのと同様で、光合成で得られた糖を効率的に貯蔵するためにつくられる。通常、ユーグレナは水中に十分な酸素がある環境で暮らしながら、パラミロンをため込む。そのユーグレナを酸素のない環境におくと、貯蔵していた細胞内のパラミロンが「ワックスエステル」という脂肪アルコールと脂肪酸が結びついた油脂状の

物質に変化する。このワックスエステルこそ、バイオ燃料に利用できる脂質なのだ。バイオ燃料の中でも特にジェット機燃料はエネルギー密度が高い軽質な炭化水素が必要とされる。ユーグレナのワックスエステルから精製される燃料は、炭素数14前後でまさにこの条件を満たしており、実際に合成ジェット燃料規格に適合することが確認されている。

ユーグレナがワックスエステルをつくり出す現象は、1980年代から知られていた。近年になって食用植物との競合を避けるため、微細藻類由来のバイオ燃料が注目される中、石川さんらはこのワックスエステルに着目。CRESTの研究課題として近畿大学と株式会社ユーグレナの研究者らとともにその生産メカニズムを解明し、燃料としての実用化へ向けた研究を進めることにした。

潜在能力を引き出すために
遺伝子を調べる

ユーグレナには一般的な藻類がもつ固い細胞壁がなく、たんぱく質が層状に重なった膜（ペリクル）で覆われている。「ペリクルは簡単に壊すことができるため、ため込まれたワックスエステルを容易に取り出せることも、ユーグレナのよいところですよ」と石川さん。

実用化のためには、ユーグレナを大量に培養することが必要だ。すでに、実験室レベルでは高い効率でワックスエステルが生産できるようになっているようだ。ただし野外で大量培養すると、10分の1ほどに効率が落ちてしまう。これは光や温度の条件が、自然環境下では実験室と異なることが大きな原因だという。

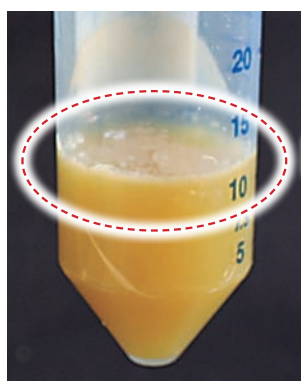
しかし「逆にいえば、それだけのポテンシャルをユーグレナがもっているということです」と石川さんは言う。そのポテンシャルを引き出し、自然環境下でも高効率でワックスエステルを生産する「スーパーユーグレナ」をつくるのが、研究の主眼となっている。そのためには、遺伝子やたんぱく質を調べ、ユーグレナがパラミロンを蓄積しワックスエステルに変換・調節するメカニズムを解明する必要がある。プロジェクトが始まる前は、ユーグレナの遺伝子情報はほ



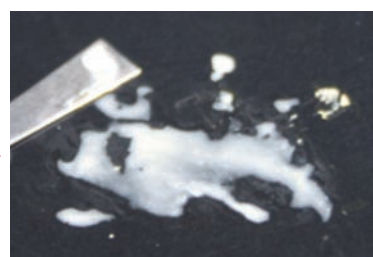
ユーグレナは主に淡水に生息する微細藻類。
大きさは約25～80マイクロメートル。



光合成に必要な光源が設置された、屋内用の大型培養装置で育成されるユーグレナ。



嫌気条件下（酸素のない環境）で取り出されたワックスエステル。



実験室で培養中のユーグレナ。薄い緑は培養3日目、濃い緑は培養2週間経ったもの。薄いオレンジ色は葉緑体をもたない変異体のユーグレナ。

とどなかったが、石川さんらはこれまでに3万2000個ほどの遺伝子を特定しており、現在これらの中からワックスエステル生産の制御に関連する遺伝子解析が進行中である。



二酸化炭素 (CO₂) の削減にもつながる

ワックスエステル生産能に加え、ユーグレナはCO₂が40%という高濃度の中でも培養可能な耐性能をもつことがわかっている。大気中のCO₂濃度は0.04%程度だが、ユーグレナが最もよく育つのは、15～20%程度の環境だ。

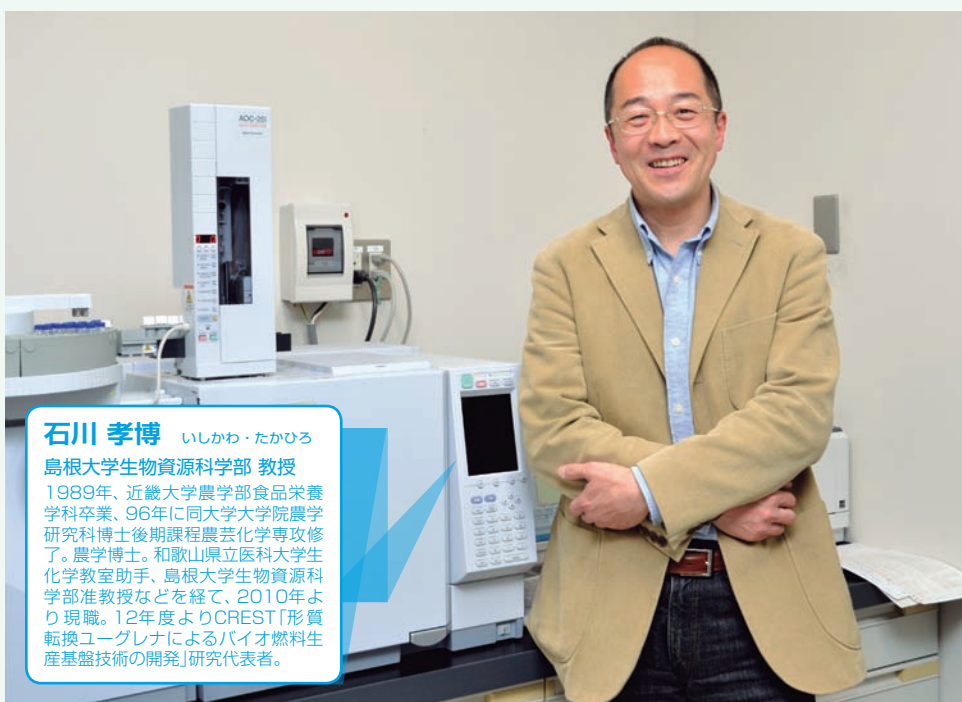
実は火力発電所などから出る排気ガスのCO₂濃度はユーグレナの培養に最適な15～20%であり、共同研究をしている株式会社ユーグレナでは実際にユーグレナをそのような排気ガスの中で培養する実験に成功している。石川さんらは、さらに効率的な培養法について検討を進めるとともに、高いCO₂濃度に耐える仕組みについても、関連する遺伝子やたんぱく質を調べている。

「火力発電所などの排気ガスを炭素源にしてユーグレナを培養し、そこからワックスエステルを取り出して燃料化できれば、理想的なカーボンニュートラルが実現できます」と石川さんは言う。実現すれば温暖化を促進するCO₂の有効利用とその削減につながる。まさに夢のようなエ

ネルギー源といってよいだろう。

石川さんにとってユーグレナは「夢の生物」であり「希望の生物」とであると言う。「ユーグレナのバイオ燃料が実用化できれば、世界中の航空会社で利用される可能性もあります。そうなれば、日本発の技術が世界で役に立つことになります」。英国やドイツ、カナダなどでも、ユーグレナの基礎研究は行われているが、「私たちは世界に先駆けてユーグレナの遺伝子導入にも成功しており、われわれの研究が実用化に最も近いはず」と石川さんは胸を張る。

1ミリにも満たない小さなユーグレナに、石川さんらは大きな夢を託している。



石川 孝博 いしかわ・たかひろ

島根大学生物資源科学部 教授

1989年、近畿大学農学部食品栄養学科卒業、96年に同大学大学院農学研究科博士後期課程農芸化学専攻修了。農学博士。和歌山県立医科大学学生化学教室助手、島根大学生物資源科学部准教授などを経て、2010年より現職。12年度よりCREST「形質転換ユーグレナによるバイオ燃料生産基盤技術の開発」研究代表者。