



「微細藻類からバイオジェット燃料」へ加速 Jパワー、NEDO事業採択で弾み

電源開発（Jパワー）が進める微細藻類からバイオジェット燃料生産を目指す研究開発が、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）事業に2020年度に採択された。「海洋ケイ藻のオープン/クローズ型ハイブリッド培養技術」と名付けられた研究で、安定培養技術の確立と藻体生産量の向上を実現し、バイオジェット燃料の社会実装へ向けた取り組みを加速させる。

Jパワーは2002年から海洋微生物を中心に微生物コレクションであるJ-POWER Culture Collection (JPCC) を構築し、微生物を活用したバイオテクノロジーの研究を開始した。Jパワー技術開発部若松研究所バイオ・環境技術研究グループの松本光史主任研究員は「当時注目したバイオテクノロジーは、微生物が有する有用機能による物質生産や環境浄化の領域であり、そこから研究に着手した」と話す。

微細藻類は、一般的に植物プランクトンと呼ばれる微生物だ。この微生物は、光合成機能を活用して、デンプンやさまざまな物質を合成し、生存している。

微細藻類の中には、生育に必要な栄養がなくなった環境におかれた時、細胞内に中性脂質などのオイルを大量に蓄積するものがある。すでに、淡水性の微細藻類の中から有望な藻類が見出されており、これら藻類を用いたバイオジェット生産技術開発が進められている。

Jパワーでは、微細藻類の中で海洋性の微細藻類に着目し、バイオジェット燃料製造技術の開発に取り組んでいる。

Jパワーの研究の特徴は、農業用水や工業用水・飲料水に活用できる淡水に生息する微細藻類ではなく、海水を利用できる海洋の微細藻類をターゲットにしていることである。「淡水資源が豊富ではない海外での事業展開を視野に入れば、淡水資源への配慮は重要なポイントになる」（松本氏）からだ。

Jパワーではまず、構築したJPCCの中からバイオジェット燃料生産技術開発に活用できるグリーンオイル（微細藻類が作るオイル）を高濃度で蓄積する海洋微細藻類の探索を行い、2008年度に高水温環境に適したソラリス株、13年度に低水温環境に適したルナリス株の2種類の有望株を発見し、09年度から13年度において、国立研究開発法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業（JST-CREST）に採択された。

さらに、JST-CRESTの研究成果を活用し、13年度から16年度にかけては、NEDOによる戦略的次世代バイオジェット燃料製造事業に採択され、ソラ

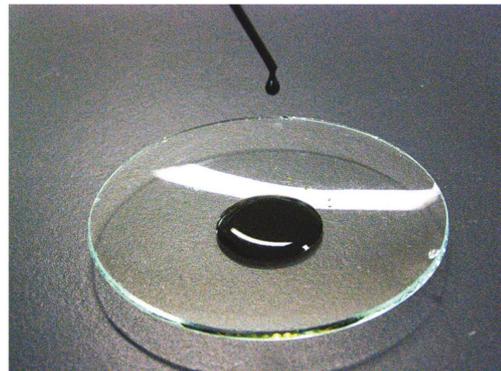


若松研究所にあるオープン/クローズ型ハイブリッド培養技術開発に活用する直径40m培養装置（600m²クラス）を含む培養設備の全体配置

リス株・ルナリス株による年間生産、屋外培養規模の大型化、さらに回収・抽出を含めた一貫生産プロセス検証について研究を進めた。その中で、雑菌汚染（コンタミネーション）による屋外培養時の生育不良が顕在化し、捕食性微生物に対する抑制・制御技術など、屋外における安定化培養技術の確立が必要であることが分かった。翌17年度の新たなNEDO事業の採用は逃したが、20年度までは自社研究として続けた。松本氏は「安定化培養に関する技術要素の検証が不十分で、かつ低エネルギー型の製造プロセスの具体的な提案ができなかった」と分析。自社研究では、屋外の安定化培養に主眼を置き、低エネルギープロセス構築に向け技術力に磨きをかけてきた。

こうした研究が認められ、20年度から最長5年間（22年度までは委託事業、23～24年度は審査通過後に助成事業）の事業期間とするNEDO事業に採択され、現在鋭意研究開発を進めている。

このNEDO事業は、主に屋外安定化培養技術の確立を目指したプロジェクトとなっている。Jパワーでは今回、これまでの長年の屋外培養の経験を生かし、オープン型培養装置（円形ポンド）とクローズ型培養装置（ガラス管）を組み合わせ「ハイブリッド培養システム」を



ソラリス株・ルナリス株から得られるグリーンオイル

採用。

微細藻類の培養方法は、基本的に屋外環境に開放されたオープン型培養、開放されていないバイオリクターなどの封入されたクローズ型培養の2つがある。オープン型培養は、設備費や管理費が安く、設備が単純である長所がある一方、コンタミネーションリスクが高く、プロセス管理が難しいほか、藻体生産量が低く、培養できる藻種も限られる短所もある。

対してクローズ型培養は、設備費・管

理費が高く、設備が複雑化する短所がある一方、コンタミネーションリスクが低く、プロセス管理が容易で、藻体生産量が高いほか、さまざまな藻種の培養に対応できる長所がある。

両者は長所と短所が相反する関係となっているため、「2つの装置を組み合わせることにより、双方の長所を取り入れる」（松本氏）ことに狙いを定めた。

有望株として発見したソラリス株・ルナリス株から生産したグリーンオイルや藻体は、バイオジェット燃料以外にもさまざまな用途開発が可能。有用な機能が確認されているフコキサンチン・パルミトレイン酸・EPA・スクワレンなどの高付加価値物質、アサリ・ワタリガニ・ナマコなどの初期餌料などの副産品としての利用が期待される。松本氏は「副産品のビジネス化はスピード感を持って取り組みたい。25年をめどに考えている。また、バイオジェット燃料については、国の目標である30年までの実用化を目指している」と話す。

微細藻類はカーボンリサイクル技術として位置付けられている。Jパワーでは、微細藻類による炭素循環社会（カーボンリサイクル）への貢献として、着実に開発を進めている。



オープン型培養装置（600m²クラス）



クローズ型培養装置（350Lクラス）

水資源問題と食糧高騰を想定し、海洋微細藻類を研究

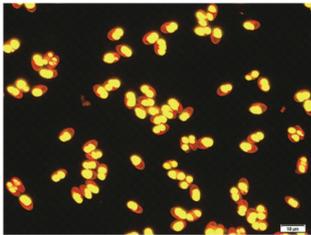
微細藻類を活用したバイオジェット燃料生産技術の研究開発に取り組むJパワー技術開発部若松研究所バイオ・環境技術研究グループの小西金平グループリーダーと、同グループの松本光史氏にこれまでの取り組みや将来展望を聞いた。

— Jパワーの研究は2008年度から始まり、10年を超えている

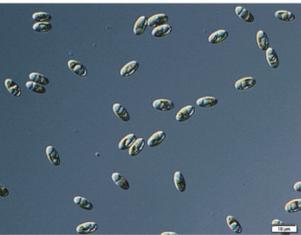
小西 化石燃料が数億年かけて蓄積された産物であるのに対し、微細藻類は数週間でエネルギーを生産しようとしている。「実用化はまだか」という声が社内外から寄せられるが、エネルギー密度の高い化石燃料の代替はそう簡単ではない。微細藻類を育てる行為はまさに農業と同じであり、生み出されるグリーンオイルは太陽エネルギーの濃縮物。地表に届く希薄なエネルギーをオイルとして濃縮する作業は時間を必要とし、また、大量に生産するには面積を必要とする。デジタル技術と同じ開発速度というわけにはいかないが、とはいえ、人々が求めるスピード感を意識することは不可欠で、2030年ごろには間に合わせたい。

松本 今、世界で微細藻類を活用した事業（主に高付加価値生産）として成立している微細藻類は10種類程度しかない。世界中の研究機関では多くの有望な微細藻類が見つかったにもかかわらず利用されていない理由は、需要に対して、安定的かつ十分な供給量を満たすための培養（生産）ができないからだ。

— 電力会社が微細藻類によるグリーン



オイルを大量に貯めるソラリス株



オイルを大量に貯めるルナリス株

— 今後の研究で越えなければならないハードルは

松本 オイル生産量を上げるため培養規模を広げる必要があり、培養容量600トンの規模のオープン型培養装置（基本ユニット）の培養技術を完成させることを目指している。さらに、この基本ユニットによるグリーンオイル生産システムの構築に取り組みたい。また、屋外環境は常に変化する。ゲリラ豪雨や台風などの天候リスクを避けるため、屋外の培養をできるだけ短期間で仕上げる方法についても検討したい。

また、燃料については、マーケットで通用する価格に近づけるには、できるだけコストをかけずに生産（安定培養）しなければならない。例えば植物工場など、温度などの条件を管理できる環境を作ってしまうは安定培養が行え、安定生産は可能であるが、出来上がった燃料のコストメリットの有無やCO₂・エネル

ギーの収支を精査する必要がある。CO₂削減やエネルギー生産を目指した結果、生産する際に多くのCO₂を排出したら意味がない。この部分に関して妥協は許されない。CO₂排出量を削減するグリーンエネルギーをつくるためにどこまで犠牲を払うべきかを厳しく見極める必要がある。

— 実用化へ向けて、何が必要になるのか

小西 化石燃料を一定程度代替できるようになるには時間がかかる。副産物の高付加価値製品のビジネスを実現しながら、バイオジェット燃料事業へ一歩ずつ実を進めていくことが大事だ。微細藻類の研究開発は当社が長く取り組んできた電気事業とは畑違いで、これまでとは全く異なる業界の人たちと協力し、知恵を借りなければならない。また、CO₂

エネルギーの開発に取り組む理由は

松本 CO₂起源による地球温暖化の影響を受け、CO₂排出を伴わないバイオ燃料（バイオエタノール・バイオディーゼル・バイオジェット燃料など）への関心が高まっている。バイオマス原料由来のバイオ燃料は、発生するCO₂が実質ゼロと見なされる。CO₂を排出する事業者として、カーボンリサイクル技術研究は責務と考えている。

— 海洋微細藻類に着目する狙いは何か

松本 微細藻類が多量のオイルを作り、燃料生産用微生物として以前から注目されていることは知られている。Jパワーが海洋微細藻類に着目した主たる理由は、淡水資源への配慮だ。微細藻類の培養時には大量の水を使う。淡水資源は、農業用水・工業用水・飲料水に活用される。国内なら使用する際の制限が少ないかもしれないが、必ずしも淡水資源が豊富とは限らない海外で事業を展開しようとなると、多くの制限や困難に直面すると考えた。世界的なバイオ燃料ブームが訪れた際、トウモロコシや大豆などを原料に燃料を生産することにより食糧価格の高騰を招いた経緯がある。その経験をもとに、多くの事業者が、食糧にならない「非可食性」バイオマス事業へとシフトしていった。水資源についても同じことが言え、直接的には価格高騰の引き金にはならないかもしれないが、農業用水との競合を通じ、食糧価格の高騰に

つながるリスクがある。このほかにも、微細藻類を育てるには、ミネラル成分を栄養源として添加する必要がある。淡水で育てる場合にはこれらミネラル成分を与える必要がある一方、海中にはミネラル成分が既に豊富に含まれていることから、コスト面でも海水に優位性があると考えている。

— ソラリス株とルナリス株の2株を併用するメリットは

松本 ソラリス株の適用水温度は摂氏15度から45度、ルナリス株は4度から25度だ。この2種類を使えば、日本国内の幅広い水環境で培養が可能になり、多くの場所で事業を展開することができる。温かい場所で生育すれば生産速度も上がり、収量増は期待できるが、季節性や広い土地が少ない国内の状況を考慮し、また地産地消を目指すなら、製造設備を各地に分散配置するのが理想的だ。



削減効果を有するクリーンエネルギーを生産する技術として、当社が取り組む培養分野でのCO₂排出量削減を進めるのは当然だが、サプライチェーン（培養～

加工～輸送）に関係する全ての人たちの力を結集して、CO₂削減効果があるクリーンエネルギーを世の中に供給するというゴールを達成したい。

微細藻類による炭素循環社会への貢献