JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	株式会社ユーグレナのミドリムシ生産の事業化 ： 農林水産業における産官学連携に関する一考察 ④
Author(s)	大沼，妙子；妹尾，堅一郎；伊澤，久美；上野，洋和；丸島，和也；関本，奈菜子
Citation	年次学術大会講演要旨集，32：418-421
Issue Date	2017-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/15013
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

２Ｂ０８

株式会社ユーグレナのミドリムシ生産の事業化
～農林水産業における産官学連携に関する一考察④～

○大沼妙子、妹尾堅一郎、伊澤久美、上野洋和、丸島和也、関本奈菜子（産学連携推進機構）

東京大学発のベンチャー企業である株式会社ユーグレナは、2005 年にミドリムシ（学名：ユーグレナ）の食用屋外大量培養に世界で初めて成功し、2014 年には東証一部上場を果たしている。屋外大量培養技術のノウハウは公開せず、用途特許で参入障壁を築く一方で、ミドリムシを大手企業との協業によって食品や化粧品として普及させるという一種のオープン＆クローズ戦略を展開している。さらに、培養方法によって油脂分を多く含むミドリムシの培養が可能となり、現在はバイオディーゼル、バイオジェット燃料への実用化計画も進められている。本論では、この事例紹介とその考察を通じて産官学連携による技術の事業開発に関する一モデルを提示する。

キーワード：ユーグレナ、屋外大量培養、バイオテクノロジー、ベンチャー、産官学連携、ビジネスモデル、知財マネジメント

１．株式会社ユーグレナの概要[1]

株式会社ユーグレナ（以下、ユーグレナ社）は、「人と地球を健康にする」という経営理念を掲げるミドリムシ(学名：ユーグレナ)を中心とした微細藻類に関する研究開発及び生産管理、品質管理、販売等を行う企業である。ミドリムシの屋外大量培養技術を中核技術とし、ミドリムシに関する研究開発活動、その成果を活かしたミドリムシ等の微細藻類を用いた食品、化粧品を扱う「人を健康にする」ヘルスケア事業、「地球を健康にする」バイオ燃料の実用化を目指すエネルギー・環境事業などを手掛けている。

同社は 2005 年に設立され、2012 年に東証マザーズへの上場を果たし、2014 年には東証 1 部に市場変更をしている。技術開発から事業化に至るまで、様々な産官学連携を行っており、順調に売上高を伸ばしている。ユーグレナ社の連結売上高は、2016 年 9 月期には 111 億円に上っている。

図表 1. 企業概要[1]

会社名	株式会社ユーグレナ
設立	2005 年 8 月 9 日
資本金	48 億 7,083 万円
所在地	東京都港区芝 5-33-1 森永プラザビル 22F
代表者	代表取締役社長 出雲 充
従業員数	連結 211 名

ミドリムシのようなバイオマス資源利用の用途としては、それぞれ重量単価の高い順から Food（食料）、Fiber（繊維）、Feed（飼料）、Fertilizer（肥料）、Fuel（燃料）という 5F という考え方がかねてより存在している。ユーグレナ社もこの考え方を踏襲し、バイオマスの生産コストが低下するに連れ、利用可能性を拡大し、価格のより安いものへの事業化を目指している（食品→化粧品→飼料→肥料→燃料）。現在は、食料と化粧品を含むヘルスケア部門において収益を出しており、その収益で 5 段階目の用途であるバイオ燃料事業化に向けて実用化の研究開発を行っている。

２．事業起点の技術概要

ミドリムシは、体内の葉緑体によって光合成を行う単細胞生物（微細藻類）である。 植物性栄養素と動物性栄養素の両方を含むミドリムシは人間が必要とする栄養素のほぼ全てを含んでいるとされる。

野菜などの植物とは異なり、細胞壁がないため、体内への栄養素の吸収率が高く、食物繊維の一種である独自の成分パラミロンを持つことから、機能性食品や化粧品としての利用だけでなく、医薬品用途への活用も期待されている。 さらに、光合成を、おもに太陽光と水と二酸化炭素ですることから、その効率（二酸化炭素を炭水化物等に固定し酸素を作り出す）が優れており、食品利用以外にも、製鉄所や火力発電所などから発生する二酸化炭素の排出削減への活用や、ミドリムシ体内に生成する油脂をバイオ燃料へ活用することが検討されている。

上記のようにミドリムシは、食品生産、再生可能エネルギー、CO_2 削減など炭素循環社会を構築する可能性が示唆されている。しかしながら、栄養価の高いミドリムシは他の生物の汚染によって食い尽くされるため、ミドリムシのみを大量に培養するのは困難であるとされていた。

３．技術開発の経緯

社長である出雲充氏がミドリムシの研究、事業化を目指したのは、大学 1 年生の時インターンで行ったバングラデシュで多くの人々が栄養失調になっている問題を目の当たりにし、それを解決するために栄養豊富な食料を作ろうと考えたことが起点にある。

栄養豊富な食料を探すうちに大学 3 年生の時にミドリムシを知る。東京大学の近藤次郎名誉教授による論文（1989 年）には、ミドリムシの大量培養によって、栄養素豊富な食料として利用できること、ミドリムシが光合成によって太陽から取り入れたエネルギーを石油と同じように精製し、燃料としても利用できること、さらには二酸化炭素を吸収させて地球温暖化が食い止められることなどが記載されていた。しかし、大量培養については 1950 年代から様々な研究者が試みていたにも関わらず実現されておらず、研究自体が下火となっていた。

とはいえ、ミドリムシのポテンシャルに可能性を感じた創業メンバーである出雲氏と鈴木氏は創業前から東京大学を中心とした藻類研究を実施する大学と連携し、ミドリムシの大量培養技術の研究に着手した。全国の大学の藻類研究者を回り、蓄積されたデータの検証を行ったのだ。そして、これまでの「ミドリムシを天敵から守る環境をセッティングする」という発想から、「ミドリムシ以外は生きられない環境をセッティングする」という発想への切り替えを行い、それに基づいて 2005 年 12 月に世界で初めて、ミドリムシの屋外大量培養に成功した [2]。

４．ユーグレナ社の産官学連携とビジネスモデル

①学との連携と知財マネジメント

ユーグレナ社は、知財の特許化については、製造特許、用途特許、設備自体の特許の 3 つに分けて考えている。

製造特許については、どのように培養するかを記載すると技術流出を起こしてしまうため、特許化をしない。実際、大学との連携によりミドリムシの大量培養に成功しているものの、その基幹となる製造技術は特許化せずにノウハウとして秘匿化している。この秘匿としている製造技術ノウハウを守るためには、まず工程を複数に分けて、それぞれに携わる人を全て分離しているという。また、地元企業の中におけるユーグレナの存在意義を高めるように石垣島で多くの人を雇用しているが、設備を掃除するスタッフにまでストックオプションを出していて、全員で技術価値を守るということにこだわっているという。用途特許は全部取っていくという方針だ。数年後にミドリムシを作れるようになった人が出てきたとしてもよいように、「用途」として自社で押さえている部分を広げるのである。設備自体はケースバイケースによっては取っていくことにしている [3]。

ユーグレナ社は、初期より社内弁理士と広報担当者を置き、知財マネジメントと広報に力を注いでいる。ベンチャー企業は一般的に知財と広報が弱く、そのため高度な技術を保有していても事業としては成り立たないことが多いことを認識していたため、徹底的に強化したとされる [4] [5]。

②官による研究開発支援の活用

ユーグレナ社は、政府の支援制度も積極的に活用している。2010 年には経済産業省管轄の NEDO の「戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業」で JX 日鉱日石エネルギー（現：JXTG ホールディングス）、日立製作所、慶応義塾大学等がパートナーとなり研究・開発を行っている。2012 年には 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」で島根大学や近畿大学と連携し、ミドリムシを原料としたバイオ燃料基盤技術の開発を行っている。2014 年には内閣府の「革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）」で「先端光学技術によるスーパーユーグレナの選別」に関する研究開発に参加

している。
当初、ユーグレナ社は屋外大量培養技術を戦略的に非公開としていたため、創業当時は、公的資金を得る時に求められる特許を取得していなかった。そのため、公的資金の獲得が難しいものとなっていた。そこで、同社はミドリムシの研究開発を進める中で派生した機能性などの研究成果について権利化を行い、それを提示することで公的資金を得られるようにしたのである[5]。

③大手企業との連携[2]

ユーグレナ社は大量培養が成功した翌年の 2006 年からミドリムシサプリメントの販売を開始し、市場開拓に力を入れている。しかしながら、「ミドリムシ」の知名度が低かったことから市場開拓も容易ではなく、2006 年から 2 年間、500 社ほど営業に回っても、1 社も協力してくれない状態が続いたという[2]。そのほとんどは、「他社がやるならば、のる」というものであった。しかしながら、ある経済紙に出たユーグレナの記事を見た伊藤忠商事がミドリムシの食品化に興味を持ち、「他社がやっていないからやる」という姿勢で、2008 年 5 月に研究開発費の出資をしてくれるようになった。
伊藤忠商事を通しミドリムシ粉末原料を大手流通・食品メーカーに供給し、それらの企業とコラボ商品を提供するようになり、同社の認知度とメディアへの露出を増加させることに成功した。そして、その実績によってミドリムシの用途開発を考える他企業からの出資も受けられるようになっていった。2014 年には、大手・武田薬品との包括提携契約も結んだ。また、同社の指導を受けることにより、ユーグレナ社の生産工程は大幅にレベルアップできたという。
他方、広告戦略にも注力している。出雲社長の「ミドリムシを普及させるにはイメージ戦略が非常に大切だ」という考えに基づき[2]、ユーグレナ社は、2009 年に広告戦略に長けた広告会社最大手の電通による広告を開始、2011 年には電通と出資も含めたパートナーシップ契約を結んだ[6]。2012 年には自社通販事業を「未来農業ユーグレナファーム」と銘打ち、それまでの「ミドリムシ」という名前のインパクトに頼った広告から、ミドリムシを循環型社会実現のための「未来食材」と位置づけるコンセプトへと転換している[6]。
また、ユーグレナ社は、自社で生産したサプリメントを「OEM 提供」して顧客企業ブランドで販売、さらに伊藤忠商事への「原料供給」により市場拡大と認知度向上を図っている。そして、ミドリムシの認知度が上がった時期を見て、通販を通じた自社商品直販事業へと乗り出した。つまり、商品形態を食品から食素材へと拡充するとともに、事業業態を OEM や原料供給に加え自社ブランド直販まで拡大しているのである。これは成長に伴うビジネスモデルの展開と見ることもできる。

④バイオ燃料開発における産官連携[1]

バイオジェット燃料に関しては、2010 年 5 月より研究開発を開始し、大学や企業との共同研究や政府支援プロジェクトへの参画を通して、燃料用ユーグレナの培養技術などの開発をすすめている。また、2015 年 6 月に米国の Chevron Lummus Global & Applied Research Associates との間で、バイオ燃料製造技術（精製技術）の１つであるバイオ燃料アイソコンバージョンプロセス技術に関するライセンス契約およびエンジニアリング契約を締結した。他方、バイオディーゼル燃料に関しても、2014 年 6 月にいすゞ自動車株式会社との間で、微細藻類ユーグレナ由来の次世代バイオディーゼル燃料の実用化に向けた共同研究契約を締結し、「DeuSEL®（デューゼル）プロジェクト」をスタートしている。
2015 年 12 月には、バイオ燃料の研究開発を実用化段階に進めるべく、横浜市、千代田化工建設株式会社、伊藤忠エネクス株式会社、いすゞ自動車株式会社、全日本空輸株式会社の参画のもと、2020 年に向けた国産バイオジェット・ディーゼル燃料の実用化計画の始動を発表している。本計画ではミドリムシだけでなく、その他の微細藻類や高等植物のバイオ燃料化も視野に入れて、バイオ燃料の安定供給体制の実現を目指している。

5. 考察・むすび

ユーグレナ社は商品形態を原料粉末、食料、化粧品と拡充すると共に、自社の認知度向上に沿って事業業態をＯＥＭ供給から自社直販に注力するなど、巧みにビジネスモデルを変化させている。さらに、政府の支援を活用しながら、得られた収益を次の商材であるバイオジェット燃料の研究開発につぎ込むことで持続的成長を目指している。この展開の背後には主として３つの成功要因があると考えられる。
第一は、巧みな知財マネジメントである。ユーグレナ社は大学との連携により確立した大量培養技術を特許として権利化するのではなく、ノウハウとして秘匿化している。自社内で日々改良される培養技

術をノウハウとして蓄積して、他企業の参入に対して「技術的先行優位」という「技術障壁」を築くことになる。

また、屋外大量培養技術については、工程を複数に分け、従事する人をすべて分離しているとされる。これにより、たとえ人材が他社に流出しても、技術の全容が流出しないようにしている。さらに、培養設備のある石垣島では、ユーグレナ社が多くの雇用を生み出し、地域全体で盛り上げる体制を整えている。雇用も含めて人材が流出しにくい環境を形成していると言えるだろう。

培養技術以外の周辺技術については、可能な範囲で権利化を行っている。これは勿論、法的権利を得て「法的参入障壁」を築くためであるが、その一方で、公的な研究開発資金を得たり、他の企業からの出資を得るための「ＰＲ特許」と捉えることもできる。国の研究開発支援、ベンチャーキャピタルや銀行等から資金を得る場合、技術力の判断基準として目に見える成果である権利化特許の件数が重視されてしまう[5]。ユーグレナ社は、事業の中核となる大量培養技術は秘匿化したいのだが、その理解をしてくれる公的機関や企業は未だに限られる。そこで同社は自社の優位性を確保しつつ、周辺技術の権利化を行うことにより、自社の技術力をアピールし、出資を引き出しやすい状況を作り出しているのである。

第二は、ユーグレナ社が大手商社の出資を得たことである。大企業との協業により製品販売を梃子として、自社の評判、製品の認知度を高めることに成功し、市場を拡大している。また、大手商社との取引の実績により、ミドリムシの用途展開を考える他企業との連携を引き寄せている。ユーグレナ社は創業当時、商品が売れない状況の中、必死の営業活動続けていた。前述のようにほとんどの企業が「他社が出資したら、ウチものる」という中で、伊藤忠商事だけは「他社が入っていないので、ウチはのる」として出資をしてくれた。これにより事業環境が激変したのだ。このことは、日本企業の他社採用実績を重視する姿勢が、ベンチャー企業の事業化を妨げる要因になっていることを意味しているとも考えられる。しかし、イノベーティブな考えを持つ商社と組むことがその突破口になりうるとも示している。

第三は、自社技術・自社製品が産業や社会に与える価値を明確に打ち出していることである。ユーグレナ社はミドリムシの大量培養技術によって世界の食料危機、地球温暖化やエネルギー危機等の問題に対処できる可能性を示している。社会問題を解決する企業であるというメッセージが発信されれば、企業等が連携しようとする時、その正当化を行いやすくする効果があると考えられる。ただし、前項に記載したように、大手企業との連携実績等により企業の社会的信頼性が構築されていることが必要条件になると考えられる。つまり、「社会的価値による事業正当化」と「実績による社会的信頼性」の両立は、どちらが「必要条件」「十分条件」であるか、の問題は、特にベンチャーの産官学連携における微妙な問題を提示しているように見える。

以上の３点は、ユーグレナ社が事業成功の要諦である「１：Ｎ」構造を形成するのに寄与している。つまり、大量培養という自社が独占する領域の「１」を確保し、それ以外の設備、用途や機能等の商品化におけるプロセス等は各業種各社と連携することで「Ｎ」化している。その方法論として、ミドリムシの大量培養技術を秘匿化することで自社が独占するクローズド領域を作り、大量培養技術以外はオープン領域として他社と巧みに連携して新規市場を形成し、かつクローズド領域からオープン領域をコントロールする「オープン＆クローズ戦略」を実践していると解釈できるのである。

【謝辞】本調査研究に際して、お忙しい中、快く長時間のインタビューに応じてくださった株式会社ユーグレナ代表取締役社長 出雲充様にはお世話になりました。心から御礼申し上げます。

【注】本調査研究は、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）2017 年度委託事業「産官学連携モデル及びビジネスモデルとそれを支える知財マネジメントに関する事例調査研究等業務」の業務委託に基づくものである。

【参考文献】

[1] 株式会社ユーグレナ HP http://www.euglena.jp/(最終アクセス日：2017 年 9 月 19 日)
[2] 出雲充「僕はミドリムシで世界を救うことに決めました」(ダイヤモンド社、2012 年)
[3] 2016 年 9 月 8 日開催 ICC カンファレンス KYOTO 2016 「ICC TECH」 TECH Session 1B 技術シーズの事業化のケーススタディ 「エクスビジョン & ユーグレナ」https://industry-co-creation.com/management/15398 (最終アクセス日：2017 年 9 月 19 日)
[4] 産学連携推進機構主催 AICOS セミナー (2017.1.11) 出雲充氏講演内容
[5] 2017 年 9 月 11 日 株式会社ユーグレナ インタビュー内容より
[6] DENTSU RECRUIT2018 http://www.career.dentsu.jp/recruit/2018/project/details/20.html (最終アクセス日：2017 年 9 月 19 日)