



沖縄産微細藻類 OPMS30543株の商業生産・事業化に関する研究

金本, 昭彦

(Degree)

博士 (科学技術イノベーション)

(Date of Degree)

2021-03-25

(Date of Publication)

2022-03-01

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第8094号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1008094>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



論文内容の要旨

氏 名 金本 昭彦

専 攻 バイオプロダクション分野

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

沖縄産微細藻類 OPMS30543 株の商業生産・事業化に関する研究

指導教員 蓮沼 誠久 教授

(注) 2, 000 字～4, 000 字でまとめること。

(第 1 章 序論)

筆者が創業したオーピーバイオファクトリー株式会社 (OP 社) では、海洋生物資源ライブラリーを構築・販売し、更に、ライブラリーを利用したシーズ探索サービスを提供している。生物資源を利用したビジネスのバリューチェーンを上流、中流、下流に分類すると、素材収集、ライブラリー構築、評価が上流にあたり、生産プロセス検討、原料生産が中流となり、商品企画、調達・製造、マーケティング・プロモーション、商品販売が下流と分類できる。OP 社の事業活動は上流に位置する。中流においては、①生産技術の不足や②生産性の低さから、そこがギャップとなり、物量が確保できず発見された有用シーズの開発が進まないことがしばしば発生する。よって、①および②の問題を解決してバリューチェーンを繋げることが OP 社の今後の事業成長にとって非常に重要な課題であると考えている。そこで、本研究では、これまで生産技術の不足で商業活用できなかった OPMS30543 株 (パプロバ) を近年技術革新が著しいフォトバイオリアクター (PBR) を用いて生産、事業化することで、上述の「①生産技術の不足による問題」の解決例として示し、また、もう一つの問題である「②生産性の低さによる問題」については、近年劇的に技術が進歩している合成生物学的手法をアライアンスによって活用することによる問題解決を実現したいと考えている。この 2 つの問題を解決することによりバリューチェーンをスムーズに繋ぐことができれば、OP 社が保有する多様な未利用生物資源の活用促進につながり、バイオ関連の「ものづくり」に大きく貢献できると考えている。これが、筆者が考えるイノベーション・アイデアである。

(第 2 章 先端研究)

パプロバは、フコキサンチン高生産株として発見された株である。ただ、有望な株であるにも関わらず、コンタミに非常に弱い株で、大量培養が出来ず、研究開発が止まっていた。しかし、PBR を活用することにより大量培養が可能になると考えられたので、基礎培養条件を検討するとともに、ラボスケールにて PBR を用いた培養検討を行なった。

最初に同属別種 2 株と比較したところ、フコキサンチン生産量が有意に高く、フコキサンチン生産株として有望であることが確認された。次に複数種の培地を用いて最適培地を検討したところ、IMK 培地が最適であることが分かった。また、窒素源としては NaNO_3 が最適であることが分かった。海水濃度は 25 %・100 % で生育が可能であったが、中でも 50 % 濃度が最適であることが確認できた。炭素源は、グルコース、酢酸ナトリウム、重炭酸ナトリウムを添加すると、バイオマス量が増加することが確認できた。また、グルコース、メタノール、酢酸ナトリウムを添加するとフコキサンチン量が増加することが分かった。

ラボスケールでの培養器の検討においては、アクリルパイプ PBR を用いた場合に、コンタミネーションも無く、オープンタンクまたはレースウェイポンドよりも多くのバイオマス量が確認された。また、直径が小さいものほどバイオマス量が多くなった。結論として

(氏名：金本 昭彦 No.2)

パブロバの培養にはチューブ型のPBRが向いていると判断された。

(第3章 技術戦略)

生産スケールのPBRの検討を行なった結果、横型のガラスチューブ製PBRが適していると判断された。PBR供給業者としては、英国のVaricon Aqua社が適していると判断し、沖縄仕様で設計を行ない、2018年11月に培養水量1,100Lタイプ2基、2019年2月に培養水量7,000Lタイプ2基が完成した。その後約1年をかけて、計11回の培養試験を行った。その結果、夏季のバイオマス生産量は0.98g-DCW/L/Day、冬季は0.80g-DCW/L/Dayという結果が得られた。藻体回収以降の生産フローを構築し、健康補助食品の原料試作を行なった。最終的には、濃縮物凍結品、乾燥パウダー、そしてパウダーをオイルに浸漬してビタミンEを添加した原料の3種類が完成した。有効成分であるフコキサンチンは非常に酸化しやすく、常温下での劣化が激しいが、オイルに浸漬することによって酸化を防止ことができ常温保管が可能となった。

パブロバは、かつてのユーグレナと同じく、新規素材で食経験が無いため、安全性試験も行なった。その結果、すべての項目で規制値以下であることが確認され、健康補助食品としての利用が可能であると判断された。

(第4章 事業戦略)

健康補助食品業界の外部環境をPEST分析および5フォース分析により分析を行なった。PEST分析の結果、健康補助食品としての事業化には追い風状態であると考えられた。次に、5フォース分析の結果、OP社は上流に主軸を置いたポジショニングをとることにより競争優位性を保つことが可能になると考えられた。

内部環境分析についてはVRIO分析により分析を行なった結果、OP社の既存事業およびパブロバ事業ともに企業内部の経営資源に基づく競争優位性は高いと判断された。

実際のパブロバの事業化については、オイル浸漬品を用いたソフトカプセルタイプで販売開始することにした。COVID-19流行による巣籠もり肥満の解消と健康維持に着目し、フコキサンチン訴求型でダイエットサポートサプリとしての商品設計とした。フコキサンチンについては1日当たり2.4mgの摂取で、体重減少効果が報告されているので、1日当たりのフコキサンチン摂取量を2.4mg以上になるようにパブロバの導入量を調整した。商品名はパブロバ・エクササイズ・プラスとした。今回は健康補助食品としての販売であり、機能性を謳うことができないので、機能とは関係しない成分特性や開発元であるOP社の研究開発能力、沖縄、海といった背景を元に世界観を醸成し、ストーリー性をもって一般消費者をファンとして取り込んでいく販売戦略とした。これはユーグレナが販売初期に取った戦略に近いと考えている。

(氏名：金本 昭彦 No.3)

(第5章 知財戦略)

パブロバの開発成果をOP全社へのプロモーションに活用することを踏まえた特許・意匠・商標戦略を検討した。

OP社の事業においては、既存事業はバリューチェーンの上流に位置し、パブロバ事業は中流から下流に位置している。特許出願は、パブロバ株の微生物特許およびパブロバの製造法について出願したが、この2つは既存事業の開発能力をプロモーションする位置付けとした。なお、パブロバの製造法については、クロロフィルゼを失活させ、フェオフォルバイドの生成を抑える方法に関する特許で、これはパブロバ藻体を食品として活用する場合必ず通る工程であり、パブロバ事業において最も重要な特許となる。

シード作製用のPBRは筆者が設計・自作した。本技術については、特許出願の要件は満たさないため、意匠出願として、当社の事業に関連する技術アピール用という位置付けとした。

最後に商標については、OP全体のブランディング、プロモーションにも関わるので、一目でOP社の製品であることが分かるようなデザインとした。当社の知名度を向上させるために、原料として使ってもらった顧客(企業)には、最終商品に登録した商標を掲載してもらうべく交渉してゆく予定である。

(第6章 財務戦略)

パブロバ・エクササイズ・プラスの原価は、ボトル1本あたり3,800円と算出された。定価は原価率25%である15,200円とした。損益計画を検討したところ、定価販売においては十分収益が確保できる計画となった。しかし、実際の販売局面ではキャンペーン等を活用して販売促進を行うことになるので、現実的には原価率60%の6,300円～原価率40%の9,500円程度の価格で販売することになると考えている。次に、パブロバ事業を企業が買収して、更に生産スケールを200トンに向上させて事業を行なったと仮定した場合の事業シミュレーションを行なった。その結果、販売単価6,300円とした場合のROI(投資収益率)は49%となり、投資効果が高い事業であると判断された。

次にモデルケースとしてパブロバの開発例を参考に設定した事業の財務計画を立案した。パブロバの開発においては、シーズ発見後、4年で商品販売開始まで完了した。よって、4年を一周期として、開発～導出スケジュールを設定した。この前提で20年事業を継続した場合の損益計画、貸借対照表、キャッシュ・フロー計算書を立案し、更にDCF法を用いて20年目までの事業価値を求めた。その結果、株主資本価値は7億8,250万円となり、本事業を行う価値は十分にあると考えられた。

パブロバ事業については、サプリメント健康補助食品における実績に基づいて評価したが、現在化粧品原料などの高付加価値品の開発を製薬会社A社と共同で実施中である。化粧品原料の開発完了後に価値評価を行った場合、評価額は更に上振れしていくことが予

(氏名：金本 昭彦 No.4)

想される。今後、価値評価を行うにあたり十分なデータが得られたところで改めて企業（事業）価値評価を行いたいと考えている。

最後に、考案したイノベーションアイデアについて考察したい。生産技術の不足によるギャップについてはパブロバの事業化の例で解決策を見出したが、バリューチェーン上には生産性の低さが問題となるもう一つの大きなギャップが存在する。これについては神戸大学発ベンチャーのバックス社と連携して合成生物学的手法を用いて生産性の改善を行うことによりそのギャップを埋めることができる可能性が向上すると考えている。現在バックス者との連携方法については検討中である。さらに、下流に強い企業と予めアライアンスを結んでおくことでニーズに沿った開発が可能となり、持続可能で強固なビジネスモデルの構築が完成すると考えている。本研究におけるイノベーション・アイデアで実現するのがこのビジネスモデルとなる。

氏名	金本 昭彦		
論文 題目	沖縄産微細藻類 OPMS30543 株の商業生産・事業化に関する研究		
審査委員	区分	職名	氏名
	主査	教授	蓮沼 誠久
	副査	教授	山本 一彦
	副査	教授	島並 良
	副査	教授	尾崎 弘之
	副査	教授	吉田 健一
	副査	准教授	石川 周
要 旨			
<p>本研究は、従来、生産技術の不足で商業活用できなかった OPMS30543 株（パプロバ）を近年の技術革新が著しいフォトバイオリアクターを用いて生産・事業化することで「生産技術の不足による問題」の解決例として示すとともに、「生産性の低さによる問題」について活用することによる問題解決に取り組んだ。この2つの問題を解決することによりバリューチェーンをスムーズに繋ぐことができればオーピーバイオファクトリー株式会社が保有する多様な未利用生物資源の活用促進につながり、バイオ関連の「ものづくり」に大きく貢献できると考えられる。</p> <p>本研究テーマはイノベティブでイノベーションストラテジーの内容も充実していると判断できる。オーピーバイオファクトリー株式会社は金本氏が創業したベンチャー企業であり、先端科学技術の研究開発能力とともに、知的財産化、生産技術開発、市場開拓までの学術的研究成果の事業化移行プロセスをデザインするアントレプレナーシップを発揮することで、さらなる事業展開に資する本研究化の方針にも合致している。</p> <p>本研究は OPMS30543 株という産業展開上有用な新規藻株について生物学的な特徴づけ、培養環境が藻株の生理状態に与える影響等も含め、学術的にも重要な知見を得たものとして価値ある集積である。</p> <p>提出された論文は科学技術イノベーション研究科学学位論文評価基準を満たしており、学位申請者の金本 昭彦は、博士（科学技術イノベーション）の学位を得る資格があると認める。</p>			