

Title	一丸ファルコス株式会社の「プロテオグリカン」事業 ：「産」から見た産官学連携に関する一考察
Author(s)	小泉，太一；妹尾，堅一郎；伊澤，久美；上野，洋和
Citation	年次学術大会講演要旨集，33：331-335
Issue Date	2018-10-27
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/15634
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

2 A 2 3

一丸ファルコス株式会社の「プロテオグリカン」事業 ～「産」から見た産官学連携に関する一考察～

○小泉太一、妹尾堅一郎、伊澤久美（産学連携推進機構）、上野洋和（味の素株式会社）

takoizumi@nposangaku.org

キーワード：機能性素材、農林水産業、産官学連携、地域振興、ビジネスモデル、知財マネジメント

1. はじめに

あおもりプロテオグリカン（あおもり PG）は、弘前大学の研究を起点として青森県が注力する機能性素材である。あおもり PG の量産化と販売は、地元企業である株式会社角弘（以下、角弘）と、県外企業である一丸ファルコス株式会社（以下、一丸ファルコス）との産産連携により推進された。一丸ファルコスは、天然物由来の有用成分の生産を得意とする岐阜県のメーカーである。同社は、青森県が主導する産官学によるあおもり PG に協力する一方で、県外の化粧品・食品企業によるあおもり PG の利用を促進することで、その市場形成に向けて貢献してきた。本発表では、あおもり PG の産業化の調査研究の結果を「産」の立場から整理・考察し、産官学連携による事業開発に関する知見を提示する。

2. 一丸ファルコス株式会社の概要^{1, 2}

一丸ファルコスは、岐阜県に本社を置く素材メーカーである。50 年以上にわたり日本・世界各地の天然物（植物・動物・微生物）から有用成分を探し出し、化粧品や健康食品へ配合する原料にするための研究開発を続けている。一丸ファルコスの会社概要を図表 1 に示す。一丸ファルコスがこれまでに開発した有用成分は累計で約 1,000 品目にのぼる。有用成分の抽出・精製、品質管理、有効性・安全性試験、特許調査、薬事申請、国内販売、海外輸出に至るまですべての業務に対応できる体制を整えており、国内だけでなく EU、米国、アジアなど世界 30 カ国の化粧品・食品メーカー約 1,500 社に原料素材を供給している。

図表 1 一丸ファルコス株式会社の会社概要¹

企業名	一丸ファルコス株式会社
設立	1959 年 8 月 30 日（創業 1919 年）
所在地	岐阜県本巣市浅木 318 番地 1
代表者	代表取締役社長 安藤 芳彦
従業員数	175 名（2018 年時点）
資本金	9,738 万円
事業内容	化粧品原料、健康食品原料および医薬部外品原料の研究開発、製造、販売ならびに輸出入

3. 青森県の産官学から見た「あおもり PG」の事業化²

3.1. プロテオグリカンとは

プロテオグリカン（以下、PG）は、糖とタンパク質の複合体の 1 つである。PG は、コラーゲンやヒアルロン酸と同じように人間を含む全動物の軟骨や皮膚などに豊富に存在し、肌や軟骨のハリや弾力を支える土台として機能している。そこで、ヒアルロン酸に次ぐ健康・美容成分として注目されている。

3.2. 青森県の産官学による「あおもり PG」事業の開始

地方独立行政法人 青森県産業技術センターは、1990 年に PG がサケ鼻軟骨に高濃度で存在することを発見した。これに弘前大学医学部の高垣啓一教授が注目し、1998 年、サケ頭部から酢酸で PG を非加熱抽出できる可能性に気付いた。そして、地元企業である角弘と協業し、事業化に向けた共同研究を開始した。

弘前大学と角弘の産学連携は、「新しい素材としての軟骨型プロテオグリカン」として科学技術振興事業団（JST）の独創モデル化事業の認定を受け、1998 年から研究が始まった。そして、2000 年に食用酢酸とアルコールだけを用いて、大量かつ高純度の PG をサケ鼻軟骨から抽出する技術を開発した。この PG の抽出技術について、2000 年 8 月に弘前大学と角弘で「軟骨型プロテオグリカンの精製方法」

という製法特許を共同出願し、国内では 2005 年 10 月に登録された。国内以外では、後に米国、EU、カナダ、中国、ロシアで特許を取得した。

PG 抽出に関する画期的な発明を受け、2000 年以降に弘前大学を中核機関として PG の新たな機能性を探る「プロテオグリカン応用研究プロジェクト」が開始された。この研究は 2004 年に文部科学省 都市エリア産学官連携促進事業に採択された。この応用研究により、PG はヒアルロン酸と同等以上の高い保湿力を有するだけにとどまらず、抗炎症作用、細胞増殖促進作用、軟骨再生促進作用、骨代謝異常改善作用を有することが明らかになった。これらの研究成果を受けて、弘前市や青森県などとの連携も始まった。PG を地域発の機能性素材である「あおり PG」として産業化することを目的として、産学連携が進んだのである。

あおり PG の事業化の第一歩は、研究用途としての試薬販売であった。弘前大学と角弘の抽出方法では、製造コストが非常に高いうえ、ラボスケールの域を超えて量産化することも困難だった。そのため化粧品や食品の原料素材販売などのより規模の大きい事業は展開できなかった。他方、青森県は、弘前大学発の技術であることから、県内企業を中心に事業化を行い、県内産業の活性化につなげることを考えていた。しかし、当時、産業レベルでのあおり PG 生産（PG の量産化）を実現できる民間企業は、青森県内には見つけることはできなかったという。角弘もあおり PG 量産化の検討を行ってはいったものの、もともと建設資材メーカーである角弘単独では、天然物素材の量産化は実現できなかったのである。

3.3. 一丸ファルコスの参画による「あおり PG」の量産化

2007 年、天然物由来の有用成分の生産を得意とする県外メーカーである一丸ファルコスが、あおり PG 事業に加わった。一丸ファルコスと角弘との共同研究が始まり、あおり PG の産業レベルでの抽出・精製技術の開発が進められた。その成果により、低価格で高品質なあおり PG の製造が可能になった。2009 年に一丸ファルコスは角弘との共同事業契約を締結し、その上で、一丸ファルコスが 2009 年 5 月に化粧品原料素材としての“プロテオグリカン IPC”、2011 年 9 月には食品用原料素材である“プロテオグリカン F”を発売した。

3.4. 青森県の産官学による「あおり PG」事業での地域振興

あおり PG 原料素材が量産化され低価格で利用可能になったことから、青森県ではあおり PG 含有製品の開発も同時に進められていた。2007 年には「QOL の向上に貢献するプロテオグリカンの応用研究と製品開発」が文部科学省の都市エリア産学官連携促進事業に採択された。本事業では、あおり PG の新しい生理機能の探索に加えて、あおり PG 原料素材をもとにした機能性食品や化粧品等の開発が進められた。同事業が開始されて 3 年後の 2010 年 4 月、県内企業の角弘が“PG-in りんご酢”を発売するに至った。これが PG 原料素材を世界で初めて食品へ応用した事例となった。

その後も青森県では、県内の産官学を中心としたあおり PG 事業の拡大を推進している。2010 年および 2013 年には、あおり PG をコア物質として、青森県中心の産業クラスターを形成する産官学連携事業が、文部科学省の地域イノベーション戦略支援プログラムに採択された。このとき複数の研究機関および関係機関の総合調整機関として、公益財団法人 21 あおり産業総合支援センターが置かれており、産官学連携の体制が強化されている。

青森県では 2011 年より、地域発素材としてのあおり PG を強く打ち出していくためのブランド認証制度を制定している。一般社団法人あおり PG 推進協議会という産学官によるコンソーシアムを形成し、あおり PG を使用する「安心」「安全」な PG 商品を認証してマークの掲示などを許可し、そのマークの使用料を徴収している。

4. 一丸ファルコスから見た「あおり PG」の事業化²

4.1. 一丸ファルコスによる PG 研究開発の開始

一丸ファルコスは、1990 年頃からヒアルロン酸に次ぐ健康・美容成分として PG に注目していた。2004 年に経済産業省の補助金事業に応募し、PG 原料素材の事業化に向けて本格的に研究を開始した。この時点では、青森県の産官学によるあおり PG 事業がスタートしたことには気付いていなかったという。一丸ファルコスは、当時、PG の原料としてサケではなく鳥に注目して、鳥の軟骨から化粧品や健康食品へ配合する PG 素材を取り出す研究開発を行っていた。しかし、2005 年に高病原性鳥インフルエンザが発生し、人間への感染や発病が報告されたことから、研究開発を中断した。

4.2. 一丸ファルコスの「あおり PG」事業への参画

一丸ファルコスは、鳥以外の PG 原料資源の探索を始めたところ、青森県の弘前大学と角弘がサケ原

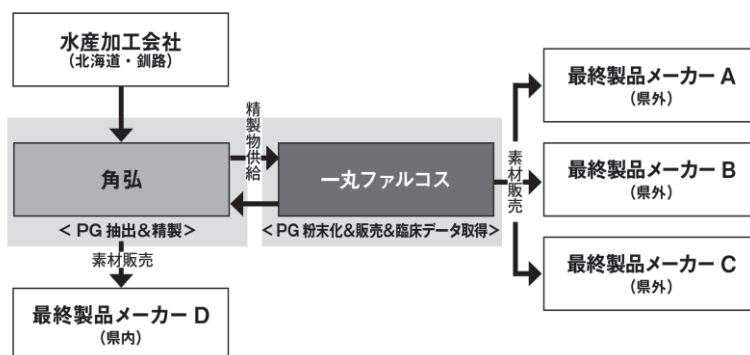
料から PG を抽出していることに気付いたという。そこで同社は、角弘に PG 原料素材の事業化に向けた共同研究を提案した。青森県は県内企業を中心に事業化を考えていたため何度か断られたという。しかし仲介企業を交えて交渉を続けた結果、一丸ファルコスは、角弘と産業レベルでのあおり PG 生産（PG の量産化）に向けた共同研究契約を 2007 年に締結するに至った。一丸ファルコスが有用成分の抽出・精製、品質管理、有効性・安全性試験、特許調査、薬事申請、国内販売、海外輸出に至るまですべての業務に対応できる体制を整えていることから、県外企業であるものの、産産連携することで抽出と精製プロセスの改良が進み、低価格高品質なあおり PG 生産が可能になることが期待されたためであるという。

4.3. 一丸ファルコスと角弘による「あおり PG」の量産化

一丸ファルコスと角弘の共同研究は 2007 年に開始され、あおり PG の産業レベルでの抽出および精製技術の開発が進められた。一丸ファルコスは、経済産業省の補助事業を活用した研究開発で抽出後の PG の精製に関する技術を確認していたという³。一丸ファルコスは角弘との共同研究により、あおり PG を産業レベルで抽出・精製する技術を開発した。さらにその製造ノウハウが詰まった試作機を開発し、角弘に無償提供した。つまり角弘へ技術移転を行い、角弘が自力で、効率的かつ低コストな方法であおり PG の抽出・精製をできるようにした。県外企業である一丸ファルコスと県内企業である角弘が協力することで、低価格で高品質なあおり PG の製造が可能になったのである。

2009 年に一丸ファルコスは角弘と共同事業契約を締結し、あおり PG 原料素材の事業化を図った。同社は、他の天然物素材では抽出・精製・粉末化・商品化すべてを自社自前で行っている。他方、あおり PG の場合は、抽出・精製を角弘が行い、粉末化・商品化を一丸ファルコスが行うという、角弘との「1：1」での共同事業という形をとった。弘前大学と角弘があおり PG 抽出の特許権を保有しているため、このような共同事業の形にすることが最適であると判断したという。また、角弘が研究用途の試薬事業の時から、原料であるサケ鼻軟骨の調達ルートを持っていたことも大きな理由だという。

図表 2 一丸ファルコスと角弘の事業関係図
(例：食品用原料素材プロテオグリカン F の事業関係図)



出典：農研機構（2018）²

4.4. 一丸ファルコスによる「あおり PG」市場形成の促進

一丸ファルコスは角弘との共同研究によってあおり PG の量産化を実現するとともに、化粧品・食品市場の開拓に向けた準備を進めてきた。先に述べたように、一丸ファルコスは国内だけでなく世界 30 カ国の化粧品・食品メーカー約 1,500 社に原料素材を供給している天然物素材メーカーである。つまり機能性素材の質の高い加工技術やノウハウを持つだけでなく、大手化粧品・食品メーカーへの供給力と販売チャネルを有しているうえ、そのニーズも把握していたのである。

また一丸ファルコスはあおり PG の量産化技術を開発すると共に、早くよりその機能性についての臨床データを取得してきた⁴。これらの蓄積した臨床データは、化粧品や健康食品のエビデンスとして利用されると共に、一種の経済的障壁として他社参入を抑制しているという^{4, 5}。PG はサケ等の天然物資源から抽出される高分子物質である。そのため原料となる動物種や抽出・精製方法が変わると、その分子量や分子構造が変化しやすく、機能が同一とは限らないため、一から確認し証明する必要がある。これより他社がサメやイカなどの異なる動物種由来の PG や、異なる方法で抽出・精製した PG を新規開発したとき、多額の費用をかけて動物実験やヒト試験を再実施する必要がある。つまり、一定の経済的メリットが見込めないと新規参入しにくくなっているのである。

一丸ファルコスは2009年に化粧品原料素材、2011年には食品用原料素材としてあおり PG を発売した。同社は国内外の化粧品・食品メーカーを顧客に持つため、青森県内のみならず、青森県外の化粧品・食品メーカーもあおり PG 原料素材を購入して、新たな PG 含有製品の開発・製造・販売を行えるようになったのである。2018年3月時点で、あおり PG 配合商品を販売する参画企業数は、県内企業が46社、県外企業が24社となっている⁶。国内の PG 市場規模は拡大しつつあるが、高い商品開発力や全国への販売網を持つ青森県外の大手企業が売上を伸ばしているという。なお青森県内の最終製品メーカーには、角弘が販売代理店となり、一丸ファルコスからあおり PG 原料素材を仕入れて販売する形をとっている。約300億円まで拡大したと言われる PG 市場において、角弘と一丸ファルコスが生産するあおり PG 原料素材は80%以上の市場シェアを獲得しているという。

5. 「産」から見た産官学連携による事業開発についての考察^{2, 7}

一丸ファルコスは、青森県が主導する「産官学」によるあおり PG の事業化に協力しつつ、県外企業によるあおり PG の利用を促進することで、その市場形成に向けて貢献してきた。本事例を参考に、「産」の立場から見た産官学連携による事業開発に関して、どのような示唆を得ることができるだろうか。

第一に、「産」による事業化を見据えた知財マネジメントを、「産官学」で事前設計しておくことが必要である。弘前大学と角弘は、あおり PG の抽出技術に関する製法特許を国内外で取得した。このため、本来、既知物質に関する製法は秘匿すべきであるのにも関わらず、ほとんど全てのプロセスと技術ノウハウを開示してしまったことになる。しかも製法特許はポリスファンクション（権利侵害の事実の発見）やエンフォースメント（権利行使）がしにくいため、製法特許を参考にした国内外からの他社参入が避けられないリスクがある。一丸ファルコスは通常、製法特許については中核技術のみを出願し、製法ノウハウは絶対出さないという方針をとっている。同社はあおり PG の産業レベルでの抽出・精製の製造ノウハウを保有し、営業秘密として秘匿しているものの、その一部が開示されていることはリスクとなり得る。このような事態になってしまった背景として、産官学連携事業の評価指標として特許件数や論文数が課されていたことが問題点として指摘できる。

「産」による事業化における知財マネジメントの要諦は、どこまでを開示（オープン）し、どこまでを秘匿（クローズ）するか、また両者をどう関係づけるかを事前にしっかり検討することである。「官」「学」を中心とした研究開発の初期段階から、「産」による事業化を進める上で秘匿すべき最も重要な技術は何か、徹底して権利化すべき技術は何かについて認識を共有し、適切な知財戦略を事前設計しておくべきである。

第二に、「産」による事業化が、産官学連携に伴う域内制約によって阻害されないように配慮する必要がある。あおり PG の事業化において、青森県の「産官学」は当初、地コスメ、地健康食品といった、県内のパートナー企業によるあおり PG の商品化を第一とした出口戦略をたてていた⁸。しかし実際には、一丸ファルコスが県外の大手企業によるあおり PG の利用を促進したことで、はるかにあおり PG の普及が進み、市場の形成も勢いを増している。事業化の出口として地域企業に限定しないほうが、「産」による市場形成が進み、結果として地域の「産官学」が享受する利益も大きくなりえると考えられる。

事業化の出口だけでなく、原料調達という入口の側においても、「産」による事業化が域内制約によって限界を生じるリスクを考慮しておく必要がある。あおり PG の事業化において、一丸ファルコスは青森県や角弘との共同事業関係を大切にしている。角弘とは「1:1の連携体制」を構築しており、同社は角弘から精製 PG を仕入れ、加工し、最終製品メーカーへ供給している。しかし原料の安定供給やコスト低減のためには、自社素材の原料調達先を複数社にするほうが好ましい。2017年、一丸ファルコスは米国の販売代理店である Maypro Industries 社を通じて、食品用の PG 原料素材 Juvecol® を米国で販売開始している。PG の北米市場が立ち上がった場合は、一丸ファルコスは角弘と協力して、精製 PG の供給能力の増強に注力していく必要があるだろう。

「産」による事業化におけるビジネスモデルの要諦は、「N×1×N」のビジネスモデル、つまりナンバーワンを競い合わせるような状況「N」を作り、自分がオンリーワン領域「1」を作ることが一つの勝ちパターンである⁹。産官学連携による事業化において、入口、出口の両方の「N」が域内制約を受けることで、事業化に支障あるリスクとなることを避ける配慮が必要であるだろう。

このように本事例は、「産」の立場から整理・考察するとき、産官学連携による事業開発の一例として、極めて示唆に富む事例であるといえよう。

【謝辞】本調査研究に際して、お忙しい中、快くインタビューに応じてくださった、一丸ファルコス株式会社 坪井誠 開発部長、公益財団法人 21 あおもり産業総合支援センター プロテオグリカン産業クラスター戦略チーム 阿部馨 様には大変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「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」の委託事業に基づくものである。

【参考文献】（Web サイトの最終アクセス日は全て 2018 年 9 月 14 日）

¹ 一丸ファルコス株式会社 Web サイト <https://www.ichimaru.co.jp/>

² 農研機構(2018)「弘前大学発「プロテオグリカン」の社会実装化事例」『産学官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教材』

³ 野澤一博(2015)「地域大学発技術シーズの実用化プロセスに関する調査研究」科学技術・学術政策研究所
<http://www.nistep.go.jp/archives/20335>

⁴ 一丸ファルコス社 インタビュー(2018 年 1 月 31 日)

⁵ 妹尾堅一郎「参入抑制と参入促進の知財マネジメント～参入誘因と参入障壁の分担・関係付けのデザイン～」第 13 回年次学術研究発表会(2G2), 日本知財学会, 2015 年

⁶ 公益財団法人 21 あおもり産業総合支援センター(2018)『文部科学省 地域イノベーション戦略支援プログラム プロテオグリカン関連バイオマテリアルをコアとした津軽圏ヘルス&ビューティー産業クラスターの形成・拡大 平成 25～29 年度 事業成果集』

⁷ 特定非営利活動法人 産学連携推進機構(2015)『平成 24～26 年度 農林水産政策科学研究委託事業 最終報告書』

⁸ 青森県商工労働部新産業創造課(2013)「青森県における新産業創造への挑戦 平成 25 年度版」

<http://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/shoko/sozoka/sozo-iryo.pdf>

⁹ 妹尾堅一郎「戦略思考の鍛え方 新ビジネス発想塾(第 99 回)勝つビジネスモデルの要諦は『N:1:N』化」『週刊東洋経済』東洋経済新報社、Number.6524, 2014, pp.88-89