

DISCUSSION PAPER No.112

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

2015 年 2 月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所

第3 調査研究グループ

野澤 一博

本 DISCUSSION PAPER は、所内での討論に用いるとともに、関係の方々からのご意見をいただくことを目的に作成したものである。

また、本 DISCUSSION PAPER の内容は、執筆者の見解に基づいてまとめられたものであり、機関の公式の見解を示すものではないことに留意されたい。

DISCUSSION PAPER No.112

Study on the Commercialisation Process of Regional University's Knowledge

Kazuhiro NOZAWA

February 2015

3rd Policy-Oriented Research Group
National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)
Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan

本報告書の引用を行う際には、出所を明記願います。

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

文部科学省 科学技術・学術政策研究所 第3調査研究グループ 野澤 一博

要 旨

本調査研究では、地域イノベーションの特徴と課題を抽出するために、地域大学にある技術シーズの実用化に至る産学官連携のプロセスを検証した。事例として弘前大学のプロテオグリカンと香川大学の希少糖の実用化の取組を取り上げ比較分析した。

これら事例の特徴としては、行政の積極的・継続的関与により県内で産学官連携体制が構築されていたが、県外企業の関与によりイノベーションが加速されており、イノベーションの価値連鎖は県内で完結していなかった。

これら事例の課題として、イノベーションから地域活性化への連鎖、イノベーションの活動と政策における空間の不一致が挙げられる。含意としては、地域の伝統と特徴に基づいた独自性のある研究開発の振興、イノベーションの創出を優先させる取組の制度的支援とイノベーションの促進と地域への波及効果を考えたパートナー企業の選定が挙げられる。

Study on the Commercialisation Process of Regional University's Knowledge

3rd Policy-Oriented Research Group, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT
Kazuhiro NOZAWA

ABSTRACT

This study aims to investigate the commercialisation process of technological seeds of the regional university and its industry-academia-government collaboration system in order to extract the characteristics and issues of regional innovation, and displays the results of a comparative analysis between proteoglycan of Hirosaki University and rare sugar of Kagawa University, as case studies.

As characteristics of regional innovation, the results indicate that involvement of outside the prefecture companies has contributed acceleration of innovation, and value chain of innovation is not completed in the region, in spite of that industry-academia-government collaboration system has been built in the region by actively and continuously involved local administrative.

Linkage from innovation to regional revitalization and a mismatch between the active area of innovation and the territory of administration are pointed out as issues of regional innovation. Suggested implications are as follows: the importance of promotion of research and development that uniqueness based on tradition and characteristics of the region, institutional support for efforts to prioritize the creation of innovation, and selection of appropriate partner companies that consider the promotion of innovation and the ripple effect on the region.

目 次

概要	概-1
1. 調査研究の背景と目的	概-1
2. 事例研究	概-1
3. 地域大学発技術シーズの実用化に関する考察と含意	概-5
第1章 はじめに	1
1. 調査研究の背景と目的	1
2. 先行研究と本研究の視点	1
3. 調査の方法	2
4. 事例の選定	3
5. 技術シーズと応用産業の特徴	3
第2章 弘前大学発プロテオグリカンの実用化の展開	6
1. 青森県の科学技術イノベーション基盤	6
2. 弘前大学の歴史と概要	8
3. プロテオグリカン研究開発の経緯	8
4. 産学官連携体制	13
5. 事業成果	18
6. PGの研究開発と価値連鎖	22
7. 地域経済への貢献	23
8. 課題と今後の展望	24
第3章 香川大学発希少糖の実用化の展開	25
1. 香川県の科学技術イノベーション基盤	25
2. 香川大学の歴史と概要	27
3. 希少糖研究開発の概要	27
4. 産学官連携体制	34
5. 事業の成果	39
6. 希少糖の研究開発と価値連鎖	44
7. 地域経済への貢献	45
8. 課題と今後の展望	46
第4章 地域大学発技術シーズの実用化に関する特徴	49
1. 地域基盤とシーズの特徴（リソース）	49
2. 研究開発と事業化展開（プロセス）	51
3. 産学官連携体制と政策展開（ガバナンス）	54
4. 成果と今後の展開（パフォーマンス）	56
第5章 地域大学発技術シーズ実用化における課題と含意	58

1. 課題	58
2. 含意	59
第6章 おわりに	61
参考文献	62
謝辞	65

概 要

概 要

1．調査研究の背景と目的

多くの地域、特に地方圏の地域経済が疲弊している。そこで地域にある大学の技術シーズを活用してイノベーションを起こすことが求められている。本調査研究では、地域大学発の技術シーズ実用化の取組を 2 事例取り上げた。各事例において、技術シーズの実用化に至るプロセスにおける産学官連携関係の県内外での違いに着目し、両事例を比較分析することで地域イノベーションの特徴と課題を抽出することを目的とする。

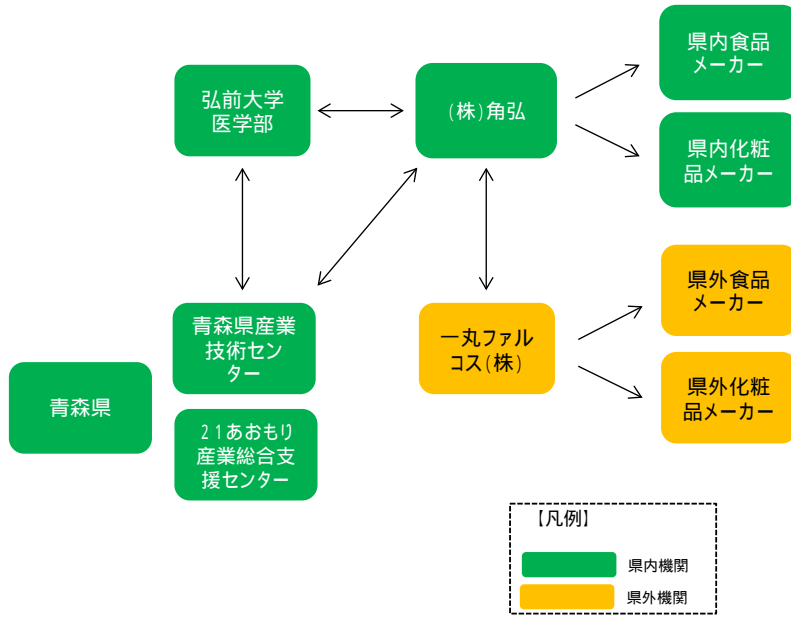
2．事例研究

(1) 弘前大学発プロテオグリカンの実用化の展開

1 つ目の事例として、弘前大学発の技術シーズであるプロテオグリカンの実用化プロセスを分析した。弘前大学は県内企業と組んで文部科学省の研究開発助成を継続的に活用しながら研究開発を進め、物質の量産化に成功し、機能性食品や化粧品の開発に結びつけた。研究開発はプロテオグリカンという一つの物質に集中しており、参加機関は決して多くなく、合理的に実用化に至ったと言える。その研究開発マネジメントには青森県が地方自治体として組織的に大きく関与していた（図表 0-1 参照）。しかし、イノベーションの価値連鎖を見ると、鍵となる段階ではノウハウや販売力のある県外企業が大きな貢献を果たしていた（図表 0-2 参照）。

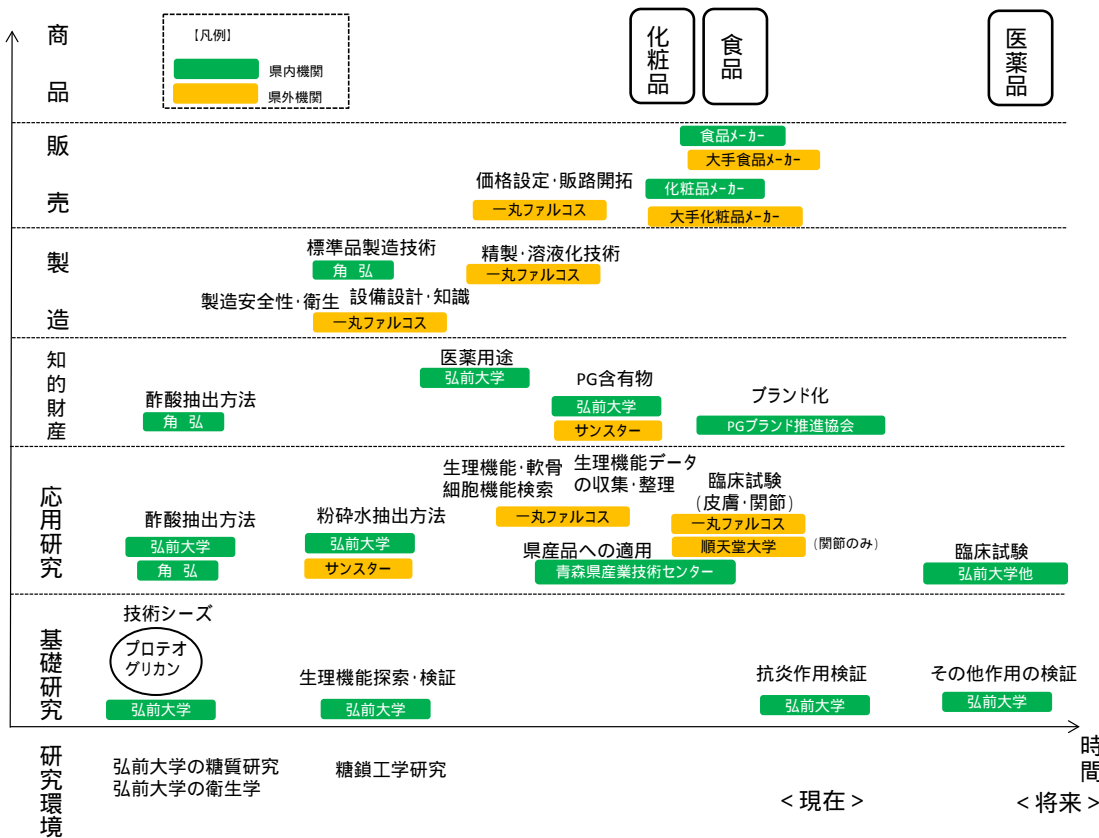
生み出された経済活動としては、プロテオグリカンを活用した商品開発には 101 社が参加し、関連製品の製造品出荷額は 30 億円あったが、県内企業の売上は限定的であった。実用化の過程では、特許出願は少なく、特定保健用食品の申請をしておらず、知財化の取組は活発とは言えない。また新規企業の創業は少なかった。この事例の今後の課題は、県外よりも県内企業からヒット商品が出されるべきという点である。同時に、関連産業の集積を県内で形成して産業システムを構築することが必要である。今後、プロテオグリカンの医薬品への応用が検討されており、イノベーションが連鎖して起こることが期待されている。イノベーションを地域活性化に結びつけるためには、県内における価値連鎖の発展と県内企業の存在感を高めることが求められる。

図表 0-1 弘前大学プロテオグリカンの実用化における産学官連携体制



(出所) ヒアリング等をもとに著者作成

図表 0-2 弘前大学プロテオグリカン実用化の価値連鎖



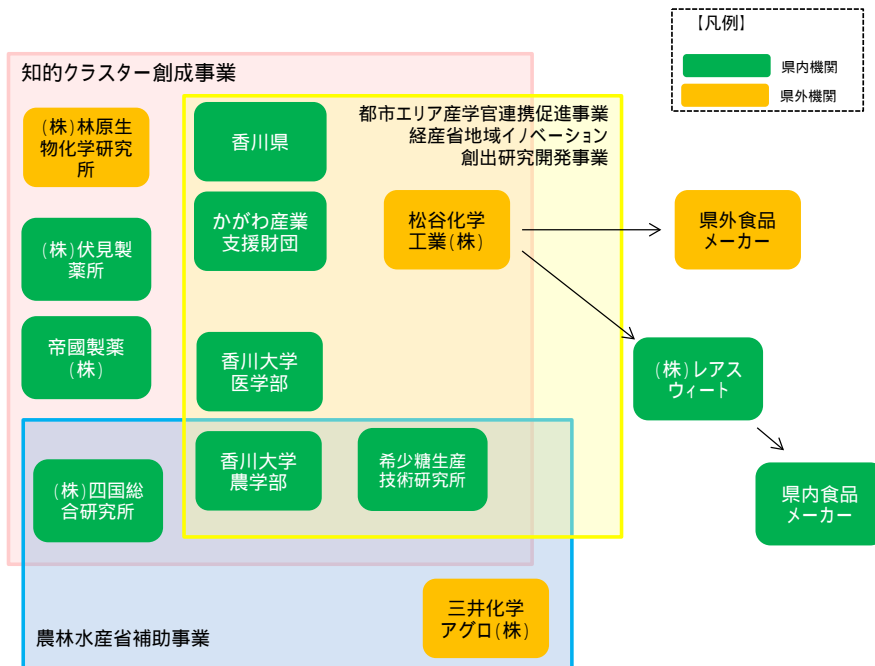
(出所) ヒアリング等をもとに著者作成

(2) 香川大学発希少糖の実用化の展開

2 つ目の事例として香川大学発の技術シーズである希少糖の実用化プロセスを分析した。香川大学の何森教授は当初県外企業と連携していたが、文部科学省の知的クラスター創成事業の採択後は、県内企業と組んで大学内の多くの研究者とともにシーズの用途開発のための研究を組織的に展開した。同時に、知的クラスター創成事業の取組を知った県外企業が参加することにより研究開発が促進した。文部科学省以外にも農林水産省や経済産業省の助成事業を活用し、実用化に辿りついた(図表 0-3 参照)。実用化に際しては、県外の食品素材会社の存在が大きく、その会社のもつ量産化ノウハウ、特定保健用食品申請のためのデータ収集、主たる市場である大企業を確保している点などからイノベーションの創出に大きな貢献を果たしていた(図表 0-4 参照)。

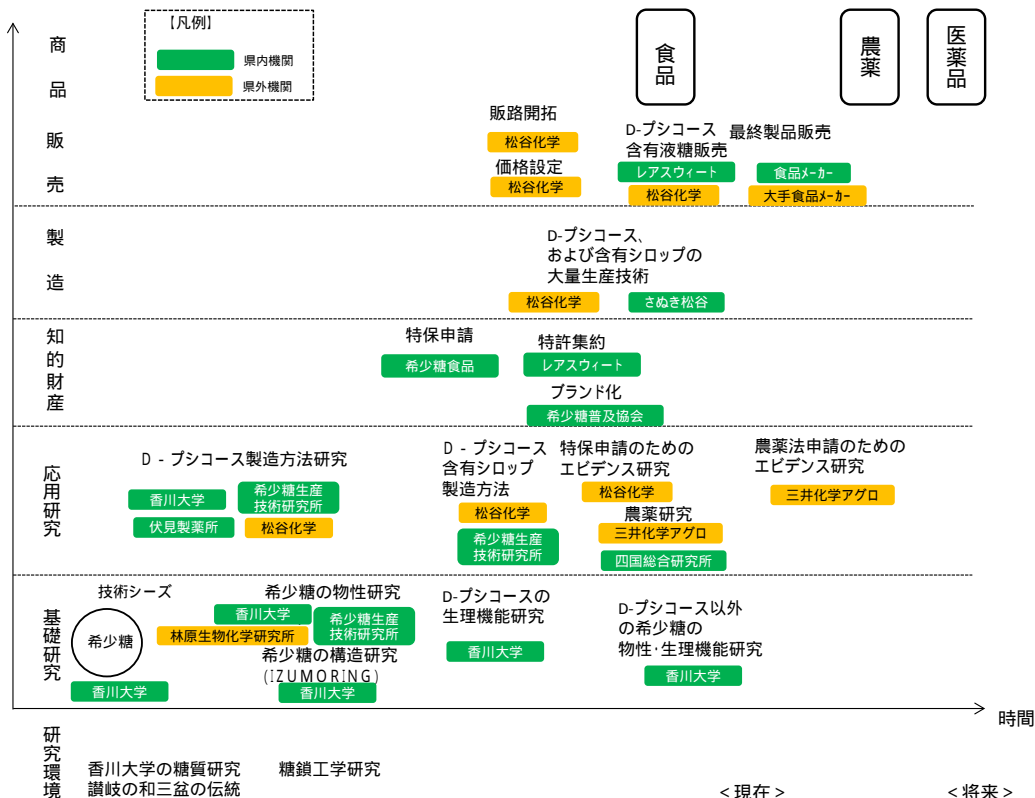
生み出された経済活動としては、希少糖含有シロップの実用化に成功した県外企業が 30 億円をかけ量産工場を香川県内で設置した。同社は希少糖の製造子会社の他に香川県内で開業した研究開発ベンチャー、販売会社、特定保健用食品会社などに出資するなどの創業支援を行っており、香川県としてはこれら創業された企業をいかに県内に定着させ、発展させていくかが肝要と言える。希少糖含有シロップ商品の開発企業は県内・県外合わせて 100 社余りあるが、県内企業の売上は限定的である。同取組の課題としては、商品数は多く出ているが、県内企業によるヒット商品がないことと、県内に産業クラスターが形成されていないことがあげられる。今後の展開としては、特定保健用食品の許可による市場の拡大と農薬用・医薬用への展開が期待される。今後、イノベーションを地域活性化に結びつけるためには、県内におけるイノベーションの価値連鎖の発展と県内企業の存在感を高めることが求められる。

図表 0-3 香川大学希少糖実用化の産学官連携体制



(出所) ヒアリング等をもとに著者作成

図表 0-4 香川大学希少糖実用化の価値連鎖



(出所) ヒアリング等をもとに著者作成

3. 地域大学発技術シーズの実用化に関する考察と含意

(1) 特徴

リソース：地域の伝統と大学の特性を活かした技術シーズ

両事例とも、産業基盤・科学技術基盤とも恵まれたとは言えない地域での取組であった。技術シーズの特徴としては主に機能性食品の原料となる物質であり、地域の伝統を活かし、大学で長年研究されていた分野の成果から生み出されたものである。

プロセス：基礎研究については県内機関、応用研究・量産化研究では県外企業の参画により研究開発およびビジネス展開が加速

両事例とも、研究者の研究着手から実用化までは約30年間にわたる歳月がかかっている。研究開発の展開としては、国の施策を活用しながらシーズをもとにした物質の量産化に成功し、物質が廉価に提供できるようになることを契機に、多くの研究者が研究開発に参加するようになっていった。青森県のプロテオグリカンが国の研究助成も知的クラスター創成事業より規模の小さい都市エリア産学官連携促進事業が中心であったため、参加機関も限定的でひとつの素材の実用化に集中しており、合理的に実用化が図られたと言える。香川県の取組は、希少糖は50種類もあるという点と、用途も多岐に渡る点、また、知的クラスター創成事業という大型プロジェクトであった点から、比較的参加機関・研究者も多く、広範囲で組織的な研究開発が展開された。基礎研究については地域大学を中心とした県内機関での研究が中心であるが、応用研究から量産化研究にかけてノウハウとニーズ情報である大口顧客を抱えている県外企業が加わることにより研究開発およびビジネス展開が加速された(図表0-5参照)。

青森県のプロテオグリカンは、特許出願は少なく、特定保健用食品申請はしておらず、知財化の取組は少なかった。また、新規企業創業も活発ではなかった。香川県の希少糖は、特許出願数は多く、特許管理を行う企業がある。また特定保健用食品の申請をしており、知財化の取組に熱心であった。新規創業もいくつか見られ、希少糖の製造会社の他に研究開発ベンチャー、販売会社、特定保健用食品会社などがあつた。

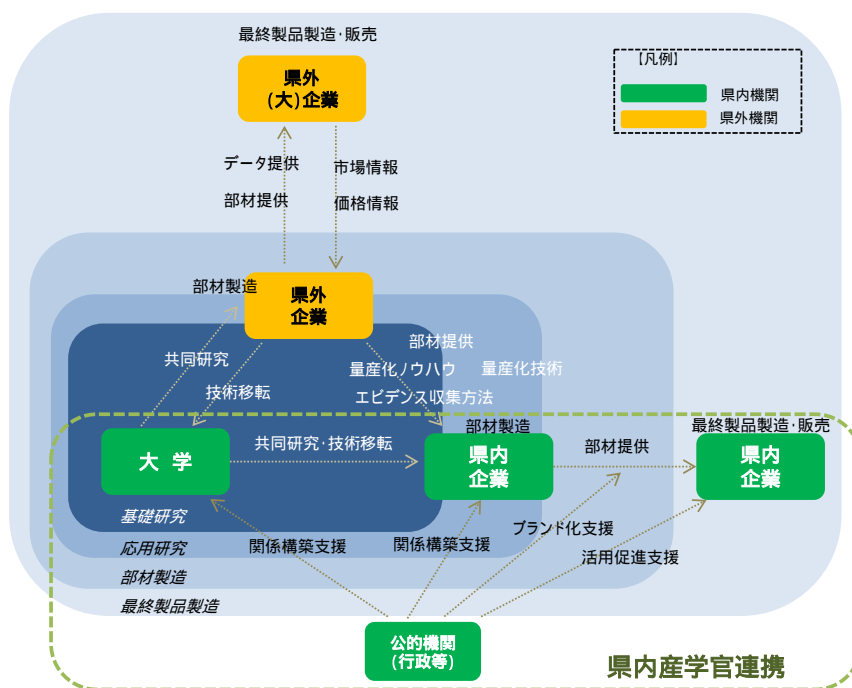
ガバナンス：県が中心となって県内で産学官連携体制を構築するが、県外企業の関与が重要

国の制度的・資金的支援を受け、県を中心とした行政の積極的・継続的関与により政策誘導が図られ県内企業が研究開発に参加していた。青森県は研究開発、ビジネス開発面でプロジェクトマネージャーの強いリーダーシップが見られたが、香川県では研究開発は香川大学の何森教授が中心であり、県はビジネス開発のコーディネーションが中心であった。両事例とも、県内で産学官連携体制が構築されていたが、ノウハウと販売力のある県外企業の関与によりイノベーションが促進されており、イノベーションの価値連鎖は地域内で完結していなかった。

パフォーマンス：県内経済効果は限定的であり、今後関連産業の集積の形成が目標
地域への効果としては、シーズをもとにした量産工場は県内に建設されている。しかし、

青森県では付加価値の高い後工程は県外企業が担っており、香川県でも製造自体のノウハウは県外企業のものであり、県内企業が高い付加価値を生んでいるとは言えない。両事例とも、様々な最終製品が生み出されているが、地域企業による経済効果は限定的と言える。今後の展開としては、より付加価値の高い医薬品への応用を目指した研究開発が進められている。それと同時に、イノベーションの成果を地域内へ広く定着させるために、関連産業の県内集積を図り、クラスターの形成が目標とされている。

図表 0-5 地域におけるイノベーションの価値連鎖の空間的分業



(出所) 著者作成

(2) 課題

イノベーションから地域活性化への連鎖

地域イノベーションの目的は、地域でイノベーションを起こすことにより地域経済を活性化することであるが、両事例における県内での売り上げや雇用等の経済効果は限定的であった。つまり、イノベーションの経済効果を地域内へ波及させるという大きな課題に直面している。

イノベーション活動と政策の空間における不一致

両事例での地域イノベーションは、県内の産学官機関の連携のみならず、県外機関が関与することにより加速していった。地域イノベーションは地域の自治体の積極的な関与があって成功するが、地方自治体が県内での成果に固執しすぎると、イノベーションに必要な機能や技術を持った県外企業を排除する可能性がある。県外企業の参画はイノベーショ

ンの加速要素であるが、同時にイノベーションの成果が県外へ漏出する原因にもなり得、イノベーション・システムの不安定要素でもある。そこに地域イノベーションにおける活動と政策の空間におけるジレンマがあった。

(3) 含意

地域の伝統と特徴に基づいた独自性のある研究開発の振興

両事例とも、地域の伝統および特徴と大学の強みを活かしたシーズをもとにした取組であり、ニッチな研究開発であり、地域で長年に渡り涵養された研究と言える。このようにメジャーではないが、地域の特徴を踏まえたニッチな研究でもイノベーションを起こすことはできるため、地域の伝統と特徴に基づいた独自性のある研究開発を日本各地で振興していくことが求められる。

イノベーションの創出を優先させる取組の制度的支援

地域イノベーションが、政策の運営主体である県の行政区分に固執して産学官機関のネットワークを構築しようとする、イノベーションのポテンシャルが矮小化する、イノベーションの創出が遅れる可能性が高い。地域イノベーションの取組は、地域効果を勘案するよりも、まずはイノベーションそのものを起こすことを優先するべきである。そのため、イノベーションの促進主体である地方自治体は、県内での成果のみを厳格に希求するより、県外要素を受け入れる鷹揚な立場が必要といえる。また、国が地域イノベーションの施策を設計する際には、地域大学がポテンシャルの高い県外企業と連携できることを促進する制度的仕組みが必要である。

イノベーションの促進と地域への波及効果を考えたパートナー企業の選定

県外企業との連携は、イノベーションの加速が期待できる一方で、イノベーションの成果を県内で定着させるには難しい点がある。先述したように、両事例における地域大学の技術シーズは地域の特徴を踏まえたニッチな研究であった。そのようなニッチな技術シーズの実用化の受け皿として県内の中小企業が考えられるが、十分な研究開発能力を有していないことも多い。また、県外の大企業も受け皿として考えられるが、市場規模が小さいものは事業化しない可能性が高い。両事例の実用化のパートナーは県外の研究開発型の中堅企業であったが、規模的にも研究開発能力的にもニッチな研究の受け皿として適当であったものと思われる。なお、県外の中堅企業に地域企業や地域大学との共同研究に参加してもらう際には、県内への投資を確約する取り決めを早い段階で結ぶことも有効と言える。

本 編

第1章 はじめに

1. 調査研究の背景と目的

現在、日本各地において地域経済活性化のために、地域の企業などが主体となって地域にある資源を活用して新製品や新技術を開発する取組が盛んに行われている。地域資源とは、一般的に地域独自性のある天然資源や特産物、観光資源などを指すことが多いが、地域にある大学の研究者が保有する技術シーズも地域独自の資源として地域内で活用する試みが行われている。地域の大学にある優れた技術シーズを活用して地域にてイノベーションを起こすことが期待されており、地域イノベーションは地域活性化の起死回生の切り札としてみなされている（野澤 2012、松原 2013）。

そこで本調査研究では、地方圏におけるイノベーション活動について詳しく分析することとした。大学発のシーズの実用化をイノベーションとして定義し、その実用化のプロセスに関わる大学研究者および企業との関係を空間的に捉えて、それにかかわる行政の役割などの分析を試みた。そして、その技術シーズの実用化に至る経路を空間的に検証することにより、地域イノベーションの特徴と課題を抽出し、政策展開における含意を検討する。

2. 先行研究と本研究の視点

本調査研究を遂行するに当たっての理論的背景として3つの視点がある。1つ目はイノベーションを創発させる上で地域性が重要であるという議論において根拠として用いられている知識のスピルオーバーと近接性の議論である。先行研究では、大学の知識は、ベンチャー企業や人的交流を通して、近くにある機関へより移転しやすい性質を持っているといわれている（Audretsch and Feldman 2004）。よって、イノベーションにおいては、人々が物理的接触を果たせる地理的近接性が重要な役割を果たすとしている。また、技術などの知識は単に近接する企業へ移転しやすいわけではなく、企業の技術レベルや技術への認知力などの受容能力が必要とされている（Cohen and Levinthal 1990）。

2つ目は地域イノベーション・システムである。地域イノベーションについては、イノベーションを単発で起こすことより、イノベーションが継続的に起きやすい環境システムを整備することが求められている。このような地域イノベーション・システム(Cooke 2004)とは、地域の生産構造におけるイノベーションをサポートする制度的インフラと解釈することができる（Asheim and Gertler 2005 : 299）。イノベーションとは地域の持つ文化や風土が大きく影響しているという議論により、イノベーションをサポートする制度は工学的なアプローチであるシステム論から生態論的なエコシステム論に推移している（科学技術振興機構 2007）。

3つ目は空間的イノベーション・システムである。Oinas and Malecki (1999)は、技術の発展経路の空間を、国家イノベーション・システム、地域イノベーション・システム、セクターイノベーション・システムが重なりあい構成されている空間的イノベーション・

システムであるとして概念化を試みている。つまり、イノベーションはいくつかの空間的システムにより構成されていると言える。

これらの議論を根拠として、地域でのイノベーションの創造を活発化させるために行政等が仲立ちとなって地域内における大学と企業間の連携関係の構築が図られている。特に地域経済が疲弊している地方圏において地域の大学と地元企業が連携して地域においてイノベーションを起こすことが求められている。

科学技術・学術政策研究所では、地域イノベーション及び産業クラスターに関する調査研究を蓄積している（科学技術政策研究所 2003、2004、2009a、2009b、2011）。科学技術政策研究所（2009a）では、地域イノベーションが起きる場としてのクラスターの形成のためには、魅力的なテーマや機関の存在、機関間の関係構築などが必要な要素としている。地域における国立大学の産学連携については、地域にある国立大学は研究面と人材供給面においておおきな存在感を示していた（科学技術政策研究所 2012、2013a、2013b、2013c、科学技術・学術政策研究所 2013a、2013b、2013c、2013d）。

ハイテク分野の産業基盤が希少な地方圏においては、地元で産出した農水産物を加工する食料品製造業が基幹産業である場合が多い。しかし、一般的に言って食品産業は人口減少時代に突入した日本では市場の発展が望めない。このため、食品ではより付加価値の高い製品づくりが求められており、生体調整機能のある機能性食品等の開発が盛んに行われている。その開発において地域の大学が大きく関与しているケースが見られる。特に食料産業クラスターについての先行研究もある（科学技術政策研究所 2009c、2010）。食料産業クラスターの研究では、都市エリア産学官連携促進事業では食料産業クラスターに関する取組は多く実施されており、2009年度では合計 30 地域（一般型 15 地域、発展型 15 地域）が選定されており、その多くは機能性食品に関連した取組であった（科学技術政策研究所 2010）。

これら先行研究を踏まえ、本調査研究では大学発のシーズの実用化をイノベーションとして定義し、産学連携による共同研究などを通じた知識の創造を軸として、その実用化のプロセスに関わる大学研究者および企業技術者およびそれらを支援する行政機関の関係を空間的に捉えて分析を試みた。この実証研究として地方圏において大学発の技術シーズの実用化に成功した弘前大学の技術シーズであるプロテオグリカンの実用化と香川大学の技術シーズである希少糖の実用化の取組を取り上げる。これら事例を通して、知識創造を行う産学連携等の関係の変化によりイノベーションの空間的特性を分析する。

3. 調査の方法

本調査研究では、技術シーズの実用化に向けた発展経路を、時間軸をベースに検証するにあたり、研究開発内容の変化とともに、知識創造の主体である大学および企業の関係構築に着目した。技術シーズの実用化プロセスにおいて誰が何をしたのかという定性的な特徴を浮かびあがらせるため、ケーススタディーアプローチをとることにした。そのケース

スタディーを比較分析することにより、共通点、相違点をより明確に浮かび上がらせることで、地域大学発技術シーズの実用化に関する特徴と課題を明らかにした。

エビデンスの収集方法については、既往文献などから研究開発主体である大学関係者および共同研究先である企業の特定を行った。同時に本事例は政府の研究助成を多く活用しているため、研究助成に関する政策内容等に関する文献情報を収集した。それら文献調査をもとに、キーパーソンとなる大学研究者、企業研究者、行政担当者を特定し、インタビュー調査を行い、研究開発や実用化および成果に関する詳しい情報を収集した。また、ケーススタディーの比較分析を行うため、インタビューは半構造化された形で行われた。その他に、技術シーズを生み出した研究者を中心に研究分野に関連する特許データを収集し、研究開発と関係者の状況について補完して、分析した。

4. 事例の選定

事例を選定するにあたり、地域の領域性がより明確にわかるようにするため3大都市圏ではなく地方圏に立地する大学とした。また、大学としての特性を統一するために、全国レベルの研究開発が主体である旧帝国大学ではなく、地域貢献を標榜している国立総合大学を選択することとした。同時に、大学発技術シーズの実用化の定義として、実際に商品が発売されており、ビジネスとして展開されているものを扱うこととした。

以上の視点に立ち本調査研究では、数多くの商品が発売されマスコミなどでも取り上げられている青森県の弘前大学を中心に実用化展開を図っているプロテオグリカンの取組と香川県の香川大学を中心に実用化展開を図っている希少糖の取組を事例として取り上げた。

2事例は、大学発の技術シーズをもとにした物質の量産化に辿りついたという意味では成功事例と言える。しかし、成功ゆえに課題がないわけではない。この先達の成果と課題から、地域でイノベーションを創発しようとしている他の地域にとって学ぶことが多々あると考えられる。

5. 技術シーズと応用産業の特徴

今回の2つ事例は、糖質研究をベースにした技術展開という共通点があった。糖質は、その分子の大きさによって単糖類と、単糖類が重合したオリゴ糖、さらに重合度の高い多糖類に分類される。糖質に関する研究は盛んになってきており、糖質の構造と機能に関する研究の進展とともに、医薬、食品、農業等の分野での応用研究も進められている（新家他 1996）。

2つの事例における糖質の共通の実用化用途として機能性食品への応用展開があげられる。機能性食品について工業所有権情報・研修館（2002）では以下のように定義している。

機能性食品は、食品が本来持っている栄養機能（第1次機能）、味・香りなどの感覚機能（第2次機能）に加えて、生体防御や疾病の防止・回復、体調リズムの調整、

老化抑制などの生体調整機能(第3次機能)があることに注目し、これらの生体調整を科学的に解明し、機能を発揮できるように設計・加工された食品である。

健康食品の分類としては、医薬品、保健機能食品と一般食品の3つのカテゴリーがある(図表 1-1 参照)。健康食品に関する国の制度としては、国が定めた安全性や有効性に関する基準等を満たした「保健機能食品制度」があり、健康食品のうち一定の条件を満たした食品を「保健機能食品」として特定保健用食品と栄養機能食品の2種類があり、特定保健用食品については消費者庁の許可が必要であり、許可が得られれば効能として保健の用途が表示できる。

図表 1-1 健康食品の分類と名称

医薬品 (医薬部外品を含む)	保健機能食品		一般食品 (いわゆる健康食品を含む)
	特定保健用食品	栄養機能食品	

(出所) 工業所有権情報・研修館(2002)

機能性食品は、高齢化社会における健康維持のための処方的食品として、また食品会社の競争力構築のため、幅広い関心を集めている。民間調査会社によると健康食品市場は2013年1兆8400億円であったものが2017年には2兆1450億円と順調に成長すると予想されている(シード・プランニング2014)。

工業所有権情報・研修館(2002)によると、機能性食品は特定の生理機能を持った食材を利用した食品としている。特定機能物質を開発するに当たり図表 1-2 で示しているように、機能性食品の開発では、特定機能物質の抽出方法に関する方法の選択や、生産方法等に係る技術開発が求められている。また、機能性の解明と利用については、生理機能に基づく吸収、血中濃度への反応などを明らかにする必要がある。微生物の活性化や抑制に関する技術的課題もある。食品化への技術課題としては、機能が認められる物質を食品としての風味を確保しながら安全に安定的に安価に製造するという課題がある。

特に、従来から食品分野における糖類に関する研究開発は極めて活発に行われており、トレハロースやオリゴ糖など新しい機能をもつ素材の探索と開発や、従来の素材の中に新規機能を見出し新たな利用方法を検討されている。また、糖質研究の進展は糖鎖の研究へと発展してきており、新たな展開がみられる。

今回事例として取り上げたプロテオグリカンは多糖類である酸性ムコ多糖の一種であるコンドロイチン硫酸がタンパク質と結合したものであり、糖鎖の一種としても注目されている。また、希少糖は名が示すとおり単糖類の一種であり、その機能性が近年次々と明らかになり、2つの物質とも近年注目され研究が盛んになっている糖質物質である。

図表 1-2 機能性食品の技術課題と解決手段

技術要素		技術課題		解決手段		
特定機能	高血圧	機能性の 解明と 利用	生理機能に基づく	酵素反応	抽出物	動物抽出物
	コレステロール			吸収		植物抽出物
	血糖			血中濃度		微生物抽出物
	肥満・ダイエット			代謝		その他抽出物
	整腸			微生物活性化、抑制		特定物質
	骨	特定物質の除去・代替品の開発	脂質・脂肪酸			
	歯	新規機能・物質の開発	糖・糖質			
	免疫		食物繊維			
	アレルギー		無機化合物			
	複数機能	ガン	食品化技術	安定化		その他の物質
		抗酸化		味・臭いの改善	原料転換	
		抗活性酸素		食感の改善	生産方式転換	
		感染症・ウイルス		コストダウン	酵素処理	
		その他の機能		効果向上	化学的変性	
		食物繊維		安全化	物理的変性	
乳酸菌・ビフィズス菌				組み合わせ		
不飽和脂肪酸				除去		
ミネラル				包埋		
その他の複数機能				添加		

(出所) 工業所有権情報・研修館 (2002)

第2章 弘前大学発プロテオグリカンの実用化の展開

本章では、青森県にある弘前大学から生み出された技術シーズであるプロテオグリカン（Proteoglycan:以下 PG と記す）の実用化の経緯を追うことで、地域イノベーションの地域への効果と課題を考察する。

1. 青森県の科学技術イノベーション基盤

(1) 産業基盤

青森県の産業基盤として、青森県の県内総生産（名目）は4兆4363億円で全国28位であった（2010年度）。その中で産業の構成比と特化係数を見ると、構成比では、サービス業が23.4%、製造業が18.1%と高いウェートを占めていた。しかし、特化係数は1前後であり、全国的に見て両産業が特に盛んとは言えない。農林水産業（3.84）と鉱業（2.82）の特化係数の数値は2以上と高く、農林水産業と鉱業は全国的に見て比較的盛んであると言える（図表2-1参照）。

図表 2-1 青森県の県内総生産（名目）と産業の構成比・特化係数

	生産額 (百万円)	構成比	特化係数
農林水産業	170,829	4.7%	3.84
鉱業	9,423	0.3%	2.82
製造業	662,750	18.1%	0.87
建設業	301,524	8.2%	1.47
電気・ガス・水道業	125,786	3.4%	1.14
卸売・小売業	499,794	13.7%	0.92
金融・保険業	159,201	4.3%	0.77
運輸業	212,397	5.8%	1.07
情報通信業	107,786	2.9%	0.50
サービス業	856,811	23.4%	1.07
産業合計	3,661,261	100.0%	
県内総生産	4,436,358		

（出所）2010年度青森県県民経済計算

県内製造業の業種別の事業所数・従業員数・製造品出荷額等を見ると、事業所数は1561か所（全国40位）、従業者数58019人（全国40位）、製造品出荷額等1兆5107億1928万円（全国41位）であった（2010年経済センサス）。それらを構成比でみると、事業所数および従業者数では食料品製造業、繊維工業、金属製品製造業、電子部品・デバイス・電子回路製造業などの比率が高かった。製造品出荷額等でみると、非鉄金属製造業と食料品製造業の比率が高く、県内産業において大きなウェートを占めている。特化係数を見ると、構成比の高い食料品製造業、電子部品・デバイス・電子回路製造業や非鉄金属製造業の他

にパルプ・紙・紙加工品製造業の数値が特に高かった。全般的に見て食料品製造業が重要な産業であることが窺える（図表 2-2 参照）。

図表 2-2 県内製造業の構造（事業所数・従事者・製造品出荷額の構成比と特化係数）

	実数			青森県構成比			特化係数		
	事業所数	従業者数(口人)	製造品出荷額等(口万円)	事業所数	従業者数	製造品出荷額等	事業所数	従業者数	製造品出荷額等
製造業計	1,561	58,019	151,071,928	100%	100%	100%	1.00	1.00	1.00
食料品製造業	437	16,649	31,145,093	28.0%	28.7%	20.6%	2.07	1.96	2.47
飲料・たばこ・飼料製造業	70	1,283	8,261,256	4.5%	2.2%	5.5%	2.29	1.66	1.64
繊維工業	156	5,773	2,176,357	10.0%	10.0%	1.4%	1.41	2.57	1.10
木材・木製品製造業（家具を除く）	75	796	1,315,538	4.8%	1.4%	0.9%	1.67	1.09	1.18
家具・装備品製造業	43	379	367,880	2.8%	0.7%	0.2%	0.94	0.51	0.45
パルプ・紙・紙加工品製造業	32	1,778	11,625,333	2.0%	3.1%	7.7%	0.69	1.24	3.13
印刷・同関連業	100	1,558	1,769,103	6.4%	2.7%	1.2%	1.03	0.69	0.56
化学工業	18	619	3,420,317	1.2%	1.1%	2.3%	0.55	0.24	0.25
石油製品・石炭製品製造業	15	122	791,787	1.0%	0.2%	0.5%	2.26	0.63	0.10
プラスチック製品製造業（別掲を除く）	28	1,111	1,637,639	1.8%	1.9%	1.1%	0.29	0.35	0.29
ゴム製品製造業	8	192	X	0.5%	0.3%	-	0.41	0.22	-
なめし革・同製品・毛皮製造業	1	23	X	0.1%	0.0%	-	0.09	0.12	-
窯業・土石製品製造業	109	1,674	4,040,424	7.0%	2.9%	2.7%	1.42	0.89	1.09
鉄鋼業	31	1,584	10,821,637	2.0%	2.7%	7.2%	0.99	0.95	1.14
非鉄金属製造業	11	3,474	34,350,315	0.7%	6.0%	22.7%	0.54	3.19	7.38
金属製品製造業	132	2,396	3,710,852	8.5%	4.1%	2.5%	0.65	0.55	0.58
はん用機械器具製造業	22	259	303,500	1.4%	0.4%	0.2%	0.41	0.11	0.06
生産用機械器具製造業	54	1,969	3,676,359	3.5%	3.4%	2.4%	0.39	0.48	0.52
業務用機械器具製造業	35	4,758	10,630,555	2.2%	8.2%	7.0%	1.10	2.97	2.96
電子部品・デバイス・電子回路製造業	72	6,076	9,942,211	4.6%	10.5%	6.6%	2.11	1.77	1.14
電気機械器具製造業	33	2,679	4,662,706	2.1%	4.6%	3.1%	0.49	0.73	0.59
情報通信機械器具製造業	16	1,505	1,435,371	1.0%	2.6%	1.0%	1.16	0.94	0.22
輸送用機械器具製造業	28	914	4,281,502	1.8%	1.6%	2.8%	0.36	0.13	0.15
その他の製造業	35	448	425,590	2.2%	0.8%	0.3%	0.60	0.38	0.23

（注）構成比 10%以上、特化係数 2 以上のものを灰色としている。

（出所）2010 年工業統計調査

（2）科学技術基盤

青森県の科学技術基盤として、人材、関連人材育成機関および特許出願状況を見てみる。

研究者数と技術者数を 2010 年度の国勢調査によると、青森県の実験研究員数は 270 人で全国 44 位、技術者数は 9490 人で全国 41 位と、全国的に見て科学技術関連人材が豊富であるとは言えない。特許の出願状況等を見ると、特許出願数は年間 127 件で全国 46 位であった。発明人数は 337 人で全国 46 位と、決して多い地域とは言えない（特許行政年次報告書 2013 年版）。

地域の科学技術系人材育成機関として医歯薬看護系、理工系、農林水産系学部を有する教育機関としては、医学部、理工学部、農学生命科学部等を有する弘前大学（弘前市）をはじめとして青森県立保健大学（青森市）、八戸工業高等専門学校（八戸市）、東北職業能

力大学校附属青森職業能力開発短期大学校（五所川原市）¹等の国公立大学・高専の他に、青森大学（八戸市）、青森中央学院大学・短期大学（青森市）、北里大学獣医学部（十和田市）、八戸工業大学（八戸市）、弘前医療福祉大学（弘前市）、弘前学院大学（弘前市）などの私立大学機関がある。

2. 弘前大学の歴史と概要

青森県の科学技術の中心的基盤である弘前大学は、1949年に弘前高等学校、青森師範学校、青森医学専門学校、青森青年師範学校、弘前医科大学を母体として創設された大学であり、現在5学部（人文学部、教育学部、医学部、理工学部、農学生命科学部）、7大学院研究科（人文社会科学、教育学、医学、保健学、理工学、農学生命科学、地域社会）から構成されている。2014年現在、学部生6100名、大学院生811名、教職員数1868名で中規模の国立大学である。

弘前大学医学部は1944年に青森市内に設置された青森医学専門学校を前身とする。同校は1945年4月の空襲により附属病院と寄宿舎を消失したが、医専存続のために1947年に弘前市内に移転し、1948年に弘前医科大学となり、1949年に弘前大学に統合された。弘前大学医学部は地域の公衆衛生と地元産品の生理機能に関する研究が比較的盛んであるという伝統があり、医学部の佐々木直亮元教授は、地元産品であるリンゴが高血圧の予防効果があることを1983年に世界に先立ち発表した研究者である²。

弘前大学の産学連携の状況を共同研究や特許の出願状況等で見てみる。共同研究は60件（6035万円）あり、理工系学部を有する国立大学66大学中57位、受託研究は3億2234万円（41位）であった。特許に関しては、特許出願数23件（54位）、特許権実施件数7件（52位）、特許権実施等収入は22万円（57位）であり、産学連携活動が特に盛んであるとは言えない（図表2-3参照）。

図表 2-3 弘前大学の産学連携実績（2011年度）

	共同研究		受託研究		特許		
	件数	受入額 (千円)	件数	受入額 (千円)	特許出願件数	特許権実施等件数	特許権実施等収入 (千円)
平成23年度実績	60	60,356	98	322,348	23	7	222
国立大学内順位	57位	56位	41位	49位	54位	52位	57位

（出所）文部科学省（2012）

3. プロテオグリカン研究開発の経緯

今回のケーススタディーとして選出したPGは弘前大学医学部の高垣啓一教授が中心とな

¹ その他の公立大学として青森市が設置した青森公立大学があるが、経営経済学部のみで理工系学部はない。

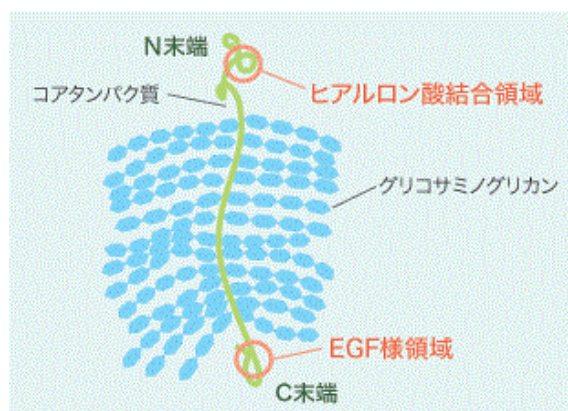
² 佐々木直亮教授（1921-2007）は2002年青森りんごの発展に貢献した功績により青森県より青森りんご勲章を授与された。

って長年研究開発を行っていたものである。弘前大学での PG の研究開発の取組については、かくまく / 弘前大学 (2012) が詳しい。PG の概要および研究開発の経緯について、以下、同著を参照し、紹介する。

(1) プロテオグリカンの概要

PG は、複合糖質と呼ばれる成分に属しており、コアタンパク質という部分に糖鎖 (グルコサミノグリカン) が結合した糖タンパク質である (図表 2-4 参照)。そのグルコサミノグリカンの中にはコンドロイチン硫酸が含まれており、軟骨や腱、靭帯でその伸縮性に寄与している。PG は、存在する場所やグルコサミノグリカン鎖の種類や構造の違いによっていくつもの種類に分けられる。

図表 2-4 プロテオグリカン模式図



(出所) 一丸ファルコス (株) HP より

PG とは、コラーゲンやヒアルロン酸等と同じように、保湿性に優れ、水分を保持したり、関節骨と骨の間の滑りを良くしたり、衝撃を和らげたりする機能をもつ動物の軟骨由来の成分である。弘前大学などにより今まで解明されたプロテオグリカンの生理機能としては、抗炎症 (抗アレルギー)、細胞増殖促進 (皮膚再生)、軟骨再生 (関節炎緩和)、骨代謝異常改善 (骨粗しょう症予防)、保湿 (肌質保持) といった作用があることが明らかになっている。

PG は、保湿性の高い性質を利用して美容製品に使用されている。その場合、コラーゲンやヒアルロン酸との競合になる。関節炎症を抑える働きとしては、グルコサミンやコンドロイチンとの競合になる。その中で、PG の優位性とは PG に EGF 様作用³が含まれていることにより、新生細胞の増殖を促進する機能がある点があげられる。PG の販売戦略としては、PG に EGF 様作用があることを重視し、それにより、ヒアルロン酸などの他の物質との差別

³EGF 様作用とは、細胞の成長を増殖の調整に重要な役割を担っている上皮細胞増殖因子 (EGF) により、加齢で鈍くなった皮膚の新陳代謝をスムーズにするという効果である。

化を図っている。

(2) プロテオグリカンの抽出方法

従来、牛の気管軟骨や鶏のトサカから抽出された PG が市場に出回っていたが、それらは 3 万円 / mg 程度する高価なものであった。また、ウシ由来の PG は BSE (ウシ海綿状脳症) の問題があり、鶏由来の PG は鳥インフルエンザの問題があり、それぞれ普及には安全性上の難点があった。

弘前大学医学部では従来から糖鎖工学に関する研究が比較的盛んであり、1980 年から高垣啓一氏が中心となって糖鎖の一種である PG の研究開発を展開していた。1990 年に青森県産業技術センターの内沢秀光研究員がサケの鼻軟骨に多くのコンドロイチン硫酸があることを発表した。その発表をもとに、高垣氏はサケの鼻軟骨をターゲットとして PG の抽出を検討し始めた。弘前大学高垣氏における PG の抽出方法は酢酸によるものであるが、その着想は青森の郷土料理である氷頭ナマス⁴を高垣氏が居酒屋で食している時に着想したものである (かくまく / 弘前大学 2012)。氷頭ナマスには食酢を使っており、酢酸で軟骨組織を分離し、PG を抽出できるのではとの着想を得たものである。

そこで、弘前大学の高垣氏は地元企業の (株) 角弘との共同研究に着手し、サケの鼻軟骨を酢酸で溶解して PG を抽出するという方法を考案し特許化した。同手法では PG の抽出を従来の 100 分の 1 程度のコストに抑えることができた⁵。同手法はコスト面での優位性の他に、抽出に使用する材料が酢酸とエタノールのみなので、食品として摂取しても人体に問題がないとの点が挙げられる。また、サケ由来の PG は BSE や鳥インフルエンザのような問題がないため、安心・安全に摂取できる PG として優位性がある。

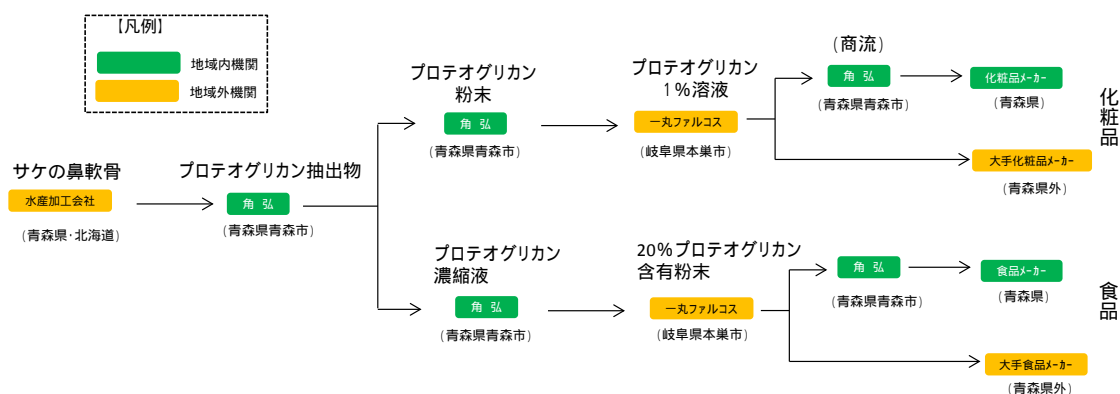
PG の酢酸抽出方法とは具体的には、粉碎した鼻軟骨を食品用酢酸溶液に浸透させたものを一定サイズの薄膜装置に通し、一定サイズの PG を分離する。その溶液からエタノールにより PG が装置に沈殿し回収する方法である。PG 生産の流れとしては、(株) 角弘が原料であるサケの鼻軟骨を水産食品加工会社から仕入れる。原料は青森県産及び北海道産のである。その原料をもとに青森市にある (株) 角弘の工場です酢酸抽出方式により PG を抽出する。

PG の精製にあたり化粧品用と食品用の製造コストと精製度を考慮して製造方法は異なる。食品用は青森市の (株) 角弘の工場です PG の濃縮液とする。岐阜県の一丸ファルコス (株) の工場ですその濃縮液を粉末にし、PG として 20% 含有した粉末に調整し、最終食品メーカーへ納入する。化粧品用は (株) 角弘の工場です PG の粉末とする。それを一丸ファルコス (株) へ運搬し、PG 含有 1% 溶液として全国の化粧品メーカーに納入する (図表 2-5 参照)。

⁴氷頭なますとは、北海道・東北および新潟地方で主に年越し時に食される鮭の鼻軟骨の酢漬けでできた郷土料理である。

⁵民間調査会社の調べでは、2014 年現在 PG の相場価格は 20% 含有物で 1kg 当たり 30 万円程度とされている (原料・受託バンク 2014)。

図表 2-5 プロテオグリカンの製造・販売工程



(出所) ヒアリングをもとに著者作成

PGの抽出方式としてもう1つ、サケの鼻軟骨の脂質成分を除去し、乾燥させ微粉末化する乾燥粉末抽出方式がある。それにはPGの他にも、鼻軟骨に含まれるコラーゲン、カルシウム等が含まれるため、PGの純度は約40%にとどまる。この研究に関しては弘前大学の加藤陽治教育学部教授がサンスター(株)と共同で開発し2008年に特許を出願した。その抽出方法は酢酸抽出方式より廉価であり「ひろだいプロテオグリカンナチュラルパウダー(PGNP)」として食品への展開を図っている。しかし、現在のPGの抽出方式は酢酸抽出法が主流である。その理由としては、乾燥粉末抽出方式では、PGの他の不純物も多く含まれるのに対し、酢酸抽出方式では純度が高くPGを比較的成本を抑えられた形で抽出できるという優位性があるためである。

(3) プロテオグリカンの実用化の経緯

先述したとおり、PGは高垣啓一教授が中心となって研究してきたものではあるが、弘前大学医学部では、糖鎖研究の第一人者であった遠藤正彦前学長以来約30年間糖鎖およびPGの基礎研究の歴史を有していた。弘前大学には、医学部、附属病院の他、理工学部、農学生命科学部、教育学部に糖質・糖鎖研究を行っている研究者が比較的多数在籍しており、PGの研究開発を促進する基盤があった。そのような研究者をまとめる形で、1997年に高垣教授の声掛けにより青森県内の産学官連携の関係者約100名により青森糖質研究会が結成された。2002年には弘前大学の各学部にいるPG関係研究者の横断的な組織として弘大プロテオグリカンネットワークスが組織化され、研究者のコミュニティが形成された。

PGにおける産学連携活動としては1998年に科学技術振興事業団(現科学技術振興機構)の独創的シーズ展開事業に採択され、地元企業の(株)角弘との共同研究に展開し、サケの鼻軟骨からPGを抽出する技術を実証することに成功した。その後も、高垣先生が先導する形で文部科学省の都市エリア産学官連携促進事業を活用して(株)角弘との共同研究が進んでいった。PGの研究開発は順調に進展し、PGの精製方法に関する特許は日本・アメリカ

カ・ロシアで取得された。

しかし、PG 研究開発のリーダーであった高垣教授が 2006 年に 53 歳で逝去した。その後、都市エリア事業のリーダーは教育学部の加藤陽治教授（後の副学長）が引き継ぎ研究開発を推進していった。2009 年には（株）角弘と岐阜県の企業である一丸ファルコス（株）は PG の化粧品原料を共同開発・販売した。また、2010 年には同様に食料品原料を共同開発・販売した（図表 2-6 参照）。

図表 2-6 青森県におけるプロテオグリカン実用化の経緯

西暦	大学等	行政	企業
1975	遠藤正彦先生弘前大学に着任。糖鎖工学の研究を進める		
1980	遠藤教授プロテオグリカンで画期的な特許取得 高垣啓一先生が生化学第一講座のプロテオグリカンに関する研究に参画。		【一丸ファルコス】プロテオグリカンを化粧品用素材として検討開始
1991	高垣先生、医学部生化学第一講座助教授就任		株式会社糖鎖工学研究所を弘前市に開設。（インテリジェクトコスモス研究機構、青森県、弘前市、生化学工業、宝酒造など計14社）
1997	青森糖質研究会が組織化（県内の産学官関係者約100名）		
1998	郷土料理「水頭なます」をヒントに酢酸抽出による研究がはじまる	【科学技術振興事業団】独創的シーズ展開事業（独創モデル化）「新しい素材としての軟骨型プロテオグリカン」。サケの鼻軟骨からプロテオグリカンを抽出する技術を実証することに成功	【角弘】高垣教授とプロテオグリカン量産方法に関する研究を開始
2000	高垣啓一教授+（株）角弘 特許（低コスト大量生産）確立		
2002	弘前大学の学長指定重点研究「プロテオグリカン研究拠点の構築」。医、理工、農、教育などの各学部の研究者で構成する横断的な「弘大プロテオグリカンネットワークス」が組織化。 高垣先生同講座教授に就任 高純度のプロテオグリカンを従来のコストよりはるかに低コストで製造する技術がほぼこの時点で確立される。		【角弘】北海道経済産業局補助事業に採択され、北海道釧路市に量産化試験工場を開設 【一丸ファルコス】プロテオグリカンの検討再開
2004		【文科省】都市エリア産学官連携促進事業（連携基盤整備型）～2006FY「プロテオグリカン応用研究プロジェクト」	【角弘】文科省事業に参画 【角弘】軟骨型プロテオグリカンの精製方法でアメリカ特許取得 【一丸ファルコス】経済産業省中小企業技術向上奨励費補助事業「プロテオグリカン」の試作～2006 鶏の粉碎水抽出
2005	医学部中根教授免疫機能研究参加		【角弘】軟骨型プロテオグリカンの精製方法で日本国内特許取得
2006	高垣教授逝去（53歳）→教育学部加藤教授引き継ぐ	【青森県】ウェルネスランド構想	【角弘】軟骨型プロテオグリカンの精製方法でロシア特許取得
2007	弘前大学大学院保健学研究科中村敏也教授が角弘のPGのEFG様作用について確認	【青森県】都市エリア産学官連携促進事業（一般型）～2009FY「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」	【角弘】プロテオグリカン研究所を開設 【サンスター】研究参画（研究連携推進協定）、2008FY 大学に研究者派遣 【角弘】【和光純薬工業】にOEM供給、試薬として発売
2009			【角弘】【一丸ファルコス】と化粧品用原料を共同開発、発売開始 化粧品用PGの製造検討開始、化粧品用の有用性について試験開始、プロテオグリカンIPC販売開始
2010	サンスター+弘前大学 国際特許出願（2011公開）	【文科省】地域イノベーションクラスタープログラム（都市エリア型）「プロテオグリカンをコアとした津軽ヘルス&ビューティ産業クラスターの創生」～2012FY	【角弘】PG-inりんご酢発売 【角弘】【一丸ファルコス】と食品用原料を共同開発、発売開始 【角弘】生産装置設置
2011		【青森県】ライフイノベーション戦略（～2015） 【青森県】プロテオグリカンブランド推進協議会発足 【青森県】第10回産学官連携推進会議「産学官連携功労者表彰」農林水産大臣賞	【一丸ファルコス】食品用角弘工場設備設計検討
2012			【一丸ファルコス】食品用設備移動（借与）
2013	地域産業支援プログラム表彰文部科学大臣賞	【文科省】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ヘルス&ビューティ産業クラスターの形成・拡大」	【角弘】生産装置増設 【一丸ファルコス】角弘の新装置設計・試運転

（出所）かくまく / 弘前大学（2012）、（株）角弘 HP などをもとに著者作成

4. 産学官連携体制

(1) 県内企業の役割

先述したとおり、弘前大学発技術シーズの PG の実用化には県内企業である（株）角弘が大きな貢献を果たした。（株）角弘は青森市に本社を置く従業員数 350 名程度の地元の有力企業である。事業展開は多岐にわたり、建築、商社、ソフトウェア開発、ガソリンスタンド等を展開している。元々は 1883 年（明治 16 年）に旧津軽藩の国家老であった大道寺族之助繁禎を筆頭に 15 名の出資により近代農具関連の製作・販売を目的として設立された企業であった。角弘の屋号は当初本社のあった弘前の「弘」と多角経営の「角」を取って、時代の変化に応じて地域社会への貢献の使命とすることから生まれたものである⁶。

PG の研究開発には 1998 年に弘前大学医学部の高垣教授からの誘いに乗る形で、科学技術振興事業団の独創的シーズ展開事業に参加し、PG の量産方式に関する研究開発を開始した。食品分野の研究開発は従来業務にはなかったが、研究機関と共同研究の実績があったので新規分野での研究開発の着手には社内の抵抗はなかった⁷。社内に関連する事業やリソースがない中、地域資源を活かして地域貢献を果たすという大義名分の上で弘前大学との共同研究に着手した。（株）角弘としては、共同研究を開始するにあたり、社内にリソースがないため、製造方法に関する知識の他に、特許や製造管理、安全性に関する知識が必要であった。そのため、新たに専門家を雇い研究開発を推進した。実用化にあたり、弘前大学との共同研究の他に、青森県産業技術センターとは製造の安定化、廃棄物の有効利用などに関する件で相談し、研究開発を推進していった。

（株）角弘は、2002 年には北海道経済産業局の補助事業を活用して釧路市に PG 量産化試験工場を開設し、2003 年に世界で初めて PG の量産化に成功した。PG が比較的安価で供給が可能となると、2004 年以降都市エリア産学官連携促進事業を活用し、弘前大学の PG 応用研究プロジェクトに参画した。抽出の製法は、高垣教授と（株）角弘が共同出願しており、2004 年～2006 年に日本、米国、ロシアで特許化されている。2007 年にはプロテオグリカン専用の研究所を社内に開設した。PG の売り上げは順調に伸びているため 2012 年には生産増強のため設備投資を行った。

（株）角弘は、地域商社であり食料品製造を主たる業務としていないが、企業経営上新規事業展開を積極的に展開している点、県内企業の中では比較的資金力に余裕がある点、地域の発展を主たる業務ミッションとしている点から PG の共同研究にも参画した。（株）角弘はあくまで営利目的で弘前大学との共同研究による PG の実用化を行ったが、地域の篤志家的側面を有していると言って良い。

(2) 県外企業の参加

⁶ （株）角弘ホームページ <http://www.kakuhiro.co.jp/>参照。

⁷ 2014 年 3 月 6 日の（株）角弘関係者へのヒアリングによる。

弘前大学と県内企業の（株）角弘の共同研究により PG の抽出方法が確立でき、実用化につながったわけであるが、機能性物質の開発実績のない（株）角弘のみでできたわけではない。PG の実用化のプロセスにおいて重要な役割を果たした企業は岐阜県本巣市に本社を置く一丸ファルコス（株）という資本金 9738 万円、従業員 150 名程度、年間売上高 46 億円⁸の中小企業である（図表 2-7 参照）。同社は化粧品原料や健康食品原料などの開発、製造、販売を行っている企業であり、自社研究員も 40 名程度おり研究開発にも熱心に取り組んでいる。

一丸ファルコス（株）は 1990 年に自社で PG の研究開発の検討を開始していたが、その後研究担当者の退職もあり研究開発を中断していた。その後、2003 年から PG 開発の検討を再開し、2004 年から 3 年間には経済産業省の中小企業技術向上奨励費補助事業を活用し、鶏由来の PG の抽出を行った。しかし、鳥インフルエンザなどの問題があり事業は中止した。その後、都市エリア産学官連携推進事業でサケ由来の PG の開発を展開していた（株）角弘と接触した。

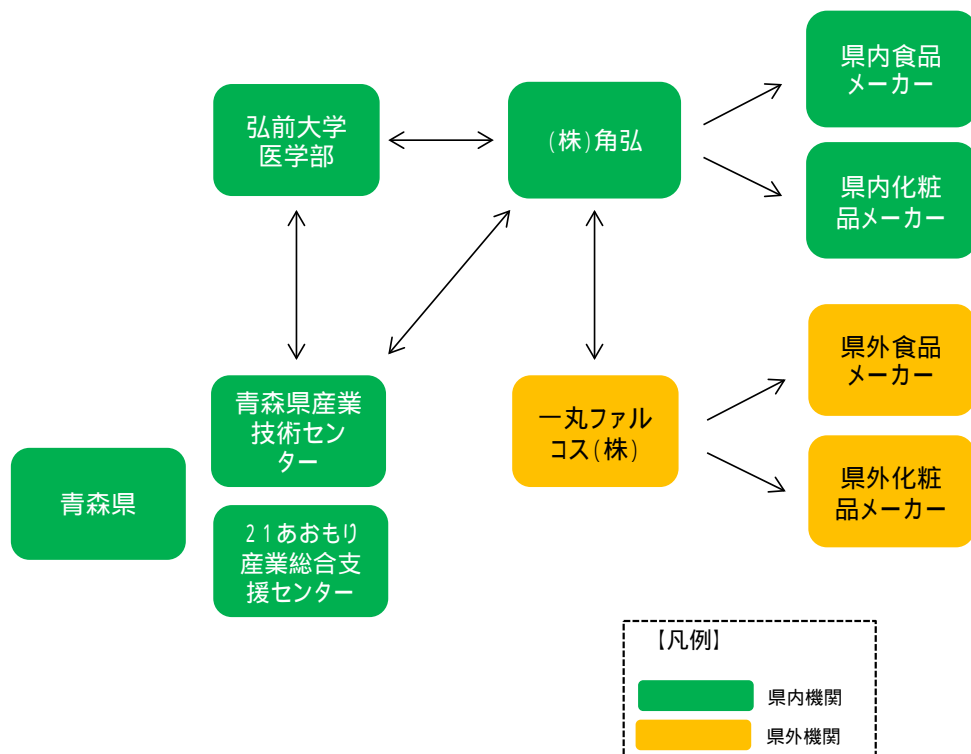
一丸ファルコス（株）は青森県外企業であるため、当初青森県中心に行われていた都市エリア産学官連携推進事業への参画が難しかった。同時に、PG の生産技術を確立した（株）角弘には PG の共同事業者と提携を申し出る会社が幾社もあった。しかし、（株）角弘と一丸ファルコス（株）はともに三菱商事との取引があり、三菱商事の関連会社を通し接点を築いていった。一丸ファルコス（株）は以前経済産業省の補助事業を活用した研究開発で抽出後の PG の精製に関する技術を確立しており、技術力がある点、大手企業への販売実績がある点などが評価され 2009 年に（株）角弘とのビジネスパートナーとして共同事業契約を締結した。同年には化粧品用の PG の販売にこぎ着けた。2010 年からは自社や順天堂大学等で臨床試験を行い、2011 年には食品用 PG の販売を開始した。同時に、食品、化粧品の物質等の量産化技術を蓄積していたため青森市の（株）角弘の敷地内に設置する PG 製造工場の設備設計・製造を担当した。

一丸ファルコス（株）は会社規模としては中小企業であるが、食品、化粧品の素材を提供する専門会社としてノウハウ・経験の実績が豊富にあり、大手企業との付き合いから市場ニーズも把握している。食品、化粧品の新素材の顧客の開拓のためには、PG 自体の生理機能性の裏付けデータや安全性のデータを顧客に提示して、提案していかなければいけない。一丸ファルコス（株）は、必要とされるデータ、およびデータ採集の仕方について精通しており、PG の市場開拓は一丸ファルコス（株）が重要な役割を担っている。

今までの PG に関する弘前大学の共同研究の相手先企業は、（株）角弘やサンスター（株）など限定的であった。しかし、PG が全国で注目を集めると同時に、PG のポテンシャルの認識も広がると連携企業も広がり始めてきた。弘前大学は一丸ファルコス（株）や PG 商品を販売しているダイドードリンコ（株）との共同研究を開始した。

⁸ 46 億円は 2011 年度の売上高である。

図表 2-7 PG の産学官機関関係図



(出所) ヒアリング等をもとに著者作成

(3) 助成事業の活用と行政の役割

弘前大学の PG の実用化に関しては、先述したように科学技術振興事業団の独創的シーズ展開事業を始め主に文部科学省の研究助成を継続的に活用して研究開発を展開している。2004 年から 2006 年の間は都市エリア産学官連携促進事業（連携基盤整備型）を獲得し、PG のユーザーサイドに立った PG の作成と機能性食品分野への応用に関する開発を行った。同事業を契機に、弘前大学内に研究者のネットワーク組織である弘前大学プロテオグリカンネットワークスが形成された。同組織はプロテオグリカンテラーメイド研究会、糖鎖素材研究会、糖鎖医学研究会、健康食品研究会の 4 つの組織からなっている。同事業では、PG の免疫抑制作用や炎症性腸疾患治療効果の発見、および食品用低価格 PG の開発に成功した。2007 年から 2009 年の間は都市エリア産学官連携促進事業（一般型）を活用し、2010 年から 2012 年は地域イノベーションクラスタープログラム（都市エリア型）、2013 年から 2017 年までは地域イノベーション戦略支援プログラムに採択されて、研究開発成果を着実に蓄積させている。これら事業は国の助成事業であるが、中核機関は弘前大学及び青森県の外郭団体である青森県産業技術センター、公益財団法人 21 あおもり産業総合支援センターが中心となって事業を展開している（図表 2-8 参照）。

図表 2-8 PG 関連産学官連携コンソーシアム一覧

年	2004年～2006年		事業名	都市エリア産学官連携促進事業(連携基盤整備型)
テーマ名	プロテオグリカン応用研究プロジェクト			
中核機関	弘前大学	主な参加機関	(株)角弘、大塚化学(株)、グライコジャパン(株)他 弘前大学 青森県工業総合研究センター	
研究テーマ	PGのオーダーメイド 機能性商品分野へのPGの応用に向けた開発			
年	2007年～2009年		事業名	都市エリア産学官連携促進事業(一般型)
テーマ名	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			
中核機関	弘前大学	主な参加機関	(株)角弘、サンスター(株)、大塚製薬(株) 弘前大学 青森県工業総合研究センター	
研究テーマ	PG含有機能性食品の商品化への研究開発 PGの皮膚アンチエイジング分野及び化粧品への応用 PGの新糖鎖創薬への応用 PGを含む医薬品及び医療素材の研究開発			
年	2010年～2012年		事業名	地域イノベーションクラスタープログラム(都市エリア型)
テーマ名	プロテオグリカンをコアとした津軽ヘルス&ビューティー産業クラスターの創生			
中核機関	(地独)青森県産業技術センター	主な参加機関	(株)角弘、サンスター(株)、一丸ファルコス(株)、ホシケミカルズ(株)他 弘前大学 (地独)青森県産業技術センター、青森県、弘前市、 (財)21あおり産業総合支援センター、ひろさき産学 官連携フォーラム	
研究テーマ	PGを活用した地コスメ(化粧品)の研究開発 PGを活用した高機能性食品の開発 PGの大量生産方法の最適化によるPG低価格製品の開発 エクセレントPGの生理機能性の解明及び実証			
年	2013年～2017年		事業名	地域イノベーション戦略支援プログラム
テーマ名	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			
中核機関	(公財)21あおり産業総合支援センター	研究機関	弘前大学 (地独)青森県産業技術センター	
研究テーマ	PG関連バイオマテリアルのメタボリック症候群等に対する効果と抗炎症作用の成因解明に関する研究開発 PG関連バイオマテリアルの構造と機能に関する研究 PG関連バイオマテリアルと糖タンパクの生理機能解析と臨床応用 PG関連バイオマテリアル素材の多様性に関する研究開発 PG関連バイオマテリアルのエイジングケア商品としての開発及び応用に関する研究開発 PG関連バイオマテリアルの機能性食品としての開発及び応用に関する研究開発			

(出所) 弘前大学地域共同研究センターHP、青森県産業技術センターHP、

21あおり産業総合支援センターHPをもとに著者作成

PGの実用化研究開発では、弘前大学だけでなく地方独立行政法人青森県産業技術センター弘前地域研究所も積極的に関わっている。青森県産業技術センターは黒石市に本部のある青森県の出産施設である。弘前市には同センターの弘前地域研究所がある。弘前地域研究所内は分析技術部、生命科学部、バイオテクノロジー部、生活技術部の4部から構成されている。同研究所では県内素材を用いた健康・美容製品の開発研究を行っているバイオテクノロジー部が中心になってPG関連研究が行われている。生命科学部でも食品応用に関して一部PG関連の業務を行っている。PG関連開発に従事している研究者は合計4名程度である。また、弘前地域研究所では、青森県内企業のPGの食品・化粧品に関わる商品化のすべてに関わっている。弘前地域研究所の役割としては、商品開発支援の他にブランド協議会

事務局を行っている。弘前地域研究所と弘前大学はPGに関して共同研究を行うのではなく、地域イノベーション戦略支援プログラムを契機に研究テーマの棲み分けを行った。弘前地域研究所ではPG関連バイオマテリアルの製品開発支援を中心に行っている。一方、弘前大学ではPG関連バイオマテリアルの生理機能性解析・評価を中心に行っている。弘前大学と弘前地域研究所の研究者は、研究会や講習会等に参加することによって顔見知りになり、PGに関する研究コミュニティを形成している。青森県産業技術センターでは、従来機能性食品に関する開発支援などの実績はあったが、化粧品の開発支援に関する実績がないため、そのノウハウがない。そのため、研究員を一丸ファルコス(株)に派遣して、化粧品開発における分析やデータ採取の方法などに関するノウハウを蓄積することとしている。

2014年現在展開されている地域イノベーション戦略支援プログラムは青森県の外郭団体である公益財団法人21あおもり産業総合支援センターが行っている。その中心人物はプロジェクトディレクターの阿部馨氏である。阿部氏は弘前大学医学部薬理学教室助手を経て、青森県産業技術開発センター(現青森県産業技術センター)弘前地域技術研究所の研究員なり、地域の食材の機能性に関する研究や化粧品に関する研究開発に従事していた。2010年に地域イノベーション戦略支援プロジェクトの研究統括となり、2013年の公益財団法人21あおもり産業総合支援センターに転籍した。阿部氏は弘前大学医学部と青森県産業技術センターの両方に人脈を持つと同時に、薬理、機能性食品、化粧品の各分野に精通している。そのことからPGの応用展開を推進するにあたり事業全体を俯瞰できる点からプロジェクトディレクターとしてリーダーシップを発揮している(図表2-9参照)。

図表 2-9 地域イノベーション戦略推進プログラム推進体制



(出所) 21 あおもり産業総合支援センターHP より

PG の事業化戦略として、やみくもに商品化を図るのではなく、事業化の順番を地域発の化粧品からはじめて地域発の健康食品 アンチエイジング商品 医用素材・医薬部外品 医薬品と、商品化しやすい順番から優先させている。これらの戦略の策定は阿部プロジェクトディレクターが行った。地域イノベーション戦略支援プロジェクトの推進体制として、地域連携コーディネーターを任命している。化粧品原料のOEM委託生産を行っている東京に本社のあるホシケミカルズ(株)の取締役であった内河篤氏、ブランド構築に精通している電通総研研究主幹四元正弘氏という東京在住のエキスパートを青森に招聘した。研究統括は弘前大学医学部の中根明夫教授が担当している。

県内の企業が PG 関連商品を開発・発売したい意向があった場合、公益財団法人 21 あおもり産業総合支援センターによる手厚い支援が行われている。地域リーディング企業の育成のために、商品開発研究会の参加、商品開発用の PG の無償提供、産業技術センターでのデータの収集指導などの支援策をパッケージとして地元企業に提供している。同時に、産業総合支援センターの商品化コーディネーターと青森県産業技術センターの研究者が組んで、個別に企業に対してアドバイスを行っている。また、21 あおもり産業総合支援センターでは地域のイノベーションに対する認識を深めるためにMOTやマーケティング、商品化に関する講習会も実施している。

PG を幅広く普及させるためには、健康食品の新素材として幅広く認知してもらう必要がある。地域イノベーション戦略支援プロジェクトでは、PG の知名度を高める取組として、年2回 PG 関連フォーラムを開催している。また、県内外の展示会にも積極的に出展している。東京ではプロテオグリカンカンファレンスを開催し、業界マスコミ関係者などにPRを行っている。

地域イノベーション戦略支援プログラムでは、食品、化粧品以外の応用分野として医薬品への適用のための基礎研究が進められている。PG は高い保水性の他に多様な生理活性機能が明らかになってきている。特に PG の体内炎症物質の酸性抑制作用については弘前大学医学部の中根教授らが中心となって研究を行っている。同生理機能が確認できれば PG は潰瘍性大腸炎や関節炎、アレルギー性疾患等への適用が考えられる。

市町村レベルでの PG 実用化支援では、弘前市が中心となって組成した大学、公設試、民間企業のネットワークとしてひろさき産学官連携フォーラムがあるが、同フォーラムは地域イノベーション戦略支援プログラム開始以降、その活動は同支援プログラムに吸収されている。その中で弘前市は PG の支援については研究開発を支援するのではなく、市内企業の PG を活用した商品づくりへの普及に関する支援を行っている。

5. 事業成果

(1) 知財の取得

PG 関連の共同研究に関して先述したように1998年に科学技術振興事業団の独創的研究成果育成事業と採択され、高垣教授の声掛けにより県内企業の(株)角弘と共同研究が組成さ

れた。2000年には酢酸とエタノールを使用し、サケの鼻軟骨からPGを大量に抽出する技術を確認し、日本・アメリカ・ロシアで特許出願を行った。

PG関連特許の内、弘前大学関係者が発明者として含まれているものを分析した(図表2-10参照)。出願特許は17件と決して多くない。研究着手当初のPGに関連する特許は(株)角弘と高垣教授個人で3件出願されている。2005年の大塚製薬の特許には発明者に弘前大学関係者が含まれており、それは都市エリア産学官連携促進事業の成果によるものである。2004年の国立大学の法人化、薬理用途やPGの抽出方法に関する弘前大学単独の特許出願が11件みられる。今までのPGに関する弘前大学の共同研究の相手先企業は、(株)角弘やサンスター(株)など限定的であり、あまり広がりが見られない。しかし、PGのポテンシャルが確認され、注目を集めることにより連携企業も広がり始めてきた。先述した一丸ファルコス(株)やPG商品を販売しているダイドードリンコ(株)⁹とも共同研究が開始され、今後特許の出願が増加するものと思われる。

図表 2-10 PG 関連特許の出願人と発明者

出願日	発明名称	出願人	出願人	発明者	発明者	発明者	発明者	発明者
19991122	軟骨型プロテオグリカンの精製方法	科学技術振興事業団	角弘	工藤義昭				
20000822	軟骨型プロテオグリカンの精製方法	角弘	高垣啓一	高垣啓一				
20020524	プロテオグリカンの人口合成方法	角弘	高垣啓一	高垣啓一	石戸圭之輔			
20031126	プロテオグリカンのコアタンパク質からキシラーゼを用いてグルコサミン/グリカンを分離する方法	角弘	高垣啓一	高垣啓一	金子哲			
20050601	軟骨細胞の三次元培養方法	大塚製薬		大鹿周佑	高垣啓一	藤哲	石橋恭之	
20050627	4-アルキルウンベリフェロンの新規医薬用途	弘前大学		中村敏也				
20051108	プロテオグリカンの新規医薬用途	弘前大学		中根明夫	差波拓志			
20060317	グルコサミン/グリカンの固定化方法、検出方法および検出用溶液セット	弘前大学		糠塚いそし	高垣啓一			
20061215	コア物質への糖鎖付加方法	弘前大学		山口真範				
20070330	サケ軟骨に含まれるプロテオグリカンの新規な薬理用途	弘前大学		中村敏也	高垣啓一			
20080122	プロテオグリカンの抽出方法	弘前大学		加藤陽治	伊藤聖子	工藤重光		
20080502	糖鎖の構築方法	弘前大学		山口真範	遠藤正彦			
20080522	糖鎖改変方法	弘前大学		柿崎育子	遠藤正彦			
20081126	プロテオグリカンの医薬用途	弘前大学		中根明夫	差波拓志			
20090428	プロテオグリカンの新規な医薬用途	弘前大学		中根明夫	差波拓志			
20090925	ヒアルロニダーゼ阻害剤	弘前大学		遠藤正彦	柿崎育子	小泉英普		
20100716	プロテオグリカン含有物	サンスター(株)	弘前大学	後藤昌史	山本和司	加藤陽治	片方陽太郎	伊藤聖子

(注) 灰色が弘前大学関係者

(出所) 特許庁データより著者作成

(2) 経済的効果

PG商品としては、2009年に化粧品、2010年には食品が(株)角弘から発売された。現在発売されているPG関連商品としては、化粧品ではスキンケア商品が主体であり、スキンクリーム、石鹸、化粧水等に活用されている。食品では、サプリメントとしての錠剤やリンゴ酢やジュース等のドリンク等の形の他、菓子類等として発売されている。2013年現在、最終製品としては168アイテムが商品化されている(阿部2013)(図表2-11参照)。

⁹ ダイドードリンコとの共同研究では、「抗酸化・アンチエイジング」「免疫調整作用(抗アレルギー)」「抗肥満作用」の3つをテーマとしてあげている。

図表 2-11 PG 応用製品群



(出所) 各社 HP 等から転載

PG に取組む活動企業数は県内外併せて 101 社ある (2013 年)。県内企業は中小企業が中心である。県外企業では、化粧品ではドクター・シーラボ、健康食品・美容飲料ではゲイドードリンク、サントリー、DHC、ファンケル等の大手企業が PG 取扱商品を販売している。宣伝力・販売力では県内中小企業は県外大手企業にはかなわない。そこで、県としては 21 あおもり産業総合支援センターが中心になって、宣伝力・販売力の弱い県内企業の PG 関連製品の販売支援として、web を活用した宣伝販売を展開したり、女性誌、美容専門家へ PG の素材の PR を積極的に展開している。

PG 関連の経済効果として、製造品出荷額は 29 億円、素材製造額は化粧品用のみでも 2 億円に達している¹⁰ (図表 2-12 参照)。青森県の目標としては 5 年以内に PG 関連製品 500 億円を売り上げる県内企業を育てることである¹¹。一丸ファルコス (株) の直近の PG 関連素材の売り上げは 2 ~ 3 億円程度 (推計) である。将来的には 40 億円程度の売り上げを見込んでいる。

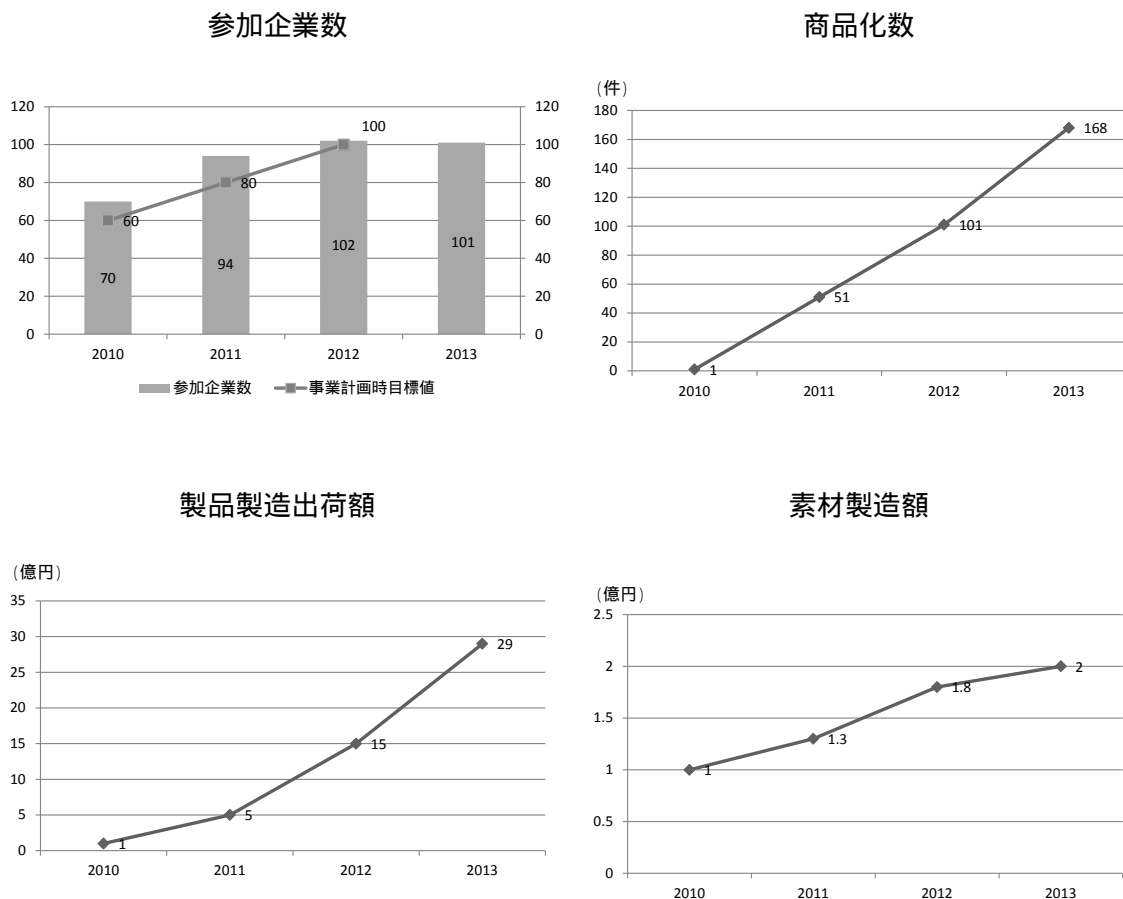
青森県における PG 実用化の取組は、今までの地域での産学官連携の活動が認められて、2011 年には産学官連携功労者表彰農林水産大臣賞を、2013 年には地域産業支援プログラム

¹⁰ なお、この数値は青森県内のみではなく全国での出荷額、製造額である。

¹¹ 2014 年 3 月 6 日阿部プロジェクトディレクターのヒアリングによる。

表彰（イノベーションネットアワード）文部科学大臣賞を受賞した。

図表 2-12 PG 関連の成果



（出所）21 あおもり産業総合支援センター提供資料より著者作成

(3) ブランド展開

青森県での PG 実用化の取組は全国に知られてきており、同じサケ由来の PG を生産・販売する会社も出現してきている。それは PG がコモディティ化してきていると言える。商品がコモディティ化すると価格競争に陥り、収益を確保することが難しくなる。そのため、PG の機能・効能が商品として信頼されることが求められている。

他の PG との差別化を図りコモディティ化を避けるために青森 PG のブランドの確立と強化が必要となっている。そのために 2011 年に青森県プロテオグリカンブランド推進協議会が青森県産業技術センター弘前地域研究所内に設置された¹²。協議会の活動目的は「PG に関して消費者に正しい情報を提供する」、「あおもり PG の認知度向上を図る」、「安心・安全な PG 商品を認証する」ことである。年会費は正会員で年間 1 万円徴収している。2013 年 4 月現在 61 企業団体が参加し、65 アイテムが認証されており、認証アイテムにはマークを付

¹² その活動資金には、むつ小川原地域・産業プロジェクト支援助成金が活用されている。

与している（図表 2-13 参照）。

認証マークの作成において、PG はサケの鼻軟骨以外からも抽出できるので、単に PG だけを名乗ることはできず、「AOMORI」を入れ、地域ブランドとしての展開となった。そのため、ナショナルブランドである県外の大手企業の中には地域ブランドである本マークを使用していないところも多い。

図表 2-13 プロテオグリカンブランド認証マーク

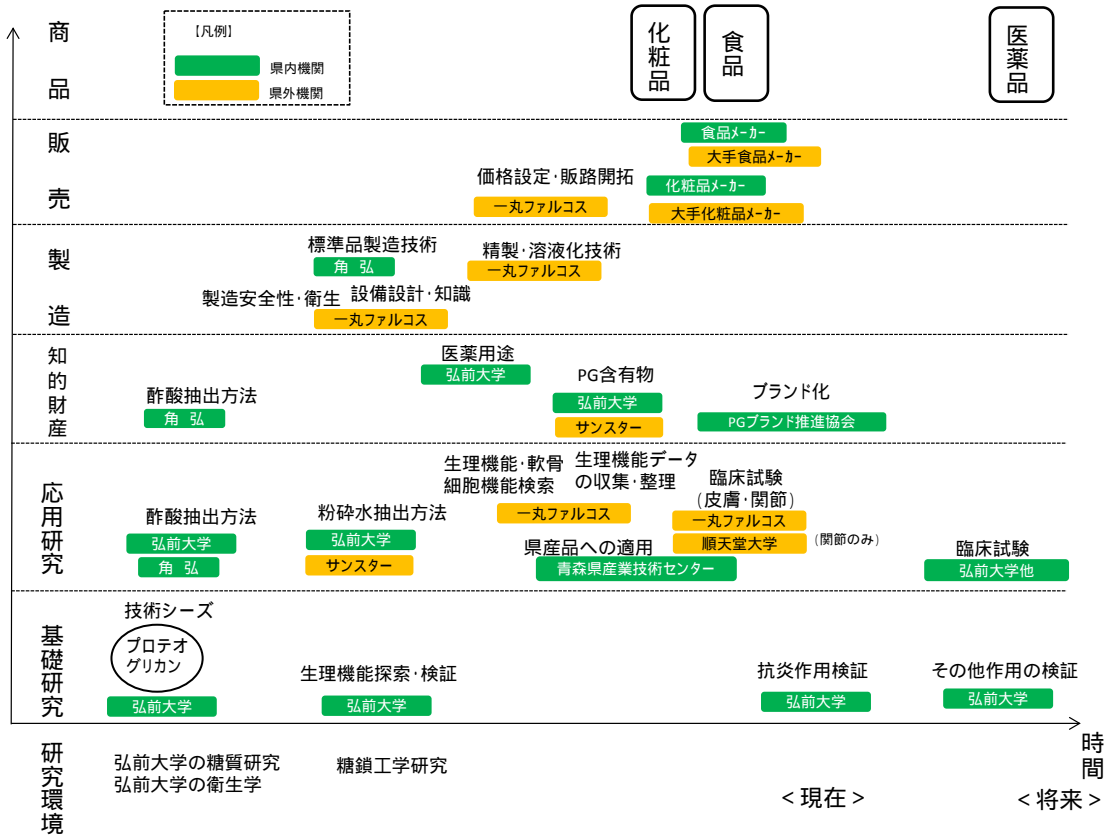


（出所）青森県プロテオグリカンブランド推進協会 HP より

6. PG の研究開発と価値連鎖

PG の実用化への展開を価値連鎖のフェーズごとに見ていく（図表 2-14 参照）。PG の酢酸抽出方式に関する基本的アイデアは弘前大学の高垣教授によるものである。その実用化のための研究は県内企業の（株）角弘との共同研究によってなされ、特許は（株）角弘が保有している。酢酸抽出方式をベースに安定的な品質の PG をスケールアップし製造する過程は県外企業である一丸ファルコス（株）が中心になった。スケールアップした製造技術の確立と同時に、PG を売り込むための生理機能のエビデンスデータの収集では、都市エリア産学官連携促進事業で弘前大学が行ったデータも活用されたが、それだけでは不十分であり、一丸ファルコス（株）が自社および順天堂大学と連携してデータを採集した。現在、PG の更なる用途開発に向けた研究開発が弘前大学および企業と連携して行われている。

図表 2-14 PG 研究開発の価値連鎖



(出所) ヒアリング等をもとに著者作成

7. 地域経済への貢献

PG は、サケの鼻軟骨から、北海道産も含まれるが地元産の鮭の利用度の高くなかった部位を利用して新規物質を作った点で、地元製品の高付加価値化に大いに貢献した。また、健康食品原料としてのPGの生産は青森県内で行なわれており、PGは地域資源を活かした地域ブランド商品としての説得力を持つ商品と言える。県内において食品や化粧品の原料としてPGを県内企業へ供給する場合には(株)角弘が商流に入っており、地域企業の売り上げに貢献している。

先に見たように青森県内企業も多くの企業から多種のPG関連商品が販売されているが、現在のPGの主要製品は県外の大手企業が中心になって行っている。そのような意味ではPGの地域経済への貢献は限定的だと言える。PGの実用化の経済効果を県内に波及させるためにも、県内企業によるブロックバスター(大ヒット商品)の出現が待たれる。

青森県の産業支援策としては、PGの全国での認知度の更なる向上と、県内企業の事業規模の拡大を支援していく方針である。また、単なるPGの製品開発にとどめることなく、産業としての広がりをもたせるために、PG関連の健康クラスター、美容クラスターを作っていくことを目的としている(青森県2011、2013)。そのために、サプリメントメーカーや化

粧品メーカーなど PG 関連製品を製造する企業・事業所の誘致・育成を図っていく予定である。

8. 課題と今後の展望

PG の実用化は、約 30 年の時間をかけて化粧品、食品と応用されて、実用化が達成された。商品数・売上高とも順調に伸びており、全国でも注目を集めている。今後は医薬分野での応用が期待される。

このように、応用分野も拡大し、アイテム数・売り上げも順調に伸びているが、今後の成長に関する懸念材料もある。1 つは PG のコモディティー化である。PG の研究開発は青森県だけではなく世界的に行われている。青森県での実用化が先行することにより PG の生理機能が幅広く認められれば参加者が多くなる。そうすれば、サケ由来でないものや酢酸抽出でない安価な PG が市場に出回る可能性が高い。PG の認知度が上がり普及すればするほどコモディティー化が進む。

もう 1 つの課題として、ヒアルロン酸やグルコサミンなどの類似効用のある物質との競合である。機能性食品、健康食品は流行に左右されやすいビジネスである。機能性食品のビジネスモデルは、大量の広告を打って、一般消費者の認知度を高め、集中的に大量に販売する方法が主流を占めている。その中で如何に PG の優位性を確立し、定着させるかが肝心である。

さらに、地域経済への貢献との視点として、価値連鎖で見てきたように、PG の実用化には県外企業が大きく関与しており、最終製品の販売量をみると県外大手企業が中心である。PG が青森県の地域ブランドとして全国的に認識されるためにも、青森県内企業によるヒット商品の創出が待たれる。

地域において、イノベーションの創出は目的ではなく、地域経済活性化のための手段である。地域経済活性化のためには、地域イノベーションが地域産業との接合を果たし、地域経済循環モデルを構築する必要がある。青森県における PG 実用化の取組が、単なる技術シーズの実用化にとどまらず、構築された地域イノベーション・システムにより、地域における価値連鎖を拡大させると同時に、蓄積されたノウハウによる連続的なシーズの育成が求められる。