

Spiber：環境や社会に配慮した構造タンパク質素材を開発し、世界展開を目指す

Spiberは2007年9月に設立された。山形県の鶴岡市に本社を置き、次世代バイオ素材を開発するベンチャー企業である。創業者であり代表取締役の関山和秀氏は、学生時代、天然のクモの糸の「強くて伸びる」という他の繊維では両立しない特徴に関心を持ち、研究を始めた。その後、クモの糸をほんのわずかだが人工的に作ることに成功して博士課程の1年目に研究室の仲間と起業し、その後、特許権をもとに資金調達にも成功した。

用途や目的に応じてDNAから設計する構造タンパク質「ブリュード・プロテイン™素材」

クモの糸（牽引糸）は防弾チョッキに使用されるアラミド繊維よりも約7倍高いという、その強靱さで知られる。一方で、軽量でしなやかさを兼ね備える素材である。その強さの理由は、クモ糸タンパク質が持つポリアラニン配列とグリシンを多く含む配列が繰り返し現れる構造にあり、この特殊な配列が構築する高次構造が高強度を発現するのだ。

こうした醸造を一般的な有機化学素材製造法であるポリペプチド合成法で作ることは困難であった。一方、クモから採取しようとしても、もともと一匹のクモが吐き出す糸の量が少ないことに加え、クモは肉食性かつ共食いをする生物であるため、家蚕のように飼育することが極めて難しく、天然のクモ糸を大量に生産することができない。

また天然のクモの糸は、水に触れると体積が40%縮むという特徴がある。

Spiberでは、クモの糸をはじめ、カシミアやシルク、ウール、またそのほかの自然界に存在するタンパク質のDNAデータを分析し、それらの知見を元に、付与したい特徴や目的に応じて、独自にアミノ酸とアミノ酸配列の設計図となるDNAを設計・合成する。合成したDNAを微生物に組み込み、植物由来の糖類を与えて微生物の発酵（ブリューイング）プロセスによってつくられるのがタンパク質素材であるブリュード・プロテイン™ポリマーである。同社は当初は、天然のクモの糸を再現する研究開発を行っていたが、クモの糸の吸水時の収縮性という特徴はアパレル製品には適しておらず、また天然のクモの糸のような機能性は必ずしも衣類に求められる機能性と一致しているわけではないという理由から、アミノ酸の配列を抜本的に再設計し、新たなタンパク質ポリマーを開発。一方、天然のクモの糸やその他のタンパク質素材も継続的に研究を行い、今後の素材開発に活かしていく考えだ。

図表1：ブリュード・プロテイン™ポリマーから作られたフィラメント糸



出所：Spiber提供

ブリュード・プロテイン素材は、植物由来のバイオマスを主な原料とし、Spiber独自の微生物発酵（ブリューイング）プロセスによりつくられるタンパク質素材である。シルクのような光沢と繊細さを持つフィラメント糸、上質でなめらかな肌触りのカシミアや、保温・保湿性に優れたウールのような紡績糸、本物と見間違ふようなアニマルフリーファーやアニマルフリーレザー、べっ甲や水牛の角のような樹脂材料、さらには医療用材料から、次世代軽量複合材料への添加剤まで、多様な素材形態や用途に展開することが可能だ。

図表2：ブリュード・プロテイン繊維を使ったYUIMA NAKAZATOコレクション



出所：Spiber提供

プラットフォームとしてのビジネスモデルを目指す

今までには、協業先の株式会社ゴールドウインやファッションブランドのsacaiからBrewed Protein繊維を使用した製品が販売されており、またクチュールファッションブランドのYUIMA NAKAZATOから発表されるコレクションにて同素材が使用されている。現時点では生産コストが高ことからカシミアやシルク、ウールなど高級絨毛素材のセグメントを最初のターゲットにしているが、Spiberが目指すのは高分子設計のプラットフォームである。Spiberの持つ高度な高分子設計技術は、アパレルに限らず、輸送機器、化粧品、メディカル、食品などにも活かすことが可能で、様々な産業における環境や社会課題の解決策の一つとして、素材を提供することが狙いだ。

タイでの量産工場が2022年春に稼働予定

2021年にはタイ国に建設したSpiber初の量産工場の試運転が開始し、2022年春には本格生産を開始予定。数年かけて、フルキャパシティに持っていき、最大年間数百トンのタンパク質のポリマー生産規模を想定。さらなるスケールアップと環境負荷低減・コスト低減を目指し、生産拠点の拡大を進めてゆく方針である。なおSpiberの今後の海外展開は基本的にライセンスアウトであり、海外パートナーに対し、ライセンス供与を行う方向性を考えている。

知財金融：知財価値等を裏付けとする事業価値証券化により、400億円の資金調達に成功

売上は、生産規模が限定的であることから、少量の素材出荷による売り上げと協業先からの契約金にとどまり、研究開発費が先行、その結果、決算としては赤字が続いている。にもかかわらず、研究開発資金が潤沢なのは、知財を中心とする企業価値が安定して増加しており、十分な資金調達が出来ていることによる。日経新聞による試算によれば、2021年9月末時点の企業価値は1,312億円に達する。

図表3：Spiberの連結業績推移



出所：Spiber有価証券報告書

赤字続きの研究開発型企業ということもあり、2018年まではSpiberは増資を中心とした資金調達を行ってきており、借入による調達は殆どなかった。結果として、2018年には第三者割当増資による調達額の累計が200億円を超え、相応な数の既存株主を有することとなった。

そこで2019年からは資金調達の選択肢を増やすこととなる。2019年にはシンジケートローン、リースなどで65億円を調達、2020年からは事業価値証券化という手法を取り入れ、2021年末までにのべ400億円の事業拡大証券化を通じた資金調達に成功する。事業化に向けた資金調達の目処が一定程度たったこともあり、並行して、2021年9月には新たに244億円の第三者割当増資を発表するに至った。

図表4：Spiberの資金調達実績

発表日	調達手段	金額 (億円)
2021/9/8	カーライル、海外需要開拓支援機構を主な割当先とする第三者割当増資	244
2018/10/2	第三者割当増資	50
2018/6/29	第三者割当増資	2
2018/1/12	第三者割当増資	10.0
2017/10/23	第三者割当増資	16.4
2015/10/8	第三者割当増資	95.8
2015/3/19	第三者割当増資	9.6
2014/11/4	第三者割当増資	25.5
2013/5/8	第三者割当増資	8
2011/12/16	第三者割当増資	4.1056
	エクイティによる調達 小計	465.4
2021/10/29	事業価値証券化	50
2021/9/8	事業価値証券化	100
2020/9/30	事業価値証券化	250
2019/4/23	シンジケートローン、リース	65
	借入による調達 小計	465.0
	資金調達 合計	930.4

出所：Spiberニュースリリース

この事業価値証券化は、Spiberが保有する特許等を裏付けとする資金調達の新しい手法で、日本では初めてのものと考えられる。研究開発投資が先行して赤字が続くベンチャー企業にとって資金調達は最も難しい課題の一つであるが、Spiberが累計400億円もの調達を実現したことで、価値の高い特許等知財を持つ企業における資金調達の可能性を示した意義は大きい。Spiberでは今後も高水準の研究開発投資が続くが、エクイティ、借入をバランスよく使っていく方針である。

図表5：山形県鶴岡市のブリュード・プロテイン™ポリマーの培養設備



出所：Spiber提供

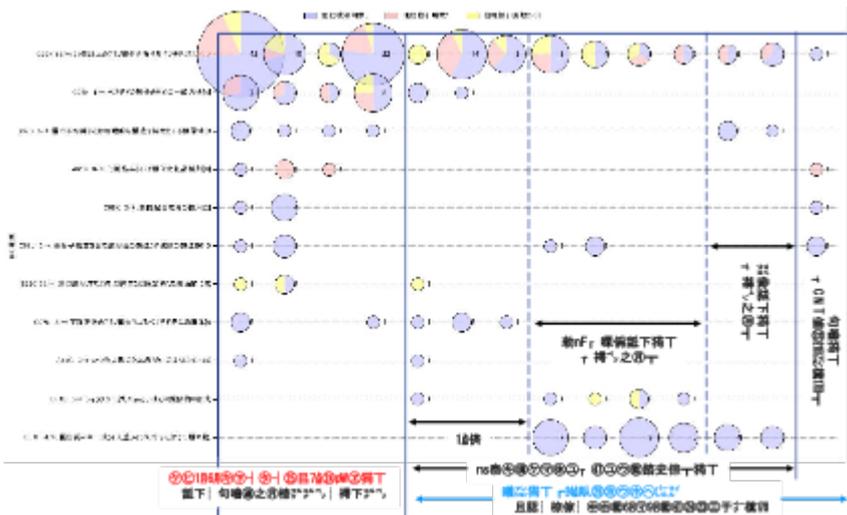
強かな知財戦略を展開、将来の事業化への備えを盤石にし、研究開発資金の確保につなげている

1. DNA合成の出願多く、将来のプラットフォーム化への布石着々

今日現在確認できるSpiberの特許出願は2014年まで5件以下にとどまっていたが、大型の資金調達に成功した2015年以降急増、また必要に応じてPCT国際出願を行えるようになった。2018年以降は年間60件以上の特許を出願している。

特許の出願内容を見ると、DNA合成からスタートし、マテリアルインフォマティクスを指向しつつ、繊維から医薬の領域までカバーできるプラットフォームを目指していると思われる。Spiberの素材は高分子材料であり、低分子化合物と比較して物質特許を取ることが難しい。そこで、様々な植物由来の素材について、その素材を創出するために必須となるDNA合成技術を含む、生産工程の技術と併せて特許化を図ることを積極的に行っており、将来、用途開拓が出来た時の権利主張に備える体制を構築していると言える。

図表6：Spiberの特許の技術エリア

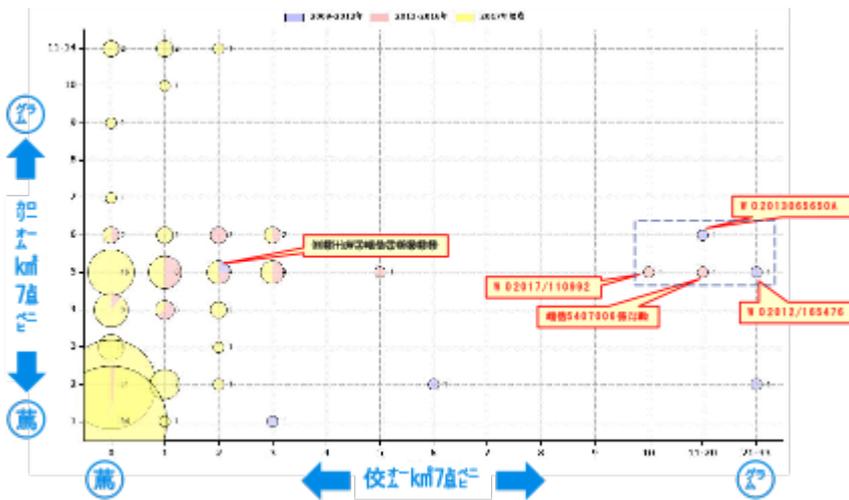


出所：Orbitを基に正林国際特許商標事務所作成

2. 重要特許は国際出願している

出願した特許につき、他社から多く引用されている特許はほぼすべてPCT国際出願されており、最終的に主要国での特許化を実現している。日本国内に限らず、世界における特許を確保したことが、大型の知財金融を可能にしたと評価することができる。

図表7：Spiberの保有する特許の注目度と出願状況



出所：Orbitを基に正林国際特許商標事務所作成

創業当初から未来の環境や社会を見据えて、ミッションを掲げた事業を展開

ブリード・プロテイン素材は、主原料を枯渇資源である石油に頼ることなく、環境中に長く存在し続けるマイクロプラスチックを生み出すこともないため、ポリエステルやナイロンなど従来の素材よりも海洋生態系を含めた海洋汚染に対する影響も少ないことが期待できる。また、高級絨毛素材とされるカシミアと比べ、温室効果ガスの排出量を大幅に削減できる可能性があり、動物倫理の懸念もない。

Spiberは、サステナビリティチームを設け、持続可能な素材製造プロセス、事業体制の構築に取り組んでいる。社内での生分解性試験、評価体制の基盤も構築し、現在進行中の第三者による評価後にはライフサイクルアセスメントの結果も公開できるよう準備を進めている。