

日立造船・大阪大学の産学共創が生んだ新素材「トチュウエラストマー」

日立造船は、1999年から大阪大学との共同研究で杜仲茶の原料を基に新素材トチュウエラストマーの開発を進め、製品化につなげつつあります。新素材の研究開発経緯、そして産学共創イノベーションのあり方について、一般財団法人海外投融資情報財団 日塔貴昭専務理事が、大阪大学大学院工学研究科 Hitz協働研究所 中澤慶久所長にうかがいました（文責：JOI）。

Hitz協働研究所とは

■日塔貴昭（海外投融資情報財団 専務理事）

本日は、お時間をいただきありがとうございます。まずは、Hitz協働研究所の概要について教えてください。

■中澤慶久（Hitz協働研究所 所長）

Hitz協働研究所は、2012年10月に日立造船と大阪大学が設置した組織です。

日立造船と大阪大学の関係は古く、1999年に大阪大学と日立造船が共同研究を実施したNEDOプロジェクトにまでさかのぼります。その後、2010年に学内にHitzバイオマス開発共同研究講座の設置を経て、より独立度・自由度を高めたHitz協働研究所へと段階的に発展してきました。

この研究所では、植物由来の新素材「トチュウエラストマー」について、基礎研究から応用開発、市場に投入されるまでのマーケティング戦略の立案まで担っています。研究所で取り組むテーマは日立造船の中期経営計画のタームに合わせて更新され、来年4月以降はさらにさまざまな分野の研究を行う予定です。現在、所長以下39名の体制ですが、実際には非常勤や兼任を除く常勤者12名が中軸になって運営しています。立地場所は、大阪大学吹田キャンパスのテクノアライアンス棟ということで、ここにはほかにも多くの企業との協働研究所が入っています。



日立造船の杜仲茶シリーズ（1987～2004年）

新素材トチュウエラストマーとは

■日塔 そもそもなぜ日立造船がトチュウ（杜仲）という植物にかかわるようになったのでしょうか。

■中澤 トチュウは、中国四川省原産の漢方薬原料として古くから利用されてきました。明治時代には南方熊楠等が紹介して日本に持ち込まれ、戦前には漢方薬だけでなく、独特のポリマー成分を利用して軍事用の海底ケーブルの被膜に使う研究もされていましたが、戦後は長く忘れられた「資源」でした。

日立造船がトチュウと縁をもつ端緒になったのは、杜仲茶事業です。1985年のプラザ合意による為替の大幅な変動を受けて、日立造船の造船事業は非常に厳しい状況に陥りました。その当時、雇用対策から造船に代わる新規事業をいろいろ興しましたが、そのひとつとして1986年に広島県因島の造船所の敷地にバイオ事業部を設立し、杜仲茶事業を始めました。私は、農学部出身だったためか、当初から杜仲茶事業に専従するようになりました。

1987年に販売開始された杜仲茶は、痩身と血圧を下げる効果などが評判を呼び、1996年および1997年の売上は65億円に達しました。ところが、やはり食品事業は、日立造船の他事業と性質が大きく異なり、経営資源の見直しから杜仲茶事業を小林製薬へ譲渡することになり、2003年、17年間続いた因島のバイオ事業部は幕を閉じることになりました。最後に私自身が事業所の鍵を閉めたときのことは今でも忘れられません。

■日塔 杜仲茶を日立造船という会社が広めたというのも大変な驚きですが、それがどうして新素材トチュウエラストマーの開発につながったのでしょうか。

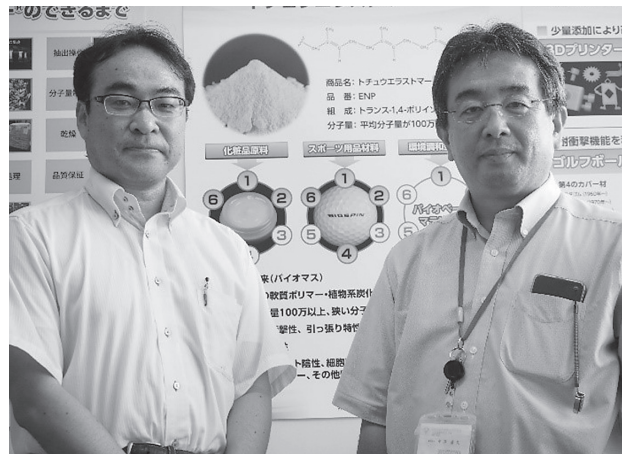
■中澤 きっかけは私が杜仲茶事業に専念していたとき、大阪大学の小林昭雄教授（現、名誉教授）が、トチュウはガッターパーチャ（硬質天然ゴム）に似た成分をもつ、という私の話に興味をもったことにあります。1999年、NEDOの植物機能改変技術実用化開発プロジェクトに日立造船と大阪大学が共同で応募

し、研究が始まりました。杜仲茶事業譲渡後の2005年には、私は日立造船に籍を置いたまま大阪大学に研究拠点を移しました。

基礎研究を通じて、トチュウはほかの硬質天然ゴムと同じトランス型ポリイソプレンを豊富に含むことがわかりました。トチュウの果皮組織をちぎると、白色糸状の物質が観察できます。この白色物質がトランス型ポリイソプレンと呼ばれるもので、これを精製するとトチュウエラストマーになります。環境負荷とならないよう、トチュウを切り倒すことなく毎年実るトチュウの種子を原料として、独自の分離精製技術を開発し、トチュウエラストマーを安定的に取り出すことに成功しました。

トランス型ポリイソプレンは、ナフサを利用して化学合成によって得ることもできますが、トチュウに含まれるもののほうが、分子量が1桁多く、100万を超えることも明らかになりました。そのため化学合成のものに比べて高分子量、低温可塑性、耐衝撃性、高延性などの優れた特徴を備えています。安全性についても細胞毒性、皮膚刺激性、皮膚感作性などは全くないことが確認されています。

こうした地道な研究開発を20年にわたり続けて、トチュウの成分研究から精製技術の確立、製品への応用研究まで行ってきました。



日塔専務理事（左）、中澤所長（右）

研究者も教鞭をとることもあり、教育上の貢献度も見逃せません。

また、個人的な経験になりますが、大学教員が企業研究者に対して気軽に相談に乗ってくれるところも大阪大学の魅力のひとつだと思います。私は日立造船の出身者として、Hitz協働研究所の所長を務めています。

このようなバックグラウンドをもつ私に対して、Hitz協働研究所内の大学教員、工学研究科のほかの教員だけでなくたとえば医学系研究科の教員であっても、電話一本で打ち合わせに乗ってもらうことができます。今では100人に及ぶ大学教員とコミュニケーションを行える間柄になりました。このような幅広い分野で関係性を構築できることは、研究を進めるうえで有益なものとなります。

他大学でも昨今産学共創の取り組みが活発になっていますが、企業から見たこうした「敷居の低さ」は大阪大学の特徴といえるのではないかと思います。

産学共創拠点としての 大阪大学の先進性

■日塔 Hitz協働研究所の取り組みもそうですが、大阪大学の産学共創は国内のほかの大学と比べて歴史が長いですね。

■中澤 大阪大学では、2006年には「Industry on Campus」構想を掲げ、全国の国立大学法人に先駆けて大学と企業が一緒に運営する「共同研究講座」制度を開始しました。その後、2011年、研究成果の事業化を想定した「協働研究所」の制度を整備しました。これまでに、「共同研究講座」は82講座（2019年2月時点累計）、「協働研究所」は19研究所（2019年3月時点累計）の実績が積み上がっています。こうした活動において常に意識されているのは、「ある時間断面で在籍する研究者の数が研究活動の活力と質を決める」という考え方です。

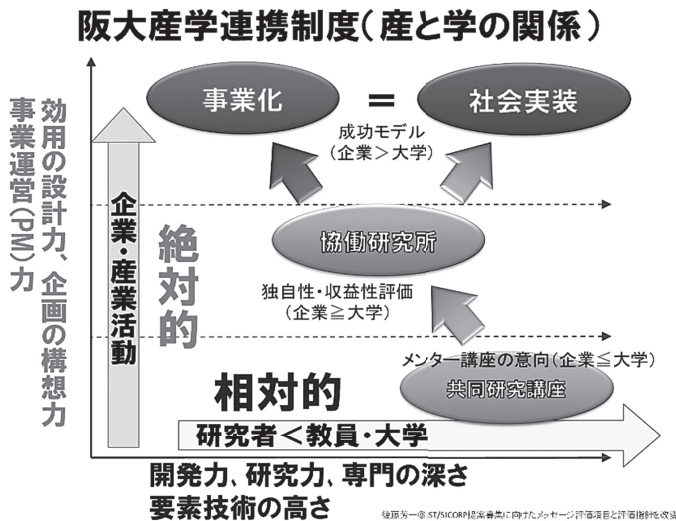
現状では、約480名の工学研究科の大学教員に対し、その半数以上となる約250名の企業研究者が在籍しています。この研究者の厚みこそ、大阪大学工学研究科の活力と質の源泉と考えています。大阪大学では企業

企業にとって、産学共創制度を 活用する意味とは

■日塔 「Industry on Campus」ということは、企業の立場からすると、研究開発部門が企業のもとを離れ、大阪大学で活動することになります。産学共創制度はもちろんメリットもありますが、企業活動と研究活動の距離感をどのように認識していますか。

■中澤 図1に沿って説明したいと思います。ある分野の研究開発の動機をもつものの、研究開発を単独で行うには心許無さを感じている企業は多いのではないかと思います。その企業が、大学が有する研究力や専門の深さに魅力を感じる場合、大学と一緒に共同研究を行うことが合理的ですし、都合がいいで

図1 大阪大学産学連携制度（産と学の関係）



出所：後藤芳一@JST/SICORP提案募集に向けたメッセージ評価項目と評価指針を改変

しょう（「共同研究講座」）。大学の立場からすると、企業と共同して研究することは、社会貢献できる研究課題に取り組めることや、企業がもつ研究資金にアクセスできる点でメリットがあります。「共同研究講座」で研究成果が現れ始め、事業化が意識される段階になると、大学が有する研究力や専門の深さへの期待度が相対的に下がる一方、企業が有する企画の構想力や事業運営力の重要性が高まります。こうした背景から、この段階では、「共同研究講座」の発展形であり、事業化を想定して独立度・自由度を高めた「協働研究所」の形をとることになります。そして、最終的に事業化や社会実装の段階に至れば、企業自身がプロジェクトを主体的に運営する必要が生じ、「協働研究所」から卒業することになります。つまり、研究初期段階においては、企業のもとを離れ、大学を拠点として活動することになりますが、本格的な事業化段階に近づくにつれて、企業活動の領域に戻ってくるのです。先ほど説明した、日立造船と大阪大学の共同研究の歴史は、まさに、図1のとおり動き方をしています。

■日塔 それでは、トチュウエラストマーについては、日立造船にプロジェクトを返す時期が視野に入ってきた、という理解でよろしいでしょうか。

■中澤 そのとおりです。新素材自体の量産化は終わっており、現在では、新素材が活用される新製品の検討段階に入っています。当面、新製品への応用開発分野で、新素材の機能性に関する研究分析をHitz協働研究所で行いますが、事業化の見通しが立てば、日立造船にプロジェクトを返すことになります。

■日塔 なるほど。しかし「共同研究講座」や「協働研究所」という別組織であっても、長い取り組みの

間には企業経営との関係では何らかの見直しや、ときには短期的な結果を求められる、ということもあるような気がするのですが。

■中澤 過去には、成果が伴わず厳しい局面が多くあったことは事実です。ただ日立造船の経営陣は、この新素材開発の取り組みに一貫して高い関心をもっていて、私自身も企業トップとの間で密にコミュニケーションをとるよう徹してきました。

■日塔 そのような信頼関係を長く構築するというのは、経営陣の胆力もさることながら、所長の中澤さん自身が強いキャラクターを発揮し続けているからともいえるではないでしょうか。

■中澤 そうかもしれませんね。こういった長期にわたる研究活動では、そのモチベーションが人事によって左右されやすいという点には注意を払うべきと考えます。私の場合、1999年に大阪大学と日立造船が共同研究を実施したNEDOプロジェクト以降、このプロジェクトを一貫して任されてきましたので、責任感を強くもつことができました。反対に、企業の人事ローテーションの都合だけで、人選が決められるとせっかくの産学共創は盛り上がりせず、活気のない組織になる恐れがあります。大阪大学にいくら立派な産学共創制度であっても、企業が派遣する人にモチベーションがなければ、宝の持ち腐れになる可能性が大いにあると思います。そういう意味で、企業の側も送り出した人について十分に動機付けをすることは重要です。

■日塔 トチュウエラストマーについては、事業化が視野に入っているということですが、日立造船本体でもすでにそれに向けた動きがあるのでしょうか。

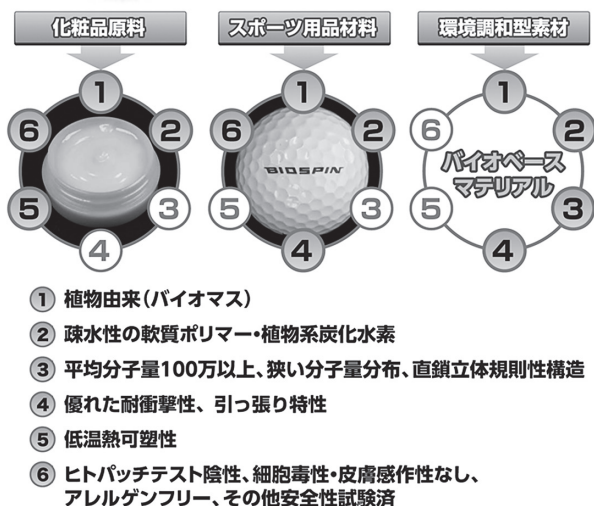
■中澤 数年前から事業レベルでのトチュウ原料の確保とトチュウエラストマーの生産について手を打っています。具体的には2011年に中国に原料確保の拠点子会社を設置し、また2017年に日立造船の舞鶴工場にトチュウエラストマーの生産プラントを建設し、すでに稼働させています。

トチュウエラストマーの ビジネスチャンス

■日塔 トチュウエラストマーを使って、どのような商品開発が行われているのでしょうか。

■中澤 トチュウエラストマーには、図2のとおり、①植物由来（バイオマス）、②疎水性の軟質ポリマー・植物系炭化水素、③平均分子量100万以上、狭い分子量分布、直鎖立体規則性構造、④優れた耐衝撃性、

図2 トチュウエラストマーの用途



引っ張り特性、⑤低温熱可塑性、⑥ヒトパッチテスト陰性、細胞毒性・皮膚感受性なし、アレルギーフリー、その他安全性試験済、という6つの特徴があります。これらの特徴を生かせる用途のアイデアは、さまざまな展示会や見本市において顧客との会話から着想されることが大半です。したがって当研究所の人間も積極的にこうした機会に顧客との接点をもつようにしています。

これまでに商品化したものとして、2019年3月に香川県のゴルフ用品メーカーのキャスコから販売開始したゴルフボール「バイオスピ」があります。トチュウエラストマーの特徴である①、②、④、⑥を生かし、ゴルフボールのカバー材として使われた結果、優れたスピン性能と高い耐久性を実現しました。利用者からは、面白いほどスピンがかり、打感が柔らかく、壊れにくいと好評を得ています。「バイオスピ」を通じて、トチュウエラストマーという新素材を認知してもらう端緒になったと思っています。

ほかの商品化例として、トチュウエラストマーを添加して改質された耐衝撃性フィラメントを利用した3Dプリンターフィラメントや、植物由来の天然ポリマーで肌にやさしいことからウェアラブルセンサー電極の原料としても利用されています。

現在、注力しているのが化粧品の基材への応用です。化粧品は市場規模が大きく、単価が高いものが多いので、ある程度の収益を確保できる魅力的なマーケットと考えています。トチュウエラストマーは、植物由来で通常的环境下で自然分解されることから、石油系炭化水素原料の基剤代替品

(パラフィン、オレフィン等)として、疎水性の化粧品基材の有力な素材として注目されています。化粧品は肌に触れた際の微妙な質感の違いが重要となることから、トチュウエラストマーの分子量の分布を制御した3品目(E-ENP:50万以下、M-ENP:50~100万、S-ENP:100万以上)を開発し、用途ごとに対応できるようにしました。従来の市販化粧品の基材とトチュウエラストマーを比較するため、塗りはじめの軽さを縦軸、滑らかさを横軸とするグラフ(図3)を見ると、トチュウエラストマーを用いたM-ENPやS-ENPは、それだけだと市販化粧品に比べて「なめらかさ」に劣る様相を呈していますが、これらを配合することによって市販化粧品に近づけていくことができるとわかったのです。こうした研究では、試験用に高価な化粧品をたくさん買う必要があり、当初は会計責任者に怪訝な顔をされたのですが(笑)。しかし現在では、国内外の多くの化粧品メーカーから問い合わせを受けており、商品開発に向けた研究に弾みがついています。

■日塔 新素材の開発は長い時間がかかる反面、幅広い用途につながる醍醐味ですね。

日立造船というと近年はゴミ処理発電プラントなどの環境関連ビジネスが脚光を浴びていますが、素材ビジネスについても今日うかがったユニークな商品開発戦略が大きな実を結ぶことを願っています。今日は貴重なお話をいただきありがとうございました。

図3 市販化粧品との比較(S-ENP、M-ENPの化粧品適合域)

