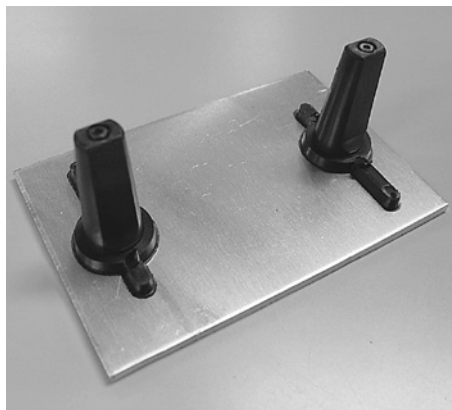


大成プラス株式会社

異種材料の接合技術で新市場を開拓するイノベーター



アルミニウム合金とプラスチックが接合したサンプル

大成プラス株式会社は、硬質樹脂と軟質樹脂、樹脂と金属など、性質の異なる材料を独自技術で接合させる“異種材料接合技術”を業界に先駆けて開発し、世界標準を確立させた企業。同社の技術は、日常的に私たちが利用する家電製品や家庭用品に広く使われており、なくてはならない存在となっている。近年は、燃費向上を目指し軽量化が進む航空機や自動車分野でも異種材料接合技術は積極的に使われるようになり、我が国の製造業が勝ち残るキーワードの1つ“素材技術”分野で大きく貢献している。

■接合技術の威力を示す

大成プラスを訪れると、60mm×40mmの薄いアルミ板に、黒い樹脂製の突起物のついた工作物を目にする。アルミニウム合金と硬質樹脂の一体成型を見せるための試作事例だが、それを同社会長で創業者の成富正徳氏が金槌で激しく叩いて見せる。何度も叩くうちにアルミ板は折れ曲がるが、アルミ板との接合部分は無傷のままくっついていて、異種材料接合技術の威力を示すデモンストレーションだ。

異種材料接合技術とは、性質の異なる材料を接着剤やリベット、ボルトなどを使わずに接合する技術で、金属と樹脂、軟質樹脂と硬質樹脂など、用途に合わせ様々な材料を接合させることができる。上記のアルミ合金と硬質樹脂の場合、アルミ合金を特殊な水溶液に浸し、その後乾燥させて、射出成形金型にインサートする。液体浸漬と乾燥によって、アルミの表面に20ナノ（ナノは10億分の1）メートルから30ナノメートルの穴が無数に作られ、その中に硬質樹脂を射出させ結合するというものだ。この場合の接合体のせん断破断強度は1平方センチメートルあたり約

600キログラムにも及び、射出成形を利用してアルミ合金のプレス加工品に直接、リブやボスなどを設置できる。一体成型はそれぞれの部品を従来の工法で組み付けるより生産時間の短縮につながり、コスト削減効果もある。また、部品削減効果もあり軽量化にも貢献できる。異種材料接合技術は、従来の接合技術の常識を打ち破る技術として注目を集めており、技術の先端を走る大成プラスも、ものづくりの世界で頭角を表し、今や異種材料接合技術の分野で無くてはならない存在へと成長している。

■きっかけは

スキューバダイビングの足ヒレ

大成プラス株式会社は1982年5月に成富会長が立ち上げた。成富氏は大学卒業後、都



内の化学専門商社に就職した。配属はプラスチック素材の営業で、プラスチックの種類や機能、用途を日々、自分で勉強する一方、取引先からもプラスチックの“いろは”を徹底的に叩き込まれた。業界に精通するようになった成富氏はその後、顧客の支援を受けながら脱サラをして射出成形業の大成プラスを立ち上げる。当初は同じ樹脂材料を熱で溶かし合わせて圧力で付けるというごく一般的な樹脂成型を行っていたが、ある時、樹脂メーカーからスキューバダイビングに使われる新しい足ヒレ商品の企画話を持ち込まれた。従来の足ヒレはゴム製で重く自由に色を付けることができなかった。ゴムの長靴を履いているイメージに近かった。これを樹脂製に変更できないかというのが先方の要望であった。樹脂の場合、水をかく足ヒレ部分は硬い樹脂でないと機能せず、一方、足首が入る部分は柔らかい樹脂でないと足首を傷めてしまう恐れがあった。ここに硬い素材と柔らかい素材を接合させて品質を維持させるイメージが生まれた。

しかし、実際にはどのように接合して良いのか分からなかった。約半年をかけ試行錯誤の末に開発したのが“接合技術”であった。材質の異なる樹脂を結合させることは難しく、従来は接着剤などを利用していった。同社の考案技術は、相性の良い樹脂材料同士を、市販の射出成形機を使って熱融着接合させるというもので、最初に硬質樹脂を成形し、その後に軟質樹脂を溶解させて一体化させるという手法だ。同社の熱融着の方法は、異材質を溶け合わせて、溶けた材料のエネルギーで相手方に溶け合っていくというアイデアだ。熱と圧力により分子を結合させるもので、接合部の界面は二つの材料が複雑に入り組んでいるため、分子レベルで入り組んで溶け合っている状態が“くっついている”ことになる。

無理に剥がそうとすると、軟質樹脂側が、硬質樹脂側よりも、相手側にきれいにバチバチと残って壊れるのが分かる。技術の開発当時、成富氏は材料メーカーにこの現象について説明すると“材料の世界の常識に反している”と信じて貰えなかったという。

二つの素材が接合することで“異素材の一体化”という新しい機能が初めて誕生した。この技術が現在に続く大成プラスの技術の核になっている。スキューバの足ヒレは大ヒットしたが、当時、同社は特許を出願・取得していなかったため、海外メーカーに模倣され売上げは突如激減した。この轍を踏まないため、同社は「樹脂を混ぜたもので接合した樹脂の製造物」という特許を米国と日本で出した。その後、特許は権利化され、“くつつく樹脂”をつくった事で、素材メーカーの世界で大騒ぎになった。

■常識では接合できない 材料同士を接合させる

特許取得に並行して同社は、ABSをはじめ、アクリル、ポリカーボネートなどの硬質樹脂に、シリコンの様な軟質樹脂を接合させ、一体成型する技術に注力し始めた。同社の技術で誕生した製品は数多いが、その代表的な製



軟質樹脂と硬質樹脂を組み合わせた事例

品に「パネルスイッチ」がある。硬質樹脂に軟質樹脂が接合され、軟質樹脂の部分だけは押すとへこむ。それがスイッチの押しストロークになって、車のクラクションや風呂の湯沸かしパネルのスイッチなどスイッチの新しい巨大市場を作り出した。水泳に使うゴーグルやゲーム機のジョイスティックなども一例だ。しかし当時の大成プラスでは従業員は12人しかおらず、製造には生産設備が必要であったことから自社製造を行わず、樹脂メーカーに技術を提供して、メーカーが自社製品として生産、販売する方法を採用した。同社は創業当時、埼玉県加須市内に自社工場を建て、機械設備を導入していたが、このような経緯からファブレス（工場を持たない）型の企業へと転換している。

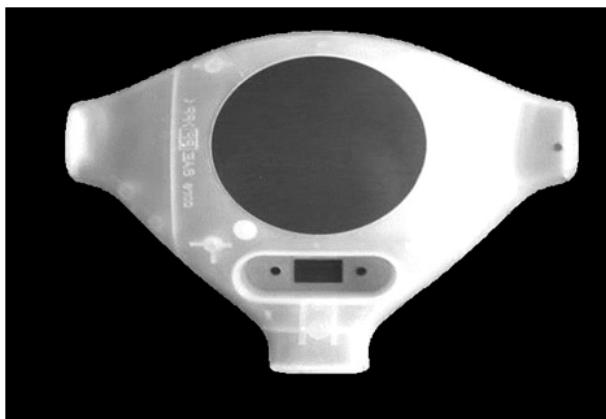
樹脂同士の接合技術を開発した同社が次に挑戦したのが金属と樹脂の接合であった。当時、米国のチクソ社が開発したチクソモールドと呼ばれるマグネシウムを射出成形する手法が脚光を集めており、成富氏はこの技術を見て、「マグネシウム製品に直接、ボスやリブなど樹脂を接合したら新しい製品になる」と閃いた。しかし当然のことながら、金属と樹脂はくっつかない。同社はまず、プライマー（接着層の一種）を金属に塗り、金型に

入れて樹脂を流し込んで金型から取り出す方法を考えた。この方法では、接合はするが強度が足りず、金槌で叩くとすぐに折れて、プライマーごと剥がれてしまう。ほかにも樹脂を薄いフィルムシート状にしてラミネートで貼り合わせる方法など試行錯誤を繰り返し着地したのが、PBT（ポリブチレンテレフタレート）という接着性機能を持った樹脂を使って成形し接合させる手法だった。

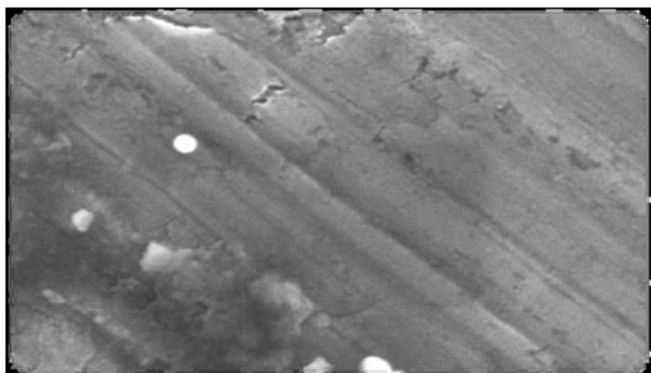
この方法では他の方法に比べて接合後の強度を保てることが分かったが、品質保証できる十分な強度が得られず、成富氏は材料の配合比率を変えれば成功すると仮説を立て、実験を繰り返した。しかし何度実験しても十分な強度が得られず、始めてから2年半が経過した。社内では“これはもう成功しない”という雰囲気が出始め、役員会でも「社長そろそろ、もうやめませんか」という意見も出された。成富氏も半分諦めかけていたが意地もあった。「あと1回、100個だけ試作して、自分が金槌でたたいて駄目だったら諦める」と自分に言い聞かせる気持ちで部下に頼んだ。社員たちは皆、“あと100個で終わりになるぞ”と内心喜んだという。

社長の指示通りに最後の実験を始めた矢先、途中で材料が無くなり、仕方がないので

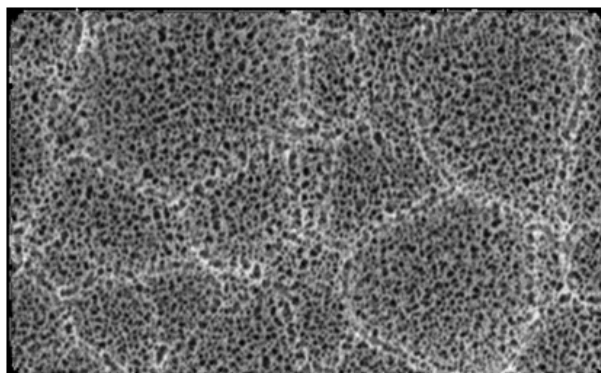
ホーンパット（防水スイッチ）
世界で初めて金型の中で防水スイッチの機能を成立
PP+TPO



処理前



処理後



金属の表面が多孔質化した様子 電子顕微鏡で5万倍に拡大

配合した材料ではない別の材料を利用して実験を続けた。するとそれまで失敗続きだった実験が一瞬にして強固な接合に成功した。同社は何故、成功したのか検証するため、試作物を大学の研究室に持ち込んだところ、金属の表面が多孔質化して微細な穴が開き、その穴の中に樹脂が入り込んで結合していることが判明した。穴のサイズは20ナノメートルから30ナノメートルで、樹脂の分子より若干大きかった。

■ISO（国際標準化機構）の規格に選ばれる

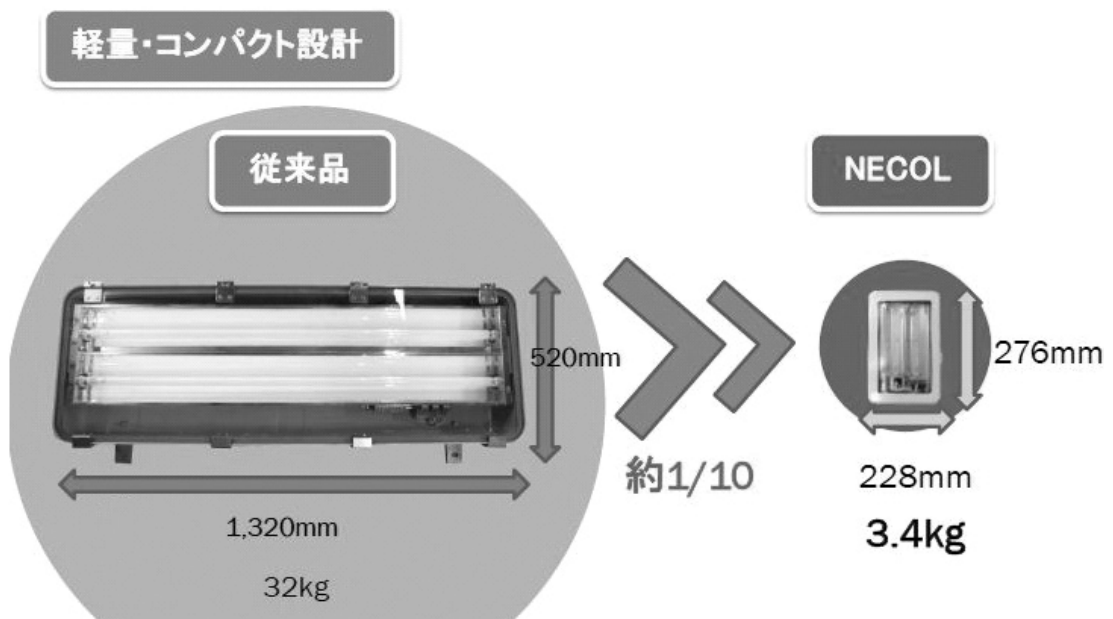
様々な製造現場で大成プラスの技術は使われるようになり、すでに技術的には“折り紙付き”となっていた。その成果は認められ、2002年に開催された第1回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議では、「第1回nanotech大賞」を受賞することができた。その時、同社の技術が経済産業省の審議官の目に止まり、“この技術は面白い”と、同社の技術をISOの国際規格へ持ち上げようという話になった。プラスチック工業連盟経由で経産省が支援することとなった。2012年にスペインのバルセロナで開催されたISOの国際会議の場で発表、ほぼ満場一致で採択をされた。

当時はまだ、金属と樹脂を接合する方法は

“接着”しかなかった。接着でJIS規格は存在していたが、JISでは引っ張っても壊れない。これに対して大成プラスが開発した異種材の結合技術はどの部分で壊れるかがポイントであった。より強い強度で測定する方法がないため、検査方法は全て大成プラスの実験方法を取り入れ、その方法を規格化することとなった。2015年にISOの規格として正式に認められると、効果はすぐに表れた。日本企業ばかりか、インテルやマイクロソフト、アップルなど世界的な企業から次々に同社に問い合わせが寄せられるようになった。

現在、同社の技術はあらゆる工業製品で使われている。例えば、高速道路では照明を蛍光灯からLED化するに際して小型化技術に使われているほか、スマートフォンや携帯電話機ではシャシーやケースに採用されている。また近年では、新市場として車載向け部品への採用が広がり始めている。

同社が次世代の技術として取り組んでいるのがロボットを利用した製品開発だ。市販のロボットアームの先端部に小型の射出成形機をアタッチメントで搭載し、特殊な樹脂を直接金属に吹き付けて自動接合させる。並べられた金属製品を1つ1つロボットが掴み、あたかも溶接ロボットのごとく対象物に直接、材料をインサートすることで金型なしで射出成形できる画期的な技術だ。これは同社が開



金属とプラスチックの一体成形により製品の小型・軽量化を実現 (例: 照明灯)

発したカーボン樹脂を積層した炭素繊維強化熱可塑性樹脂 (CFRTP) と金属を接合する工法で、ガラス繊維複合熱可塑性樹脂 (GFRTP) を金属とCFRTPの間に注入すると、金属の表面上にできた微細な穴に入り、同時にCFRTPと熱で一体化する。同社はこの技術で航空機産業の市場を攻めている。機内の床に座席を金属で固定する際の工程を念頭に、単体で提案するのではなく製造方法まで含めて提案している。

■ビジネスの今後の方向性

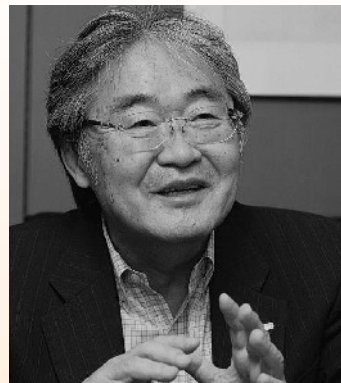
技術は時間の経過に従って汎用化する。汎用化は競争激化を招き、より資本力の大きな企業が市場を制する。大成プラスはそうした技術の宿命に巻き込まれずに、技術開発型企業として、常に時代のオンリーワン技術の開発に特化している。今後は、自動車や医療分野にターゲット絞り開発に取り組むが、自社単独の開発姿勢に加えて、同社が持っていない加工技術やハイスペックな技術を持つ企業との協業も積極的に進める。「人がつくったものを改良して製品にするのではなくゼロから1をつくり出す。その作業は大変難しい

が、それをやり続けたから、今に至っている」と成富氏はさらなる高みを目指していく姿勢を鮮明にする。

企業概要

大成プラス株式会社

<http://taiseiplas.lekumo.biz/>



- 会 長：成富 正徳
- 創 立：1982年 5月
- 事業内容：合成樹脂製品並びに原料の製造販売及び輸出入の事業
合成樹脂加工に要する資材の製造販売及び輸出入の事業
合成樹脂加工に関するノウハウ・技術の提供
金型の製造販売及び輸出入の事業
特許権の取得、保有、ライセンス事業
- 本 社：東京都中央区日本橋本町 1-10-5