

武器は「高せん断」加工 混ざらないものを混ぜて新素材を創る

—HSPテクノロジーズ—

ジャーナリスト 乗松 幸男

素材をナノレベルで混合すると
魅力的な新素材ができる！

ナノテクには意外性がある。その一つが、素材をナノ化すると元々の物性が大きな変化をすることである。

例えば、原子・分子レベルの構造をナノメートルサイズに集積することで、特異な現象を引き起こすことが知られている。逆に、従来はミクロンメートルサイズにしかならなかった高分子系の材料を微細化してナノメートルサイズにすることにより新たな物性を発現する素材がある。

ナノ化した素材を混ぜると、元々の素材の特色を併せ持ったような魅力的な新素材を創ることも可能だ。さらには、意外な物性を示す新しい素材が創り出されることがさえある。

たとえば、ゴムとプラスチックの両方の性質を有する熱可塑性エラストマーに、高せん断加工でカーボンナノチューブ(CNT)をナノ分散させる。高せん断加工と

は、ずり変形等により、対象となるポリマー同士を分子鎖レベルで混合することである。すると、伸縮自在な電極材料を創製することができた。

この素材は医療・健康・福祉分野などで注目を集めつつあるウェアラブルなフレキシブルデバイスや、センサー向けの電極、回路などでの活用が期待されている。

あるいは、CNTとイオン液体、導電性のポリマー(高分子重合体)という三つの材料を混ぜ合わせると、プラチナに代替可能な光電変換特性を持った素材ができる。

CNTは、本連載でも何度か触れた炭素のナノ素材だが、これをイオン液体に混ぜ合わせ、ポリエチレンジオキシチオフェン(PEDOT)とポリスチレンスルホン酸(PSS)が複合した導電性ポリマーを付着させる。すると、その三種の混合素材の光電変換効率率はプラチナの光電変換効率とほぼ同等になる。

プラチナは電極などに使われるレアメタルの代表格である。この

ため、その代替素材としてこの複合素材が期待されるわけだ。

このようなナノ素材を混ぜることで新しい素材を生み出す技術をリードしている小粒なベンチャーが注目を集めている。今回スポットライトを当てるHSPテクノロジーズ(茨城県つくば市、資本金六〇万円、社員五名)である。

従来からの高分子系素材に対し、せん断流動場(ずり変形させる)や伸長場(縮小変形させる)を付与し、混合する。それによってナノスケールの微細構造が形成された新材料の創製に成功している。前述した新素材も、同社が開発したものであり、これらの素材を、例えば電極材料とか自動車部品、スマートフォンなどの部品などといった最終商品に利用する大手メーカーなどのユーザーと連携し、製造を受託するナノテク・ベンチャーである。

高せん断すれば混ぜる
新素材を創製する

同社を創業した清水博は一九五〇年生まれ。東北大学大学院理学



清水博社長(三菱UFJ銀行Rise Up Festa)

研究科博士後期課程を修了(理学博士)した後、工業技術院(現・産業技術総合研究所≡産総研)の研究者となり、高分子材料の物性を専門分野としていた。産総研は、産業技術の幅広い分野において産業や社会に役立つ技術の創出とその実用化や、革新的な技術シーズを事業化に繋げるための研究を推進する日本最大級の公的研究機関である。

二〇〇一年に精密高分子技術に関する国家的プロジェクトが新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)によってスタートしたが、高分子素材関連の主要な大手企業、大学、産総研などが参画する大きなプロジェクトだった。その際、清水は異種のポリマーをナノレベルで混合した複合材料の成形加工というテーマを担当する研究チーム長になる。

もともとポリマーの基礎研究に携わっていた彼は、成形加工については門外漢だった。

「このとき初めてものづくりや、ものづくりのための装置の開発を手がけることになったのですが、素人同然の視点が功を奏したのか、プロジェクトがスタートすると早々に成果を上げることができました」と、当時を振り返っている。

要するに清水は、混ざらない異種材料を混ぜることに成功したのだ。「混ざらない」というのは、異種のポリマーを混ぜようとしても分子レベルでは混ざらなかつたり、CNTなどが混ぜようとするポリマーの中で凝集してしまつて、うまく分散されない状態だ。

(NEDO)によってスタートしたが、高分子素材関連の主要な大手企業、大学、産総研などが参画する大きなプロジェクトだった。その際、清水は異種のポリマーをナノレベルで混合した複合材料の成形加工というテーマを担当する研究チーム長になる。

もともとポリマーの基礎研究に携わっていた彼は、成形加工については門外漢だった。

これを彼は、高せん断流動場を付与して混ぜることにしたのだ。すると、高せん断加工によって異種のポリマー素材が分子レベルで混ぜ合わされて成形加工でできるようになった(図1)。

従来の技術では、素材を細かくするサイズに限界があったのだが、この点は高せん断場の付与が可能な機械を考案して解決した(図2)。それによって、混ざらないものも混ぜることができるようになったのだ。

さらに、高せん断加工機のプロトタイプが完成し、さまざまな材料をせん断加工して混ぜると、元々の素材以上に物性が改善できることを実証できた。このプロジェクトからは二〇〇五年に離れたが、以後、清水は産総研でナノ構造制御マテリアル研究室を牽引してきた。

これを彼は、高せん断流動場を付与して混ぜることにしたのだ。すると、高せん断加工によって異種のポリマー素材が分子レベルで混ぜ合わされて成形加工でできるようになった(図1)。

従来の技術では、素材を細かくするサイズに限界があったのだが、この点は高せん断場の付与が可能な機械を考案して解決した(図2)。それによって、混ざらないものも混ぜることができるようになったのだ。

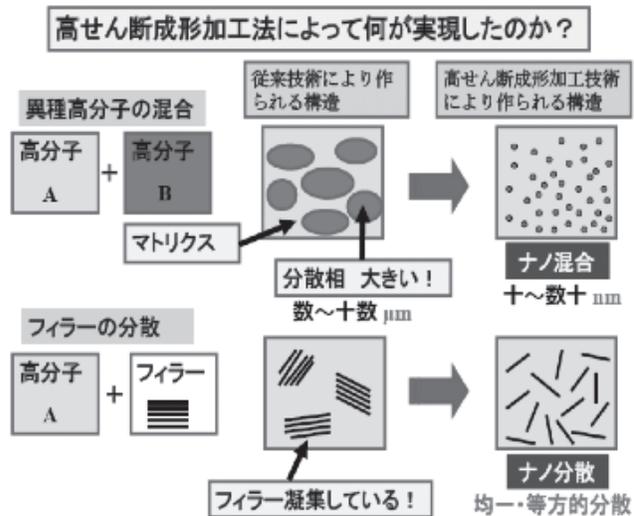
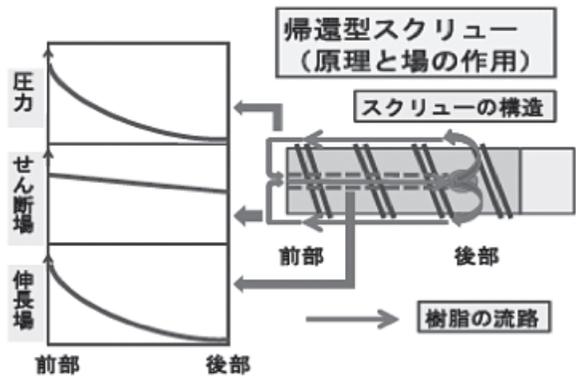


図1 高せん断で混ざらないものを混ぜる

彼は、さまざまな新しいナノ素材をつくり、精力的に論文発表すると共に、特許出願を行ってきた。さらには、その成果をプレスリリースした。すると、「それだけの技術を持っているのなら、ご自身で創業されたら」と、知人のベンチャー経営者から勧められたという。清水も、研究成果を自身の手で事業化することを意識するようになる。

図2 高せん断が可能なくみ



創業のきっかけは、産総研を定年で退職したこと、ちょうど同時に創業資金が得られたことだった。二〇一〇年三月、定年を迎えたことは起業の好機ではあったが、一方で資金の問題が浮上する。「ご承知のようにベンチャーの創業時の大きなネックの一つが資金面ですが、産総研には『スタートアップ開発戦略タスクフォース』というベンチャー創業予算制度があって、この制度に応募すると、幸い採択されました」(清水)

この制度から得られた創業資金が二年間で約四五〇〇万円。これにより、二〇一一年HSPテクノロジーズを創業し、翌年に産総研の技術移転ベンチャーとして承認されている。

ちなみに、HSPとは高せん断成形加工を意味する「High-Shear Processing」の頭文字である。

なお、資金は主に特許取得費用などに充てた。特許出願のための手続き費用は、特に海外の場合などは非常に高額になる。

加工のための設備が買えない苦境を救った受賞

清水の証言にも明らかのように、起業のチャンスは、これらの公的資金援助が与えてくれたと言っただけ。ただし、こうした資金援助が減った現在の日本は、ベンチャーには厳しい環境になっている。ベンチャー経営者は、研究開発よりも、むしろ資金確保に時間と手間を取られるのが現在の多くのベンチャーの実情である。

資金の問題は、創業後も同社に立ちはだかった。もちろん研究段階でも費用は必要だが、事業化すると、さらに設備資金などが膨大になるからだ。

たとえば技術開発にまず必要となる高せん断成形加工装置は、当初つくったプロトタイプの次世代機となる装置が当時、開発後すでに四年を経過していた。これを共同開発したメーカーから購入しなくてはならない。だが、減価償却後の価格でも一六〇〇万円という機械の購入資金に困ったのである。

幸運なことに、同時期に常陽銀行の「ビジネスアワード」で優秀賞を受賞することができた。そのため、同行から一〇〇〇万円の融資を受けることができ、それで中古の高せん断加工機を購入できたのである。

その後も同社は、「三菱UFJ銀行Rise Up Festa」、「新価値創造展」「国際ナノテクノロジー総合展」などにおいて各種の賞を受賞している。

資金の話ばかりになるが、同社

の事業が軌道に乗ったのも公的資金導入がきっかけだった。創業三年目に通称「サポイン」と呼ばれる中小企業庁の「戦略的基盤技術高度化支援事業」に採択されたのである。

これによって資金面では三年間に五〇〇万円弱の補助金が得られたのだが、その結果として研究開発が大いに進み、多くの企業との共同研究や試作品の受託につながった。これで企業としての収益が上がるようになってきたのである。

同社の技術は、簡単に言えば「ナノレベルで混ぜる」ことに尽きる。ただし、その利用範囲は広範である。金属やレアメタルなどの代替であるとか、ガラス代替、化石資源代替などをはじめ、さまざまな分野にわたる。

それらの分野において、素材に対して「もっと、こんな物性が欲しいのだが……」と考える企業や研究者が、同社に相談を寄せるようになったのだ。そこから共同研究に進んだり、加工装置導入のテ

**進む共同研究と用途開発
自動車部品材料は量産化へ**

スト段階に進むようになってきた。

たとえば同社の「透明ナノポリマーアロイ」はポリカーボネートとポリメチルメタクリレートという二つの樹脂を混合した素材だ。従来の成形加工技術では、この二つの混合樹脂は白濁してしまうが、同社の高せん断成形加工でナノ混合した素材は透明になる。

それだけではない。元の二つの樹脂の性質を併せ持ち、しかもガラス製の窓の代わりに使用すれば五〇割ほど軽量化される。このため自動車用の窓材やスマホ、タブレットなどの透明パネル、光学レンズなどの素材として利用される可能性がある。

また高せん断加工によりナノ混合された同社の炭素繊維強化複合材料は、力学性能を等方的に発現する特徴を持っている。このため、軽量でクラックが入りにくく、複雑な形状でも安定した部品がつくれる。

この素材は自動車部品のアルミ代替や、パソコン筐体、ロボットアーム、スポーツ用品などでの利用が期待される。自動車部品メーカーはじめ、幅広いメーカーと連携を図るようになってきている。

冒頭でも触れた伸縮自在な電極材料は、医療・健康・福祉用機器などのセンサーや回路に利用されることが期待される。そのため、ヘルスケア機器メーカーが興味を示すようになった。レアメタル代替素材の中では、パラジウム代替素材が歯や骨の代替材料となる可能性がある。



東芝機械と共同開発した高せん断加工機

完全連続式高せん断加工機

そのほか石油資源代替エコマテリアルやセルロースナノファイバー複合素材の開発も進んでおり、容器・包装資材や化粧品・玩具等への応用が期待される。

なお「透明ナノポリマーアロイ」と炭素繊維強化複合材料、伸縮自在な電極材料に関する主要な特許については、産総研から同社に対して独占的な実施許諾を得ている。

とはいえ、現在の収益は共同研究と試作品受託が中心のため、直近の年商は二〇〇万円程度に過ぎない。試作品製造を受託した場合の料金は一日五〇万円程度である。

したがって、これからの事業拡大は、進行中のプロジェクトから量産化案件が登場するかどうかによることになるだろう。すでに新規素材の量産化に対応できるだけの能力を持った高せん断成形加工装置を大手押出メーカー・東芝機械との共同開発で二〇一四年に完成している（写真）。

今後の量産化案件として最も有

望なのは、炭素繊維強化複合材料を自動車部品製造に活用するプロジェクトが現在進行中である。技術の詳細は省略するが、リサイクル炭素繊維を使ってコストを下げ、射出成形によって環境負荷の少ない自動車部品などをつくらうとしている。いまのところ基礎技術開発の段階だが、実用化技術開発を経て二〇二一年には事業化段階に入る予定だ。

このほか、ヘルスケア機器メーカーなどの用途開発も進んでおり、仮に量産化段階に至れば売上高は急増が見込まれる。

清水によれば、「もちろん、その段階になれば加工装置も多数必要になりますが、その場合も工場や人員を社内を抱えるのではなくアウトソーシングしていくつもりです」と構想している。そのような形で、少数精鋭の研究開発型企業として強みを発揮していく方針だという。

量産化段階を視野に、いよいよ大きな飛躍の準備が整いつつある。

（敬称略）