

再生医療向け 高機能マイクロ チューブポンプの 製品開発

株式会社アイカムス・ラボ

代表者名 代表取締役 片野 圭二
 設立 2003年5月
 所在地 〒020-0857 岩手県盛岡市北飯岡1-8-25
 TEL: 019-601-8228 FAX: 019-601-8227
 URL: http://www.icomes.co.jp
 E-mail: info@icomes.co.jp
 資本金 4,227万円
 従業員数 28名
 事業内容 マイクロアクチュエーターとその応用製品の開発・製造、販売、上記製品や技術、製造装置、評価装置の受託開発など

経緯

当社の小型歯車開発技術を用いて試作したマイクロチューブポンプを改良し、再生医療分野に特化した高機能な製品を開発し、商品化を目指した。

実施内容

マイクロチューブポンプのさらなる小型化、培養液の微小流量、高精度化を図るため、小型であり高トルクを有する減速機を開発するとともに、チューブの耐薬品性・吐出圧・耐久性をより向上させ、従来品にない高機能製品を開発。

成果

培養液自動交換システム「CytoAuto」を製造し商品化。再生医療分野のニーズに応える製品であり、世界初の製品として注目されている。

1. 実施した経緯

当社は、マイクロアクチュエーター（超小型ギア付きモーター）とその応用製品を開発、製造し販売している。

このマイクロアクチュエーターは、モーターと減速機を組み合わせた超小型の動力装置で、駆動源であるモーターの出力回転数を減速機に内蔵された極小歯車により減速する構造となっている。

この減速機には2つの大きな特徴がある。ひとつは、この減速機内にある歯車が金属製ではなく、プラスチック製歯車であることにある。金属切削による直径4mm以下の歯車製造は難しく、当社が開発した精密歯車金型によりプラスチック製歯車の製造を可能にした。また、岩手大学との共同研究によりこの歯車は、低摩耗、高寿命という特性も併せ持っている。もうひとつは、この歯車に従来の多段式遊星歯車とは異なる「不思議遊星歯車」という、当社が開発した減速方式が採用されていることにある。

多段式遊星歯車は3段階にわたり歯車をかみ合わせることで、モーターの回転を1/100程度まで減速するのに対し、不思議遊星歯車は1段の歯車で同程度まで減速が可能である。これにより、減速比は同じでありながら減速機内の部品数が抑えられたため、小型化につながり、低価格を実現している。

当社は、この特許技術を用いて各種光学機器、液体制御機器、医療、バイオ機器など幅広い分野で使用される製品の開発に取り組んでいる。

本補助事業により取り組むこととした、再生医療向け高機能マイクロチューブポンプの製品開発は数年前、ある大学の研究室からの依頼に端を発している。チューブポンプとは、弾力性のあるチューブ管をローラーの回転

によりしごき、管内の液体を押し出し、吐出する方式の装置である。当社では既に高精度歯車金型開発技術を用い、マイクロチューブポンプを試作しており、今後医療やバイオテクノロジーをはじめ、工業用途など多岐にわたる需要が見込まれることから、量産化に向け新たな製品の開発を進めることにした。

2. 実施した内容

マイクロチューブポンプは、医療機器やバイオ研究における培養液の作製やその搬送分野において特にニーズが高まっており、当社の従来製品のさらなる小型化、培養液の微小な流れや高精度化を実現し、再生医療及び細胞生物学の分野で求められる高機能な製品開発を行った。

具体的な取り組みは、岩手大学との共同研究により耐アルカリ性、耐酸性を有するチューブ材料を用いた内径0.5mm、外径1mmのマイクロチューブを成型する金型を開発した。

培養液中の気泡は、細胞の生死や増殖速度に大きな変化を与えるため、再生医療や細胞生物学の分野において気泡制御法の必要性が高まっており、この気泡制御の方法にも同時に取り組んだ。

再生医療で広く使われている、表面張力の値が高く、高分子液体の気泡を除去するにはチューブポンプの吐出圧を市販品の100kPa（キロパスカル）から200kPaまで上昇させる必要があったため、定電流駆動の制御基板を開発し、トルク（この装置のなかのローラー回転力）を向上させた。

さらに、マイクロチューブポンプは、高度な衛生状態が求められることから、製品の梱包後でも滅菌可能な電子線滅菌法により滅菌することとし、電子線照射に耐え



超小型ながら流速は1分間に10~2000マイクロリットル、吐出圧200キロパスカル。耐薬品性、投与精度も高く、低価格と優位性は高い。



ポンプは凹凸嵌合になっている。ブロックのような形状で、取り外しが簡便。



従来の培養液交換の常識を一気に覆す製品、培養液自動交換システム「CytoAuto」。



「再生医療バリューチェーンを構築したい」と熱く語る、代表取締役の片野圭二さん。



今回の製品開発に関わった開発部グループマネージャーの上山忠孝さん。

得る材料を選定した。

また、ポンプ部の取り外しは簡単なワンタッチ操作で交換できる凹凸の嵌め合い方式に、交換したポンプは使い捨てのプラスチック製のディスポーザブル（1回使い捨て）方式にしたことも本製品の大きな特色である。

次に、国立研究開発法人産業技術総合研究所との共同研究により、当社の細胞培養用小型チューブポンプを使用した細胞培養法が、従来の細胞培養法と比較し優位にあったことから、小型で吐出圧の高いポンプを組み込んだ、かけ流し式かん流マイクロチューブポンプを試作開発した。これを細胞培養実験により、開発製品には3つの特性があることが実証された。1つめは、細胞培養液交換の際、従来とは異なり人の手を介さずかけ流しにより自動交換できるため、細胞へのストレスがないこと。2つめは、コンタミネーション（雑菌や異物の混入）のリスクがないこと。3つめは、培養液交換作業が必要な場合、作業時間が大幅に低減されることであった。細胞培養には連続して1週間以上の時間を要することも多く、作業者への負担が大きかったが、その解消につながるものとなる。本開発製品の特性は、再生医療における「高品質な細胞を低価格で提供する」というニーズに合致するものと考えている。

3. 取り組みの成果

本補助事業により製品化したものが、培養液自動交換システム「CytoAuto」（サイトオート）である。この製品は先述の特性のほか、他社製品との比較でもチューブポンプは突出して小型となっており、またアメリカ国家規格（ANSI）や業界標準（SBS）に適合し、既存の培養器や顕微鏡下で利用できるものとなっている。また、培養

液を送出するマイクロ流路部分は、分子接合技術を活用したもので、細胞毒性のある接着剤を使用せず、かつ安価で高品質を維持した使い捨てのカセットタイプとなっている。カセットタイプにしたことにより、コンタミリスクの低減が図られ、研究費用や製造コストの削減につながった。

4. 今後の取り組み

今後の事業計画は、ライフサイエンス（生命科学）分野に重点を置いた展開を考えおり、特に再生医療分野に焦点をあて細胞採取、分析、培養、これの搬送、人体への投与と一連の流れを網羅する精密医療機器の開発を進めることとしている。

当社では、細胞の採取や分析機器である、医療用ペン型電動ピペット（薬液分注器具）を商品化しており、このピペットに近距離用無線通信技術の一つであるBluetoothを搭載した「pipettyPro」（ピペッティプロ）は、遠隔操作を実現するなど、実際に使用する研究現場のニーズに応えた製品となっている。「CytoAuto」は、これに続き発売される製品であり、細胞培養とこの搬送に適した製品となっている。従来の搬送は、細胞を凍結する必要があったが、この製品は、細胞を凍結することなく、培養しながら搬送することが可能である。

現在、当社製の精密アクチュエーター技術を活用した、細胞移植装置の開発も進行中であり、今後も再生医療に寄与する事業の構築に取り組むこととしている。また、これらの製品を海外に直接販売するため、関連会社を設立し海外展開を開始しており、ニーズをダイレクトにつかみシェアの拡大を図っていききたい。