

電動式家庭用小型搾油機の開発

田村智弘*・藤井謙治*・松田晋幸*²・本田晃浩*・種場理絵*³・石野隆三*⁴

Development of a Small-sized Household Electrical Oil Press Machine
Tomohiro Tamura, Kenji Fujii, Nobuyuki Matsuda, Akihiro Honda, Rie Taneba and Ryuzo Ishino

山口県産業技術センターでは、アイデアや構想段階の製品開発テーマを県内企業から公募し、企業と共同で製品企画から設計・試作までを行うことで、より魅力ある製品づくりを目指す「共同開発」の取組を平成30年度より実施している。本取組の中で、ゴマ等の種を圧縮し、料理などで使用する油を手軽に得られる電動式家庭用小型搾油機の開発を行った。企画段階では、各種調査やユーザーアンケート、搾りたて油の魅力の分析等を行い、製品のコンセプトを定めた。試作段階では、定めたコンセプトの製品を具現化することを目標に、装置の構造及び搾油方法の検討、筐体等の設計及び試作などを行い、それらを基に試作機を製作した。これにより、従来の手動式搾油機に比べ、楽に大量の油を搾ることができる電動式家庭用小型搾油機が製品化された。

1. 緒言

県内企業では、様々な分野における新製品開発の取組が行われているが、その中にはユーザーのニーズへの合致が十分とは言えない製品も見受けられる。使用者にとってより魅力ある製品、売れる製品を開発するためには、製品開発工程の最も川上に位置し、どんなモノをつくるかを様々な方向から検討する製品企画が重要となる。しかし、大企業の多くは社内に企画部門があり、人・費用・時間を十分にかけて綿密な製品企画を行うことができるが、中小企業には明確な企画部門がない場合も多く、十分な製品企画を行うことが困難であることが多い。

一方、これまで山口県産業技術センター(以下、産技センター)では、ユーザーのニーズに合ったモノづくりの支援を行うため、優秀なデザイナー等の思考方法を取り入れることで新しい発想を生み出すためのデザインシンキング活用、製品使用者にとって使いやすいデザイン設計及び評価の手法、機能や構造を検討するためのメカニズム設計や構造評価に関する技術など、工業製品開発のための様々な支援を行っている。さらに近年では、各種3Dプリンターの設備を充実させることにより、試作品の製作等の支援についても力を入れている。これらの技術は、県内製造業において不足しがちであり、自社内だけの対応が容易でないことから、産技センターへの支援の要望も多い状況である。

このようなことから、アイデアや構想段階の製品開発テーマを県内企業から公募し、企業と産技センターが共同で、製品企画から設計・試作までを行うことで、より魅力ある製品づくりを目指す取組である「共同開発」を平成30年度より実施している。図1に共同開発の取組概要を示す。

ここでは、本取組で実施した製品開発テーマの一つである電動式家庭用小型搾油機の開発について報告する。

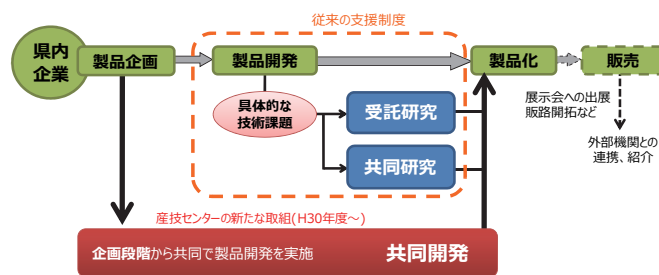


図1 共同開発の取組概要

2. 製品企画

2.1 企業からの提案内容

産技センターに製品開発テーマを提案した企業(以下、共同開発企業)では、これまでに手動式の家庭用小型搾油機の開発¹⁾を継続して行っており、既に5つの製品(製品名「SHIBORO(シボロ)」シリーズ²⁾。以下、既存製品)を販売している。図2に共同開発企業の既存製品の一部を示す。これらの搾油機は、ゴマやエゴマ、アーモンド等の植物の種を、装置のハンドルを回転することで下降するピストンによって圧縮し、油を搾る仕組みである。得られた油は、一般家庭では主に料理に使用される。

既存製品は、比較的小型で簡単に使用でき、手入れも容易であることを特徴とし、家庭用をターゲットとして開発されたが、実際は農家や企業、サービス業関連の購入者が多い傾向が見られた。また、これらは手動式であるため、



図2 共同開発企業の既存製品(一部)

* 企業支援部デザイングループ
*2 企業支援部加工技術グループ
*3 企業支援部食品技術グループ
*4 有限会社石野製作所

成人男性に比べ力の弱い女性や高齢者などには、搾る種類の種類によっては十分な搾油量が得られない、筋力的な負担が大きいなどの問題があった。加えて、その外観は、機械感が強く、男性には受け入れられ易い傾向が見られたが、女性が家庭で使用するには好まれにくいとの意見もあった。

以上のことから、共同開発企業からは「一般家庭でもっと手軽に使用できる搾油機」、「女性でも使い易い設計、デザインの搾油機」の製品開発を行いたいとの提案がなされた。

2・2 製品企画プロセス、実施体制

製品企画は、図3に示すプロセスで進めた。本製品企画における成果物は、製品企画書となる。

実施体制については、製品企画プロセスで定めた実施項目について、共同開発企業と産技センターで分担を定め、協力しながら進めた。産技センターについては、本共同開発の取組を主体的に行うために、デザイン系及び機械系研究員から構成された「製品開発チーム」に加え、チーム員でカバーできない技術分野に対応するため、食品系や電子系の研究員も参加した。

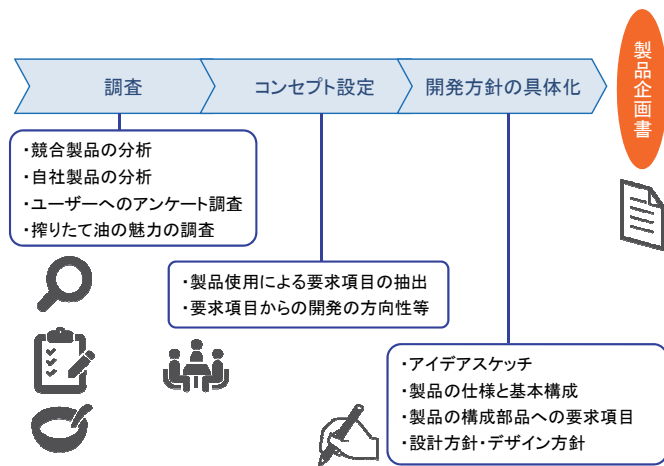


図3 製品企画プロセス

2・3 調査

2・3・1 競合製品の調査、分析

競合製品に対し、開発する製品をどのように差別化し、特徴を持たせるか検討するため、調査及び分析を行った。調査は主にインターネットを用いて行い、搾油機については、主に電動式の家庭用小型搾油機を対象とし、市販されている油についても対象とした。

その結果、搾油機については、2つの競合製品が見つかり、それらの製品の機能や性能等について分析した。

2・3・2 自社製品の調査、分析

共同開発企業の既存製品について、前項で調べた競合製品に対する分析を実施した。ここでは、油としての比較、装置としての機能・性能等を比較し、既存製品の有利な点、足りない点を確認した。特に、油に関する分析については、実施内容を2・3・4に示す。

また、比較結果を参考に強み・弱み等を整理し、現状把握及び新製品の方向性を定めるため、SWOT分析及びク



図4 SWOT分析(一例)

ロスSWOT分析を実施した。図4にSWOT分析の一例を示す。

2・3・3 ユーザーアンケート調査

共同開発企業で販売している既存製品の購入者像を推定し、一般家庭向け新製品のターゲット設定の参考とするため、アンケート調査を実施した。対象者は既存製品の購入者(ユーザー)とし、インターネット(Google フォーム³⁾)を利用して行った。

その結果、ユーザー年齢層、職業、使用頻度、搾油物(種の種類)、既存製品の改善点等に関する回答を得た。これにより得られた情報や分析結果は、後述するターゲットユーザーや製品コンセプトを検討する際、有用であった。

2・3・4 搾りたて油の魅力の調査

競合製品の搾油機で搾った油や、市販の油に対し、共同開発企業の既存製品で搾った油の特徴(魅力)を調べた。方法としては、におい識別装置によるにおいの特徴抽出、成分分析による分析、官能評価である。官能評価については、産技センターの食品系研究員複数名で実施した。なお、本調査では、搾油物としてゴマを対象とした。

図5に官能評価の結果を示す。既存製品で搾った油は、競合製品の搾油機で搾った油や市販のゴマ油に比べ、全ての項目において高い評価であった。

共同開発企業の既存製品は、非加熱の手動式なので、搾油中における搾油物の温度上昇は低いと考えられるが、競合製品の搾油機は、加熱しながらスクリューで高速に圧搾する方式であるため、搾油率は高いが、搾りカスが油に混入し易く、味について評価が低かったと推測される。また、

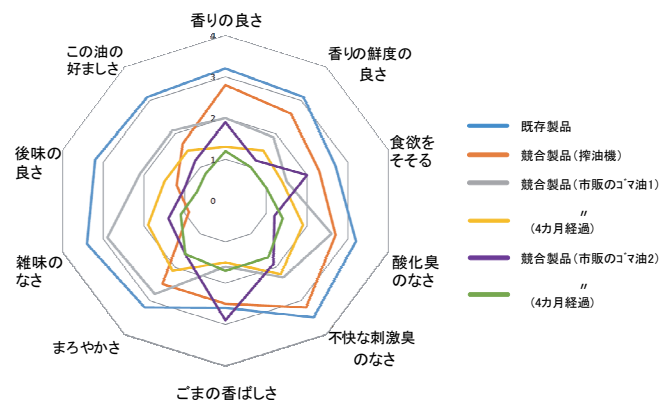


図5 官能評価の結果

市販のゴマ油については、家庭での使用状況を想定し、開封から4か月程度経過した状態での評価も行った。その結果、いずれもチャートの大きさが小さくなっており、評価者が品質の低下を感じた傾向が見られた。

これらのことから、共同開発企業の既存製品について、その搾油方式の優位性が確認された。

2・4 コンセプト設定

2・4・1 製品使用による要求項目の抽出及び開発の方向性の検討

開発製品におけるユーザーのニーズや用途等に関し、機能面や使い易さ、意匠面等において求められる項目を定めるため、その抽出及び整理をKJ法によるワークショップにより行った。図6にワークショップの様子を示す。

次に抽出した要求項目を整理・分類し、開発する製品像を具体化するため、その方向性を定めた。



図6 ワークショップの様子

2・4・2 ターゲット、コンセプトの決定

これまでの調査、分析結果から、開発製品のターゲットユーザーの検討を行い、次の3タイプと定めた。

- (a) 搾りたて油に興味がある人
- (b) 搾油に興味がある人
- (c) 家庭で搾油をしたい人

これらのターゲットユーザーに対応した製品コンセプトをそれぞれ検討した。

「(a)搾りたて油に興味がある人」に対しては、調理時などその時必要な量の油を、非加熱で圧搾した「新鮮な油」を提供する製品とした。また、「(b)搾油に興味がある人」に対しては、搾油時に油が徐々に染み出る様子を眺めて得るワクワク感、様々な種類の種を搾る満足感、自分で油を得る喜びなどの「楽しさ」を提供する製品とした。最後に、「(c)家庭で搾油をしたい人」に対しては、電動式により、省力化、短時間化などの「手軽さ」を提供する製品とした。

以上をまとめ、製品コンセプトを「新鮮な油を手軽に楽しく搾れる家庭用搾油機」と定めた。

2・5 開発方針の具体化

2・5・1 アイデアスケッチ、仕様・構成

開発する搾油機の大まかな構造を定め、アイデアスケッチを作成し、イメージと機能、仕様等を具体化した。図7にアイデアスケッチを示す。

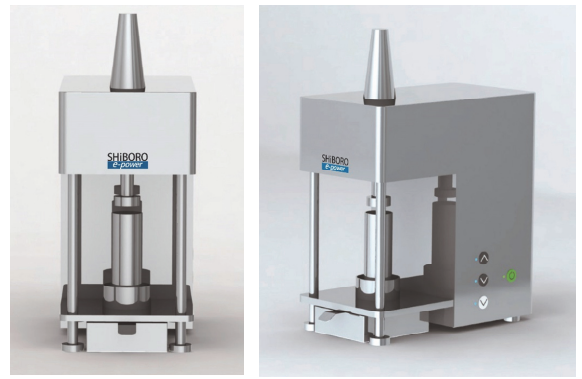


図7 アイデアスケッチ

また、次の製品開発の工程における指標となる、設計方針及びデザイン方針について、ピストンや外装などの製品の部位ごとに定めた。

2・6 製品企画のまとめ

以上のようにして行った製品企画の内容を整理し、製品企画書としてまとめた。次の製品開発工程では、これに基づいて進めた。

3. 製品開発

3・1 開発プロセス

製品企画書に基づき、製品開発を図8に示すプロセスで進めた。本製品開発工程における成果物は、試作品(試作機)となる。

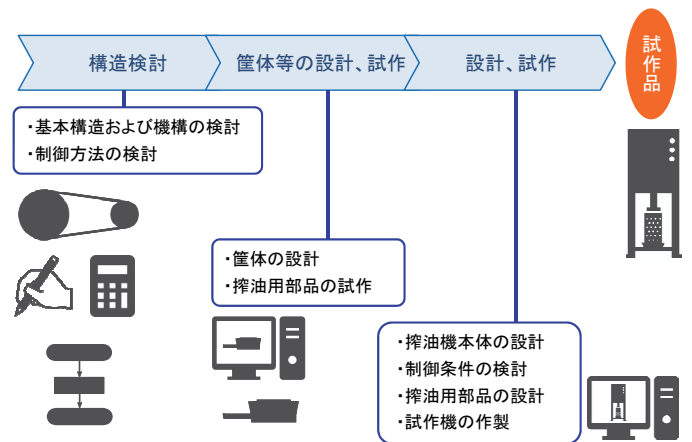


図8 製品開発プロセス

3・2 装置構造の検討

製品企画において、開発する製品は、電動式による圧搾を実現するものと定めた。ここでは、どのような機構でそれを実現するか検討した。

3・2・1 基本構造の検討

a. 圧搾方式

代表的な圧搾機構として、筒状の容器(シリンダ)に入れた被圧搾物を棒状物等で圧搾するピストン(ケージプレス)方式、送りが進むごとに螺旋状のスクリーूपッチ間が狭くなることで被圧搾物を圧搾するスクリーूपレス(エキスペラー)方式がある⁴⁾。スクリーूपレス方式は、搾油物の投入、圧搾及びカスの排出を連続的に行え、効率的に油

を得ることができるが、圧搾時の摩擦により搾油物に熱が伝わり易い上、競合製品の搾油機は加熱しながら圧搾を行うため、油は熱の影響を受けやすい。熱の影響は、2・3・4の官能評価等の結果からも、油の品質に影響を与える可能性が考えられた。開発する搾油機は、低温圧搾(コールドプレス)により油を得ることとしている点や、既に複数あるスクリーブレス方式の競合製品と差別化するため、ピストン方式による圧搾機構を用いることとした。

b. 力発生機構

ピストンに力を加える電動アクチュエータとして、油圧シリンダ(電動ポンプ)、電動モータが考えられる。油圧シリンダは、大きな力が得られるが、家庭という使用環境で求められる静粛性と食品機械として求められる安全性や衛生上の観点から、より適合性の高い電動モータを用いることとした。

c. 圧縮機構

電動モータによってピストンを圧縮する機構を実現するためには、送りねじ、ラック、ベルト等の回転運動を直進運動に変換する機械要素が必要となる。共同開発企業の既存製品は、送りねじと送りナットによって回転運動を直進運動に変換する方式を用いている。開発する搾油機も、実績のある本方式を用いることとした。

d. 駆動要素

ピストン方式によって圧搾する場合、駆動する機械要素(送りねじまたは送りナット)と動かす対象(ピストンまたはシリンダ)により、図9に示すような様々な駆動方式の構成が考えられる。

図9(c)及び(d)のシリンダ駆動方式は、送りねじ等の駆動部とシリンダ及びピストンから成る圧搾部が分離しているため、衛生的であり、手入れもし易いと考えられるが、全体的に大型化する傾向がある。一方、図9(a)及び(b)のピストン駆動方式は、送りねじまたは送りナットがピストンになるため、駆動部と圧搾部が分離していないが、コンパクトに機構を構成できる特徴がある。

開発する搾油機は、家庭用であるため、コンパクトなサイズが求められていることから、(a)ピストン駆動-ナット不動の構造を採用した。

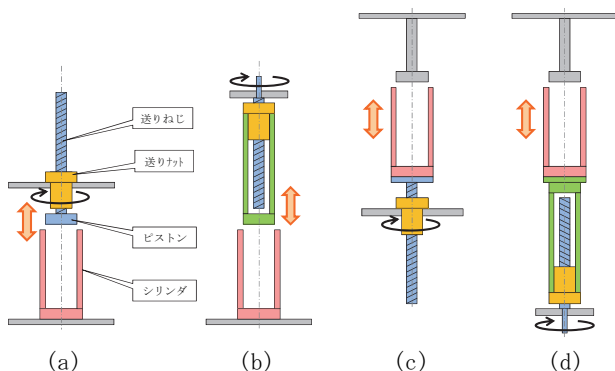


図9 駆動方式の構成

3・2・2 構成部品の選定

製品企画において、開発する搾油機の搾油量は、シリン

ダ容量約 65[g](煎りゴマで搾油量約 12~15[g])の既存製品と同程度と定めた。この量のゴマを圧搾するために必要な荷重は、過去実施した共同開発企業による測定で約 12[kN]²⁾であった。そこで、本荷重を実現する電動モータ、送りねじ等の構成部品の選定を行った。

3・2・3 機能検証用実験機の製作、検証

装置の構造や選定した部品が、設計通りに機能するか確認するため、機能検証用実験機を製作した。

次に、この実験機を用い、設計通りの荷重が得られるか簡易的な荷重測定実験を行った。図10に本実験の様子の一部を示す。荷重の測定は、引張圧縮試験機(インストロン製 5982)を用いて行った。実験では、電動モータにより送りねじを上方に駆動させ、送りねじの端部が引張圧縮試験機のロードセルに取り付けられた圧縮用ジグをゴムを介して押す力を測定した。その結果、約 13[kN]の荷重が得られることを確認した。

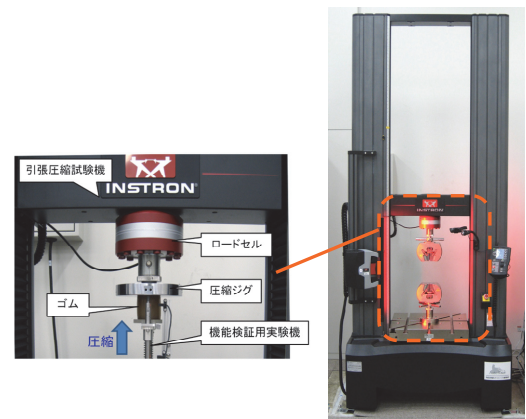


図10 荷重測定実験の様子

3・3 搾油方法及び制御システムの検討

開発する搾油機は、スイッチ操作によって電動モータを駆動し、搾油動作を自動的に行うため、正しく動作する制御システムを構成する必要がある。また、搾油動作を制御できるため、搾油量の増加を目的とし、その方法について検討を行った。

3・3・1 搾油量の増加方法の検討

開発する搾油機における搾油は、小さな穴の空いたシリンダに入れた搾油物をピストンで圧縮し、穴から染み出てきた油を採取することで行う。圧搾における荷重と変位(圧縮量)の一般的な関係を図11に示す。

圧搾初期(図11(a))は、搾油物間の隙間が詰まっていくため、荷重増加の割合(傾き)は小さいが、搾油物が潰れ、隙間がさらに詰まっていくと、荷重の傾きが増していき(図11(b))、搾油物から油が押し出されて、更に圧縮するとその傾きは急激に大きくなる(図11(c))。この領域では、大きな荷重を加えても、わずかな圧縮量しか得られず、機械的な負荷も大きい。

この領域において、設定した荷重で圧縮を停止し、ピストン位置を保持すると、荷重が時間と共に低下する。本現象は、旧来から知られており⁵⁾、前項の実験によっても確認している。この現象を利用し、圧縮を停止し、ある程度

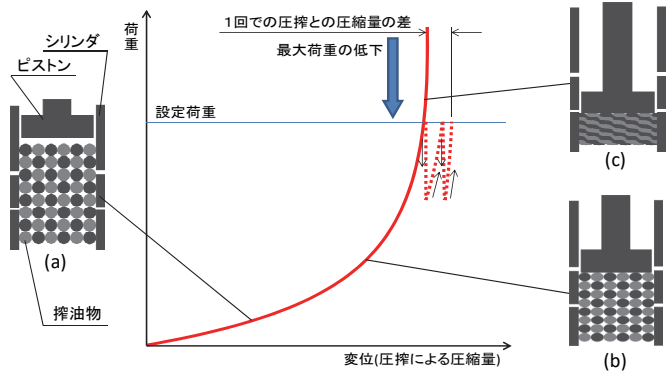


図 1 1 圧搾における荷重と変位(圧縮量)の関係

荷重が低下してから再度圧縮を行い、設定荷重で停止、保持、圧縮という間欠的な動作を繰り返し、最終的に1回の圧搾よりも時間は必要にはなるが、小さな荷重で大きな圧縮量(変位)を得ることができる。圧縮量と搾油量は相関がある¹⁾ため、本方法により小さな荷重で搾油量が増すことがわかる。

本方法を用いる効果として、小さな荷重で搾油できることから、電動モータや構造をコンパクトにできる点がある。また、開発する搾油機は電動式なので、この間欠的な繰り返し動作をプログラムの自動で実行できることから、利便性の向上につながる。

以上のことから、製作する装置は本方法を採用した。

3・3・2 制御システムの検討

本装置は、ピストンで圧搾を行う搾油部、ピストンを駆動するモータとモータドライバから成るモータ部、装置の制御を行うマイコン等の制御回路及びスイッチ等から成る制御部、電源への接続部と直流電源から成る電源部から構成される。また装置には、操作用及びリミット検出用等のスイッチが接続される。

また、本装置は、前項で述べた間欠的な圧搾を含む搾油動作を自動的に行う必要があるため、その動作を実現するプログラムの検討を行い、装置に実装することとした。

3・4 試作機の製作

3・4・1 筐体の設計、試作

設計した装置の機構部分を覆う筐体の設計・試作を行った。図 1 2 に筐体設計について検討した内容を示す。

まず、製品企画段階で作成したアイデアスケッチを基に、

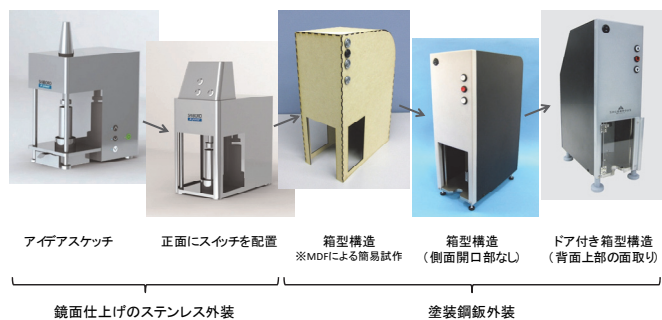


図 1 2 筐体設計の検討

具体的に設計した機構部分に合わせて修正を行った。設計過程では、MDF(中密度繊維板)を小型レーザー加工機で切り出した簡易試作モデルを製作し、設計した筐体の具体的なイメージやサイズ感等を確認しながら進めた。意匠性やコスト、安全性等を考慮し、最終的に塗装鋼板製のドア付き箱型構造の筐体とした。

3・4・2 搾油用部品の設計、試作

装置の付属部品である注ぎ口付き油受け及び搾りカス受け容器について、設計、試作を行った。注ぎ口付き油受けは、搾油する種を入れるシリンダの底に取り付け、搾った油を任意の容器等に注ぐ部品である。また、搾りカス受け容器は、搾油後にシリンダから押した搾りカスを砕きながら溜める容器である。両部品は、ステンレス等の金属で製作すると高コストとなるため、比較的lowコストで製作できるシリコン型を用いた注型品で試作した。食品衛生上における安全性の観点から、注型品には食品衛生法に適合した樹脂材料を用いた。図 1 3 に注ぎ口付き油受けの試作の流れを示し、各工程の内容を以下に示す。

- (a) シリコン型の元となるマスターモデルを3Dプリンターで製作、仕上げ処理、パートライン取り付け
- (b) マスターモデルを型枠に設置し、シリコンを流し込み、型を成形
- (c) シリコン硬化後切開し、シリコン型が完成
- (d) 真空注型装置内でシリコン型に成形用の樹脂を流し込み、試作品が完成

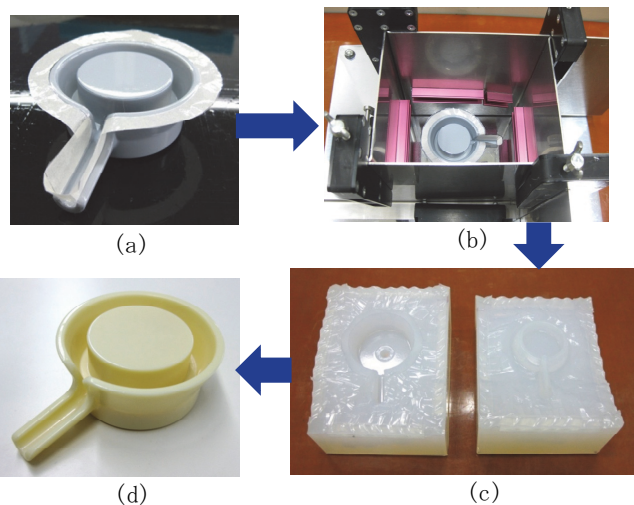


図 1 3 搾油用部品(注ぎ口付き油受け)の試作

3・4・3 搾油機の試作

製品開発において実施した内容を踏まえ、装置及び付属部品の設計、制御条件の最終的な調整等を行い、搾油機の試作を行った。図 1 4 に製作した試作機を示す。

4. 結 言

県内企業から提案された製品開発テーマについて、企業と産技センターが共同で、製品企画から製品開発までを実施し、電動式家庭用小型搾油機を試作した。その結果、共同開発企業の既存製品(手動式搾油機)に比べ、楽に大量の



(a) 正面

(b) 側面

図 1.4 製作した試作機

油が搾れることを確認した。

本共同開発で試作した搾油機は、令和元年6月に、家庭

用の電動搾油機として共同開発企業により商品化(製品名「シボラス」)された。

参考文献

- 1) 松田晋幸, 藤井謙治, 田村智弘, 石野隆三: 家庭用小型搾油機に関する研究開発, 山口県産業技術センター研究報告, **23**, p. 26-32 (2011).
- 2) 有限会社石野製作所, 搾油機 油しぼり機 SHiBORO, <https://www.ishinoss.jp/index.html> (2019).
- 3) Google, Google フォーム, https://www.google.com/intl/ja_jp/forms/about/ (2019).
- 4) 白戸紋平, 村瀬敏朗: 圧搾装置と圧搾の既往の研究, 化学工学, **34**(5), p. 496-503 (1970).
- 5) 並木満夫, 小林貞作: ゴマの科学, 朝倉書店, p. 127-131 (1989).