

— 経常研究 —

デザインプロセスにおける陶磁器分野に特化した立体作成デザインツールの開発

戦略・デザイン科 依田 慎二、桐山 有司

要 約

近年、多くの産業でデジタルデータの活用によって効率的なデザイン開発が行われている。しかし、陶磁器産業では市販の3次元CADソフトの操作が複雑で難しいことから、デジタルデータの活用が進んでいない。

本研究は、市販の3次元CADソフトを陶磁器設計用にカスタマイズ開発して、ベースモデルとなる形状データの作成と陶磁器製品設計専用メニューにより操作を自動化することで、陶磁器デザイナーが容易な操作でデジタルデータを作成できる陶磁器専用の3次元CADソフトを開発した。

キーワード：3次元CAD、陶磁器デザイン、ベースモデル

1. はじめに

陶磁器の新製品開発におけるデザイン検討に必要な試作品製作は、デザイナーの描いたスケッチや図面を基に熟練した職人の手作業による形状の製作がほとんどで、デザイナーと職人との間にデザインに対する共通の認識が必要となる。また、分業で作業を行うことから開発期間や経費がかかり、十分な検討を行うことができないまま商品化されることがある。

市場や顧客のニーズをいち早く商品化することが求められている現状において、デザイン開発期間の短縮は重要な課題となっている。この課題解決のためには、多くの工業製品の開発に活用されている、3次元CADを用いた設計・造形シミュレーション技術の導入が必要となっている。これら技術の導入で様々な装置を活用した十分なデザイン検討を行うことが可能となり、デザイン開発の省力化および開発期間の短期化、開発経費の削減も可能となる。

近年の工業デザインにおいては、3次元CAD技術の発達と工業デザイナーへの普及により高度なデザイン開発が行われるようになってきている。しかし、3次元CADソフトは専門的な操作や知識を必要とすることから、従来のデザインに慣れている陶磁器業界のデザイナーには受け入れにくいといった現状がある。

また、産地内では分業体制が確立されており、各

業種における後継者不足も重要な課題となっている。現状では、手作業による型製作などの高度な技術の習得に長い期間を必要としている。しかし、3次元CADをはじめとする3次元シミュレーション技術やCADデータを利用する装置を活用することで、製造の一部を機械化することができる。このことにより、技術の習得をこれまでよりも短期間で行うことができるようになり、幅広い人材から後継者を確保することも可能となる。

県内陶磁器産業のデザイン開発において新しい技術や装置を活用するためには、その基盤技術となる3次元CADデータを扱うことができる人材の育成が必須である。

本研究では、3次元シミュレーション技術の県内陶磁器業界への導入と普及を目指し、市販の3次元CADソフトをカスタマイズすることで、3次元CADデータを容易に扱うことができるデザインツールの開発を目的とした。

2. 開発内容

2.1 カスタマイズした3次元CADソフト

陶磁器専用3次元CADのカスタマイズを行うために、基本となるソフトウェアの選定を行った。ソフトウェアの基本機能と開発の容易さを検討した結果、以下の理由によって(株)C&Gシステムズ製の「CG eModeler」(図1)に決定した。

- ①豊富なデザイン機能を搭載している
- ②直観的な設計環境を有している
- ③データの互換性に優れている
- ④カスタマイズすることが許可されている範囲が広い

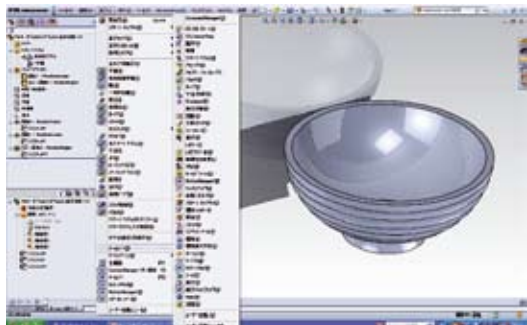


図1 (株)C&Gシステムズ製の「CG eModeler」の画面

2.2 対応可能な陶磁器製品の検討

開発する試作ソフトで対応可能な陶磁器製品は、県内で製造されている主要なアイテムである「茶碗」、「皿」、「湯呑み」、「マグカップ」、「ティーポット」のうち、器本体が回転体形状のものを対象とした。

なお、ソフトの操作性を複雑にする可能性があることから、今回は回転体形状ではない製品については除外した。

2.3 陶磁器のデザインに必要な要素

カスタマイズする要素を選定するために、陶磁器のデザイナーが従来行っているデザインの方法について調査を行った。多くのデザイナーは器形の断面形状を描いており(図2)、調査したほとんどのデザイン画で以下の要素が含まれていた。これらの条件をソフトウェアに反映するように開発を行った。

- ①厚さの指示
- ②口径、高さなど主要な個所の大きさの指示

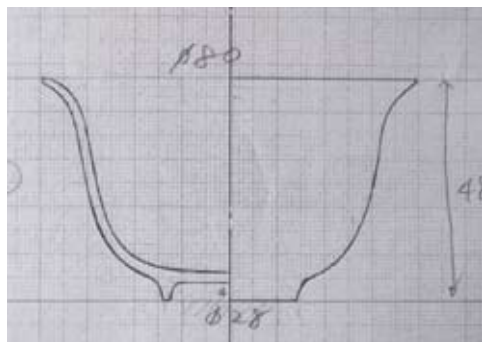


図2 陶磁器デザイナーによるデザイン画

- ③断面の曲線は半径など細かい指示がない

2.4 断面曲線の作成

陶磁器のデザインに必要な要素である器形の断面形状を、CAD画面内にスケッチできれば、容易に画面内で立体データを作成することができる。しかし、従来のソフトの機能をそのまま利用する場合、1本の断面曲線を作成するだけでも非常に多くの条件設定が必要となる。そこで、あらかじめ陶磁器の断面曲線を分類して、ベースモデルを作成し、ソフト内に組み込むことで、作業を簡略化できるようにした。

ベースモデルを構成する断面曲線は「直線」と「円弧」による組み合わせ(図3)によって作成できるものとした。

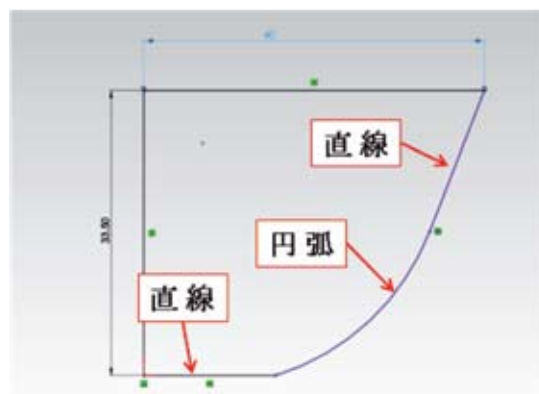


図3 「直線」と「円弧」を組み合わせた断面曲線の例

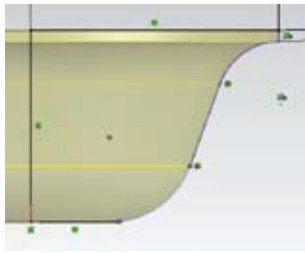
2.5 ベースモデルの作成

陶磁器製品の各種類に対応したベースモデルの構成について検討を行った。

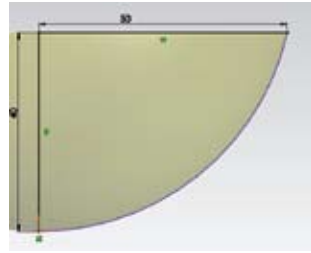
「茶碗」(図4)、「皿」(図5)、「湯呑み」(図6)は「器部」と「高台」(図7)の組み合わせで構成するようにベースモデルを作成した。また、「マグカップ」(図8)、「ティーポット」(図9)は「器形」に「取っ手」(図10)や「注ぎ口」(図11)、「蓋」(図12)、「つまみ」(図13)などのパーツが必要であるため、各パーツのベースモデルを作成した。

なお、ベースモデルの名称は、断面曲線の組み合わせを示したもの、または特徴的な形状を単語で表現するものとし、縁に反りかえりのある器形の名称には「(縁)」と表記した。

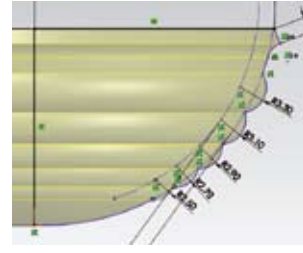
なお、「取っ手」、「注ぎ口」は縮小版のアイコンで形状が容易に判断できるため、名称を省略した。



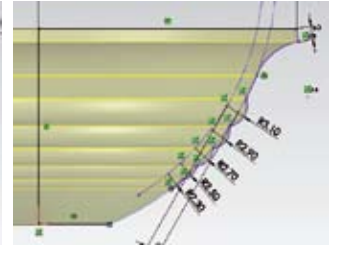
①器部 - 直線 - 円弧 - 直線(縁)



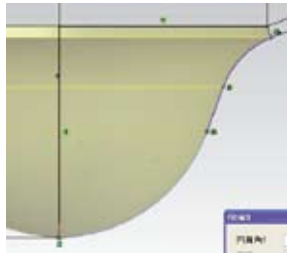
②器部 - 直線 - 円弧



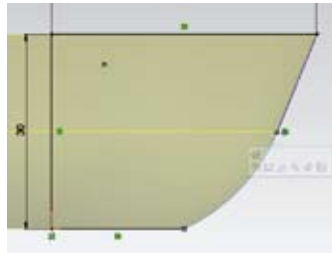
⑬器部 - 円弧5(外) (縁)



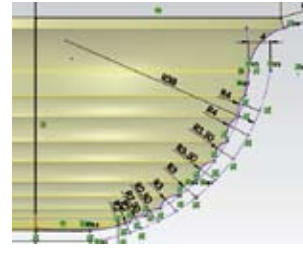
⑭器部 - 円弧5(外) - 直線(縁)



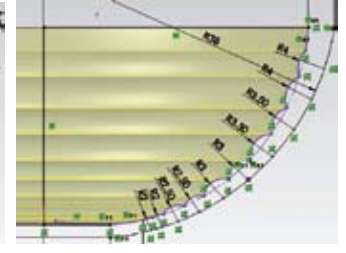
③器部 - 直線 - 円弧(縁)



④器部 - 直線 - 円弧 - 直線

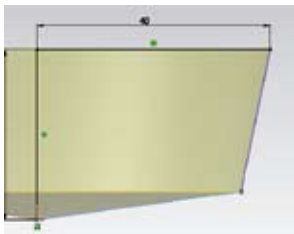


⑮器部 - 円弧10 - 直線(縁)

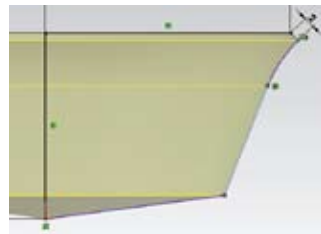


⑯器部 - 円弧10 - 直線

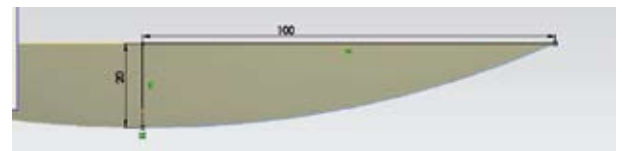
図4「茶碗-器部」のベースモデル



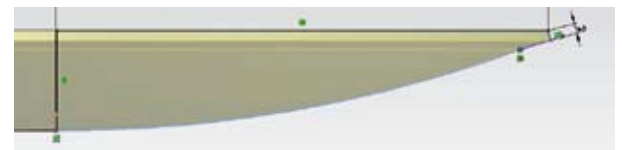
⑤器部 - 直線 - 直線



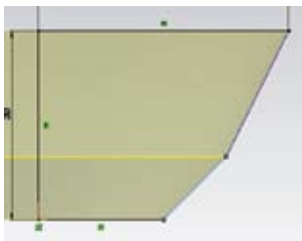
⑥器部 - 直線 - 直線(縁)



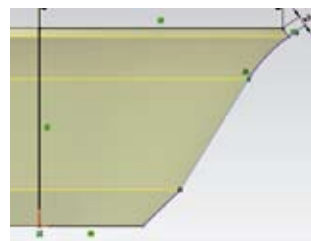
①器部 - 円弧



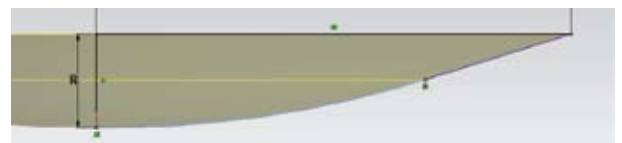
②器部 - 円弧(縁)



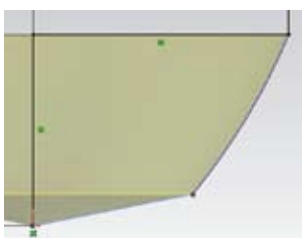
⑦器部 - 直線 - 直線 - 直線



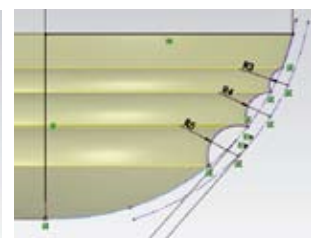
⑧器部 - 直線 - 直線 - 直線(縁)



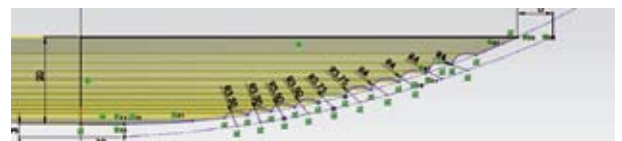
③器部 - 直線 - 円弧



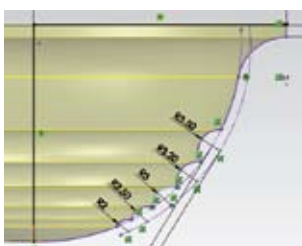
⑨器部 - 円弧 - 直線



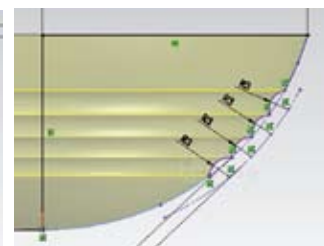
⑩器部 - 円弧3



④器部 - 円弧10 - 直線



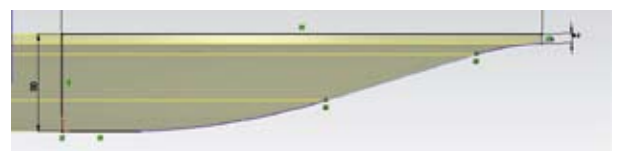
⑪器部 - 円弧5(縁)



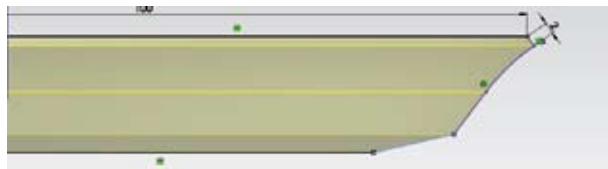
⑫器部 - 円弧4



⑤器部 - 円弧 - 直線(縁)



⑥器部 - 直線 - 円弧 - 直線(縁)



⑦器部 - 直線 - 直線 - 直線 (縁)



⑧器部 - 直線 - 直線 - 直線

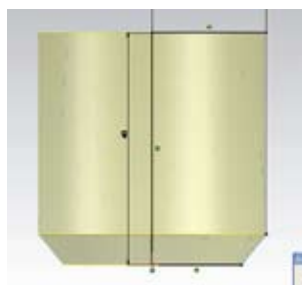


⑨器部 - 直線 - 直線

図5「皿-器部」のベースモデル



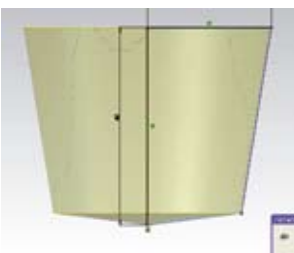
①器部-直線-直線-直線(縁)



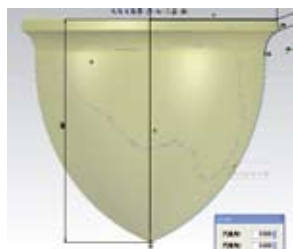
②器部-直線-直線-直線



③器部-直線-直線(縁)



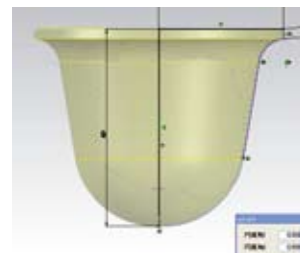
④器部-直線-直線



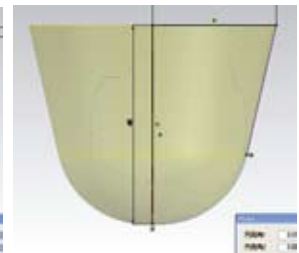
⑤器部-円弧(縁)



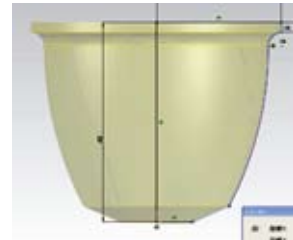
⑥器部-円弧



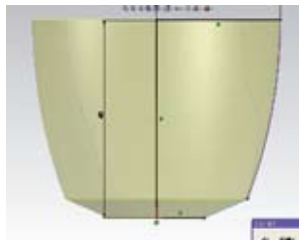
⑦器部-直線-円弧(縁)



⑧器部-直線-円弧



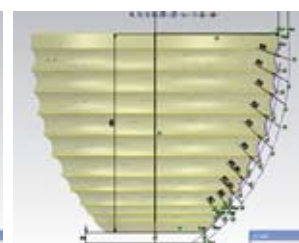
⑨器部-円弧-直線-直線(縁)



⑩器部-円弧-直線-直線



⑪器部-円弧-直線



⑫器部-円弧10-直線

図6「湯のみ-器部」のベースモデル



①高台-円弧



②高台-直線



③高台-円弧(外)



④高台-楕円

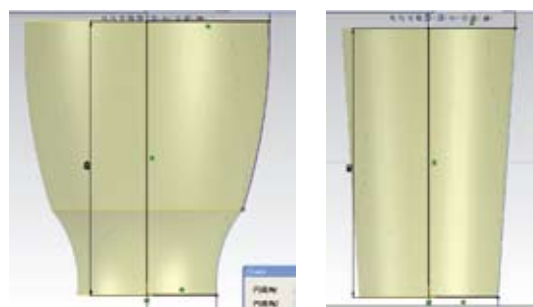
図7「高台」のベースモデル



①器部-円弧-円弧-直線

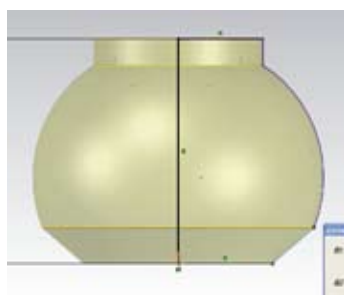


②器部-円弧-円弧(外)-直線

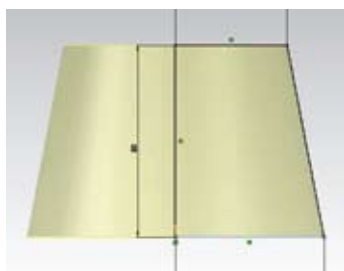


①器部-円弧-円弧-直線2 ②器部-直線-直線

図8「マグカップ-器部」のベースモデル



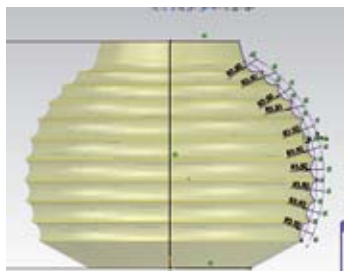
①器部-円弧-直線-直線



②器部-直線



③器部-直線-円弧-円弧

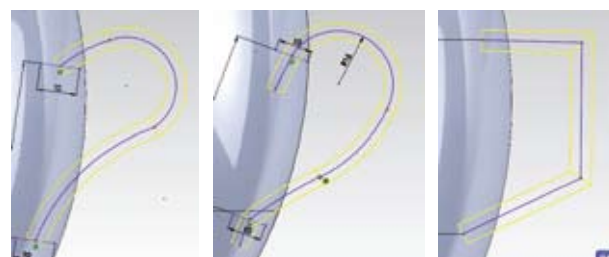


④器部-10円弧



⑤器部-楕円弧

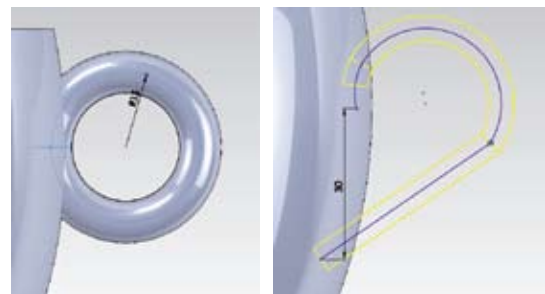
図9「ティーポット-器部」のベースモデル



①取っ手1

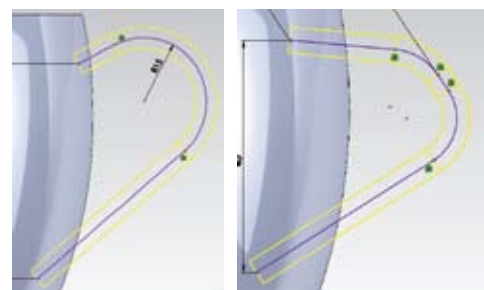
②取っ手2

③取っ手3



④取っ手4

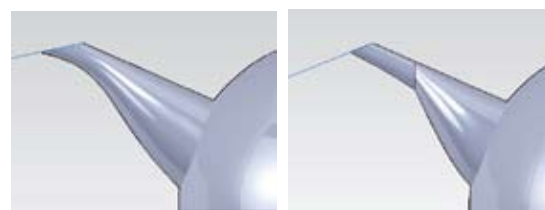
⑤取っ手5



⑥取っ手6

⑦取っ手7

図10「マグカップ-取っ手」、「ティーポット-取っ手」(共通)のベースモデル



①注ぎ口1

②注ぎ口2



③注ぎ口3

④注ぎ口4

図11「ティーポット-注ぎ口」のベースモデル

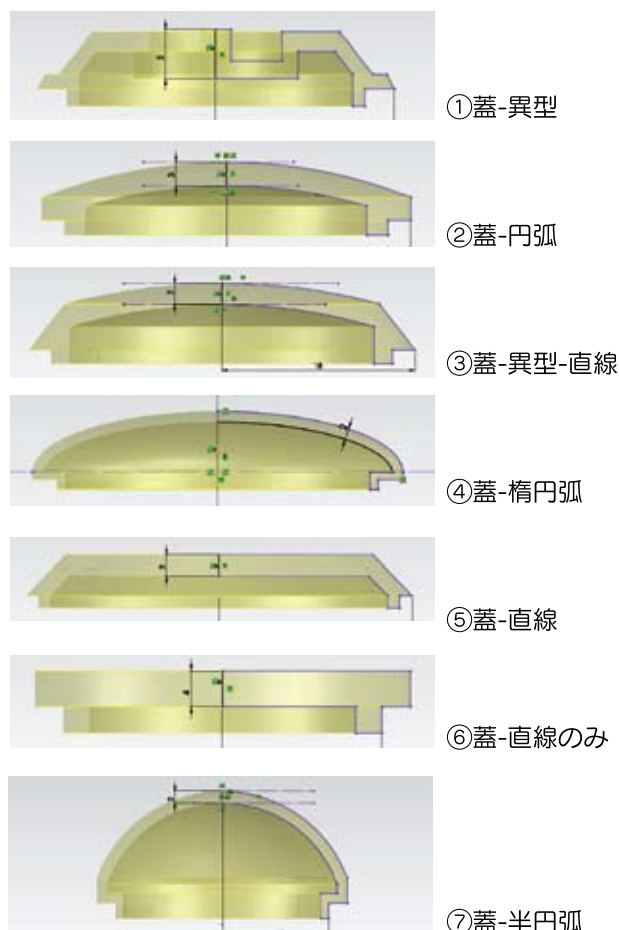


図12 「ティーポット-蓋」のベースモデル

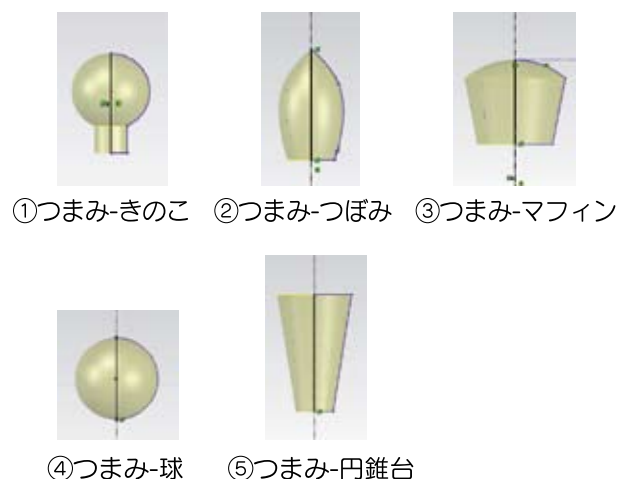


図13 「ティーポット-つまみ」のベースモデル

2.6 デザインの方法

各形状のデザインは、専用のメニュー（図14）から本体のベースモデルを呼び出して、デザインしたい形状と、連続する断面曲線の組み合わせが一致するモデルを選択する。選択したモデルの口径や高さなど主要な寸法は、変形を開始する前に寸法を拘束

る（図15）。このことによって、変形するときに寸法を気にすることなく作業できる。次に、円弧曲線上にマウスポインターを重ねてドラッグすることで円弧の半径を変更することができる。また、曲線同士を結ぶ点の位置を同様の方法で変更することで断面曲線を変形してデザイン（図16）を行う。円弧と直線又は円弧と円弧の結合する曲線は自動的に滑らかになるように設定されている。このような断面曲線の変形によって陶磁器の本体の大まかな形状を作成することができる。

「高台」やマグカップの「取っ手」などのパーツもベースモデルから必要な形状を選択して、本体と同様の方法で変形をすることができる。

それぞれのベースモデルの変形によって本体とパーツの重なり合った部分のうち、不必要になった個所のデータは自動的に削除される。

変形が完了したらマージ（融合）を選択することで、データ（図17）を完成することができる。



図14 「茶碗」デザイン専用のメニュー



図15 専用ダイアログで寸法を拘束

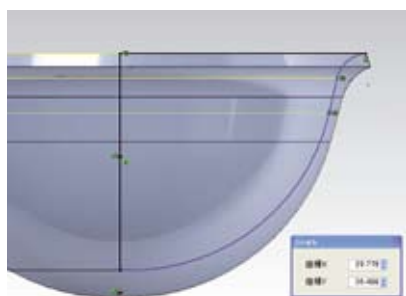


図16 変形した茶碗の断面形状



図17 「器部」と「高台」を融合した「茶碗」のCADデータ

2.7 編集機能

編集機能を使うことで、ベースモデルの変形により完成したデザインについて、さらに詳細な加工をすることができる。

陶磁器製品のデザインの編集に必要な機能として「肉盛り」、「削り」、「フィレット」、「面取り」(図18)を簡単な操作で自動的に処理できるようにした。

「肉盛り」、「削り」(図18(a) (b))は、「丸」、「四角」、「楕円」のベース形状(図19)のうちひとつを選択して、ベース形状の変形作業を行う機能で、変形した形状を器の断面に重ねるように移動すると、自動的に器の周囲に編集作業が適用される。

「フィレット」、「面取り」(図18(c)(d))は、融合面や他の編集作業によってできた角を滑らかにするために使用する。「フィレット」の半径や、「面取り」の距離や角度は、専用ダイアログでその大きさを指定することで、形状を確認しながら調整ができる。



(a)「肉盛り」

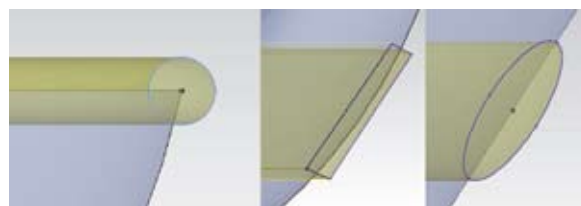
(b)「削り」



(c)「フィレット」

(d)「面取り」

図18 編集機能の例



①「丸」

②「四角」

③「楕円」

図19 「肉盛り」、「削り」のベース形状

2.8 解析機能

3次元CADソフトを利用したデザインの利点として、種々の特性を簡単に見積もることができる。そこで、陶磁器のデザインに必要な「寸法」、「厚み」、「器の容量計算」、「素地の重さ計算」を専用メニューで容易に行えるようにした。

「器の容量計算」(図20)は、器内部の指定した高さまでの容量の確認をすることができる。これは、ティーポットや業務用食器など容量精度を必要とする陶磁器製品に対して有効となる。

「素地の重さ計算」(図21)は、原料の比重を入力することで、デザインした製品の素地の重さを自動的に表示することから、製造原価を計算することができる。

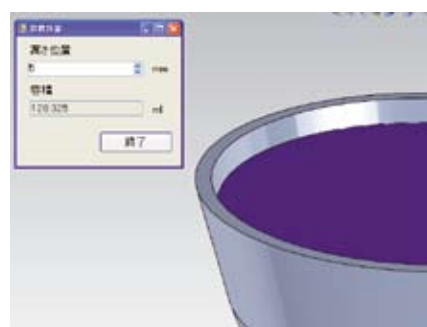


図20 計算した液体の容量(青い部分)



図21 比重の変更が可能な専用メニュー

3. まとめ

本ソフトには、陶磁器製品の断面形状の分類によるベースモデル50種類以上を作成し、非回転体などの特殊な形状の製品でなければデザインすることが可能となった。

市販の3次元CADソフトは、断面曲線の1本を変形するだけでも、複数の機能と定められた法則に従って作業を行う必要があったが、カスタマイズしたソフトは、多くの機能から陶磁器デザインに必要な機能だけを抽出して専用のメニューにまとめた。このことによって、作業者はひとつの作業に対して、必要とする作業のメニューを選択すれば、簡単な入力やマウスの操作のみで容易に設計をすることができるようになり、図22のティーポットのような複雑な形状の陶磁器も作成が可能となった。

これまで、市販の3次元CAD用いた陶磁器デザイナーの技術の習得には、約8日から16日間という長期間の研修期間を必要としていたため、多くのデザイナーが技術の習得をあきらめていた。

しかし、本研究で開発したソフトをマニュアルに従って操作することにより、約1時間から3時間程度で陶磁器のデザインが行え、容易に3次元CADデータの利便性を実感してもらうことができるようになった。

今後は、本ソフトの利用で、多くの県内陶磁器業者が3次元CADデータを扱うことができるようになり、CADデータを利用した3次元プリンタやモデリングマシンなどの機器で試作品を作製することや、PC画面でのプレゼンテーションをすることで、デザインの効率的な開発を行うことが可能となる。



図22 開発したソフトによるデザイン例