

2次元CADのカスタマイズ

青森職業能力開発短期大学校 成田 敏明・小林 崇

Customization of Two-Dimensional CAD

Toshiaki NARITA, Takashi KOBAYASHI

要約

本短大にCAD/CAMシステムが導入されて4年半を経過し、この間、能開セミナー、青森テクノポリス共催による先端技術研修、短期実践研修、学生への教育訓練と実績を積んできた。しかしながら汎用メニューシートは、コマンド数も多く必ずしも教育訓練に使用するための配慮がなされていない。卒業研究や機械設計製図のような科目でCADをある程度理解している学生にとっては、使いにくいメニューシートとなっている。

本テーマでは教育訓練上よく使用される設計課題例を挙げ、部品構成を調べた結果、その中でJIS規格部品の締結用機械要素が大きな比重を占めていることがわかった。そこで本短大のCAD/CAMシステムの2次元CADのカスタマイズ機能について検討を行い、締結用機械要素をカスタマイズ化の対象として新メニューシートの作成を行った。汎用メニューシートと新メニューシートとの比較評価をした結果、この新メニューシートはカスタマイズ化されていることを示した。

I はじめに

最近の機械工業分野における設計製作は、コンピュータの進歩によりCAD/CAM化が進んでいる。企業ではCADの導入により自社製品に合わせた形で図形処理機能を強化し、専用化を行い、設計図面への有効利用、省力化に役立っている。これをカスタマイズという。EWS(エンジニアリングワークステーション)で動作するほとんどのCADは、図形処理言語、メニュー作成機能、セル(シンボル図)機能等のカスタマイズ機能を備えている。本テーマでは、本学のCAD/CAMシステム(インターグラフ社製IG252)により、本短大で機械設計製図を行うときの代表的な課題例を挙げ、2次元CADのカスタマイズ化の検討をした⁽¹⁾。

II 設計課題例の検討と省力化

当短大の機械システム系では、現在まで表1に示す設計課題例⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾の中から卒業製作、機械設計製図等のカリキュラムにおいて歯車減速機、歯車ポンプ、手巻きウインチを設計課題として実施してきた。

課題毎の部品総数に対するJIS規格部品の割合は、55.0%から80.6%の範囲にある。部品総数に占めるJIS規格部品数の割合が高いと、製作時の低コスト、製品のメンテナンスの容易さが期待される。

図1は、JIS規格部品数の合計816個に占める各機械要素別の割合を調べたものである。ボルト、ナット、小ねじ、止めねじ等の締結用機械要素⁽¹⁰⁾が63.7%を占める。

表1 JIS規格部品の割合とユーザ・コマンド化率

設計課題	部品数	JIS部品数	JIS部品の使用率	ユーザ・コマンド化率
旋盤	694	403	58.1%	29.5%
卓上ホルム盤	125	72	57.6%	32.0%
手巻きウインチ	120	72	60.0%	45.0%
ダイヤルエンジン	113	72	63.7%	50.4%
渦巻ポンプ	93	75	80.6%	68.8%
歯車減速機	91	72	79.1%	35.2% ¹⁾
ねじポンプ	43	28	65.1%	20.9%
歯車ポンプ	40	22	55.0%	40.0% ²⁾
合計(平均)	1,319	816	61.9%	(全体)36.2%

1)正面図68.5%、右側面図45.7% 2)正面図28.2%

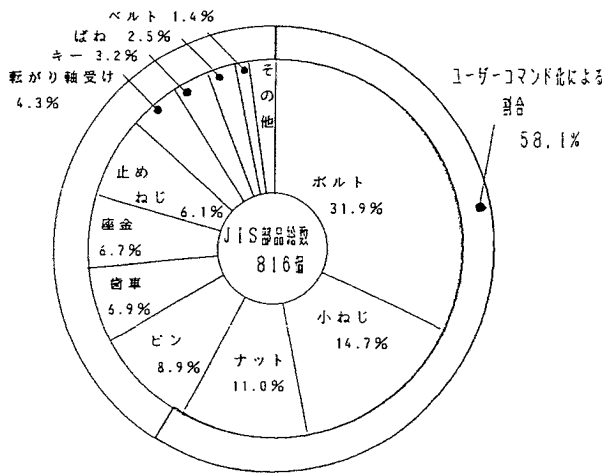


図1 JIS規格部品の各要素の割合とユーザ・コマンド化の割合

使用率の高いJIS規格部品や、エレメント（線の要素）数の多いJIS規格部品を図形処理省力化の対象とすることにより、設計製図のカスタマイズ化が図られることを示している。

III 図形処理省力化の方法

本学CAD/CAMシステムの汎用図形処理ソフトウェア（以下、汎用図形ソフト）で設計製図の省力化を行うには、以下のような方法が考えられる⁽¹¹⁾。

- (1) 図形のセル化を行い登録する。
- (2) リファレンス機能を用い他の図面よりコピーする。
- (3) 図形をコマンド化し、パラメータの入力により作図を行う（以下、ユーザ・コマンド）。

(1)では、図2(a)に示すように登録したセル図形をデザインファイル上へ縦・横の等しい倍率で配置する時、問題は生じない。しかし倍率が等しくないとき、例えばボルトのねじ部だけ長くしたい時は、形状が崩れてしまう。セル機能は、図形枠、表題欄あるいは等倍図形などには有効である。しかしねじ部の長さの違う、各直径のボルトをセル化することは、膨大なセル数となり柔軟性に欠け、CAD機能を十分に生かし得ないと考えられる。

(2)では、同図(b)に示すように必要とされるデザインファイル（JIS規格部品、機械部品等）を(1)と同様数多く作成しておく必要があり、労力の割には使用頻度が少ない。一品一様式の図面作成には有効と思われる。

(3)では、同図(c)に示すように汎用図形ソフトで提供された言語（図形処理専用言語）からなり、対話形式で図形を出力することができる。また前述(1)および(2)

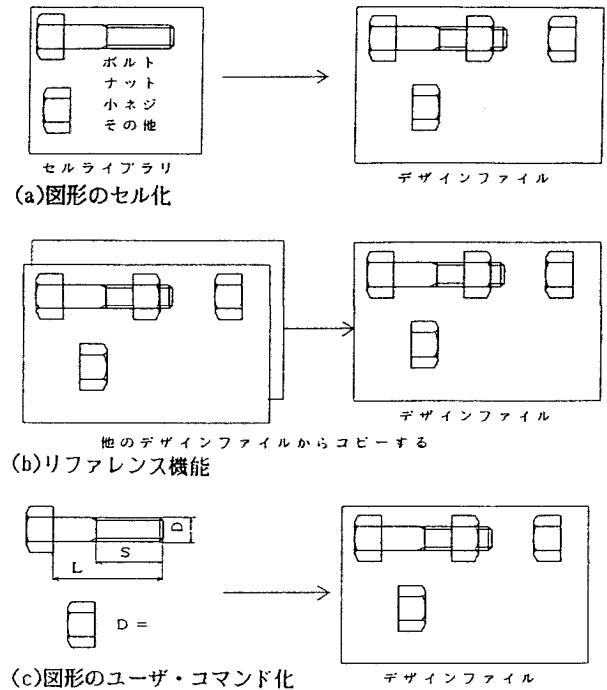


図2 省力化の方法

に比較して柔軟性があり、キーボードとメニューシートのどちらからでも入力できる。これらの結果より(1)から(3)の中で、最も柔軟性に富む(3)の方法を検討することとした。

IV ユーザ・コマンドとユーザ・コマンド化率

図3にユーザ・コマンド化したナットのフローチャート及びその出力図形を示す。デジタイザ上のメニューシートに配置した場合、その操作手順はハンドカーソルによるユーザ・コマンドの選択、各種パラメータのキー入力、ハンドカーソルによる画面上への図形配置の順となる。また上下、左右の方向指定による図形配置が可能で対話形式となっている。汎用図形ソフトで描いたナットとユーザ・コマンドで描いたナットの操作回数を比較すると、それぞれ60回と4回である。単純に計算して汎用図形ソフトで5分かかるとすれば、ユーザ・コマンドでは20秒となるが、実際には10秒を必要としない。図4は、現在まで作成したJIS機械製図の図示法に基づいたユーザ・コマンドの出力図形である。

ユーザ・コマンドは、大別して2種類作成し、⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾一つは使用率が高く、エレメント数の多いJIS規格

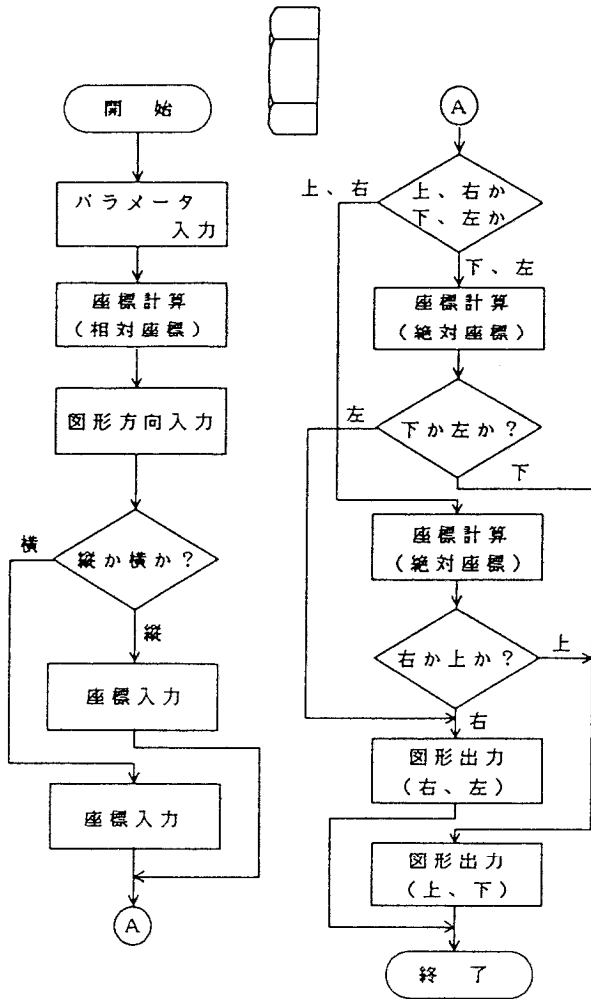


図3 ナットとナットのフローチャート

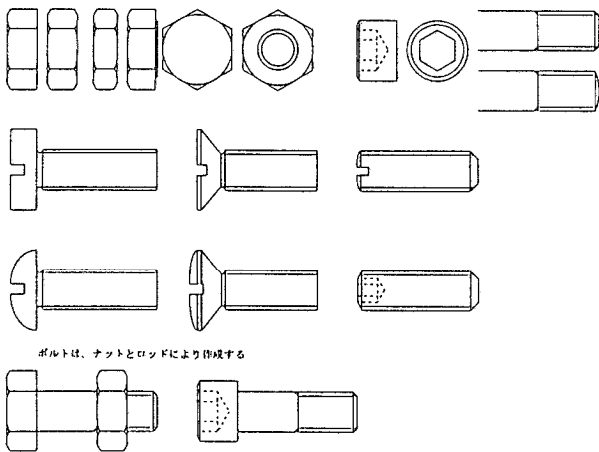


図4 ユーザ・コマンドの出力図形

部品のユーザ・コマンドで、例えばボルトは頭部とネジ部を組み合わせることにより出力できる。もう一つは図面作成上省力化に有効と思われるユーザ・コマンドである。特に日本語ワープロ機能においては、諸手続き（ダウンフォントロード、文字の大きさ・向き・

間隔、文字変換ビューの指定等）を行う必要があり、煩雑であったが、この操作をユーザ・コマンド化することで煩雑さと誤入力を防ぐことができる。

図1に各設計課題例のJIS規格部品に対するユーザ・コマンド化された割合を示しているが、JIS部品総数816個に対するユーザ・コマンド化した割合は、58.1%である。

V メニューシートの作成と省力化の比較

図5は、同図図面を作成するときを使用されるコマンドの頻度を調べたものである⁽¹²⁾⁽¹⁴⁾。主に図形作成コマンドと図形編集コマンドの使用率が高くなっている。当短大のCADシステムの配置では、デジタイザ（メニューシート）上のコマンドを選択する場合、左下から中央周辺が腕だけの移動で行える範囲である。新メニューシートを作成するにあたり、操作性を考慮して（1）使用頻度の高いコマンドは、腕だけの移動で行える範囲に配置する。（2）コマンド群の分類と抽出は、汎用メニューシートと同様なコマンドグループとし、汎用メニューシートの3次元コマンドを除き2次元機械設計製図に必要なコマンドとする。（3）コマンドグループは、日本語とする。以上3点に留意して作成した。新メニューシートは、授業においても全EWSで使用できるようにホスト（IG252）に登録している。

図6に汎用メニューシートと新メニューシートを示す。省力化の比較は、ユーザ・コマンド化率がそれぞれ異なる図7に示すような歯車減速機の正面図（68.5%）および右側面図（45.7%）、歯車ポンプ正面図（28.2%）の3課題を対象とした⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾。図面作成にあたっては2名の図面作成者が二つのメニューシートを同程度に操作できることを配慮した。省力化の割合を図8に示す。同じ図面を2度作成すると、当然のことながら2回目の作成時間が速くなる。これは既に作成手順、寸法、コマンド等を図面作成者が記憶しているためである。そこで縦軸には汎用メニューシートで図面作成に要した時間に対する新メニューシートで図面作成に要した時間の割合、横軸にはエレメント総数に対するユーザ・コマンド化したエレメント総数の割合（コマンド化率）をとった。図右下に近くなると省力化が進んだことになる。

図面作成の順序は、対象とした3課題の各課題毎に1回目新メニューシート、2回目汎用メニューシートの順で行ったものを黒丸印で、1回目汎用メニューシート、2回目新メニューシートの順で行ったものを白丸印で示した。例えばコマンド化率28.2%の縦軸二

つのデータは、歯車ポンプを2名の図面作成者がそれぞれのメニューシート順に従って作成した時間比較である。そのほかも同様である。

その結果、黒丸印では、1回目に新メニューシートにより作成しているにもかかわらず、全て汎用メニューシートより短い時間で仕上がっている。また白

丸印では、その結果がより顕著である。データ点は少ないが、全体として矢印の方向へ向かっていることが推察できる。

ユーザ・コマンド化されたJIS規格部品が多い設計課題ほど時間短縮されていることを示している。

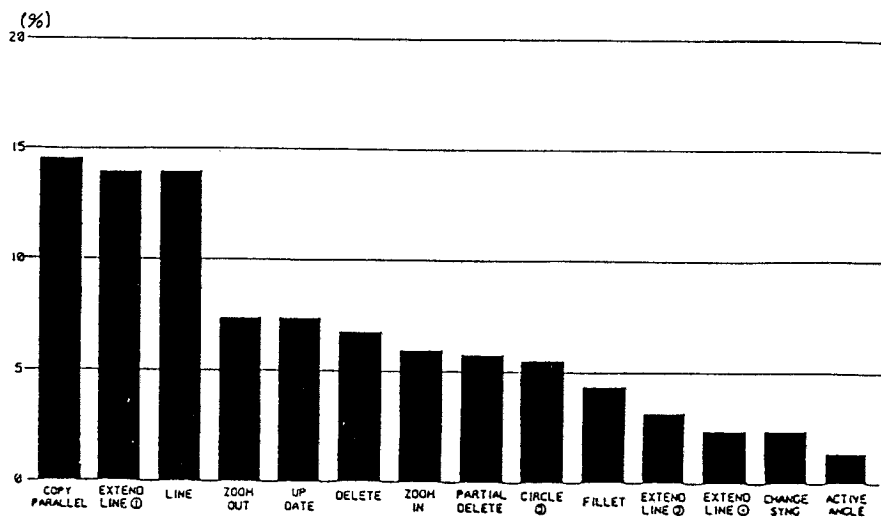
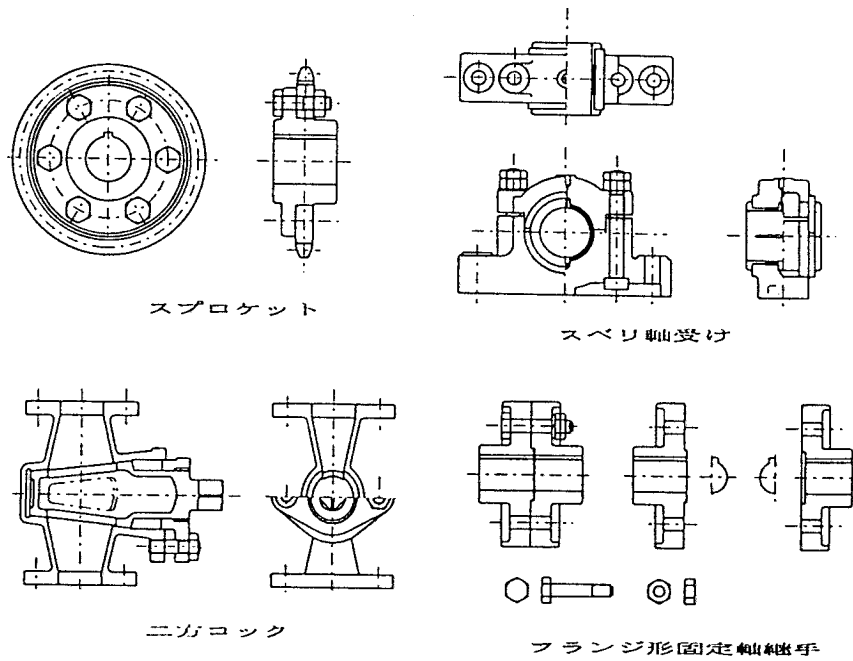


図5 図面と使用頻度

INTERGRAPH

This menu sheet for INTERGRAPH CAD is organized into several sections:

- Top Section:** Lists various modules and their associated keyboard shortcuts, including FEED, FILES, PLOT, DIMENSIONING CONTROL, and others.
- Central Grid:** A large array of icons representing different CAD functions, such as dimensioning (LINEAR, RADIAL, DIM SCALE), plotting (PLOTS, PLOT), and editing (MOVE, COPY, DELETE).
- Bottom Section:** Contains additional lists of commands and shortcuts, including 'USER COMMANDS' and 'REFERENCE FILE MANIPULATIONS'.

A.P.C. MENU SHEET

This menu sheet for A.P.C. CAD is organized into several sections:

- Top Section:** Lists various modules and their associated keyboard shortcuts, including FEED, FILES, PLOT, DIMENSIONING CONTROL, and others.
- Central Grid:** A large array of icons representing different CAD functions, such as dimensioning (LINEAR, RADIAL, DIM SCALE), plotting (PLOTS, PLOT), and editing (MOVE, COPY, DELETE).
- Bottom Section:** Contains additional lists of commands and shortcuts, including 'USER COMMANDS' and 'REFERENCE FILE MANIPULATIONS'.

AM=A.P.C.I.M

□ : 作成したユーザ・コマンドの配置箇所

図6 汎用メニューシート(上)と新メニューシート(下)

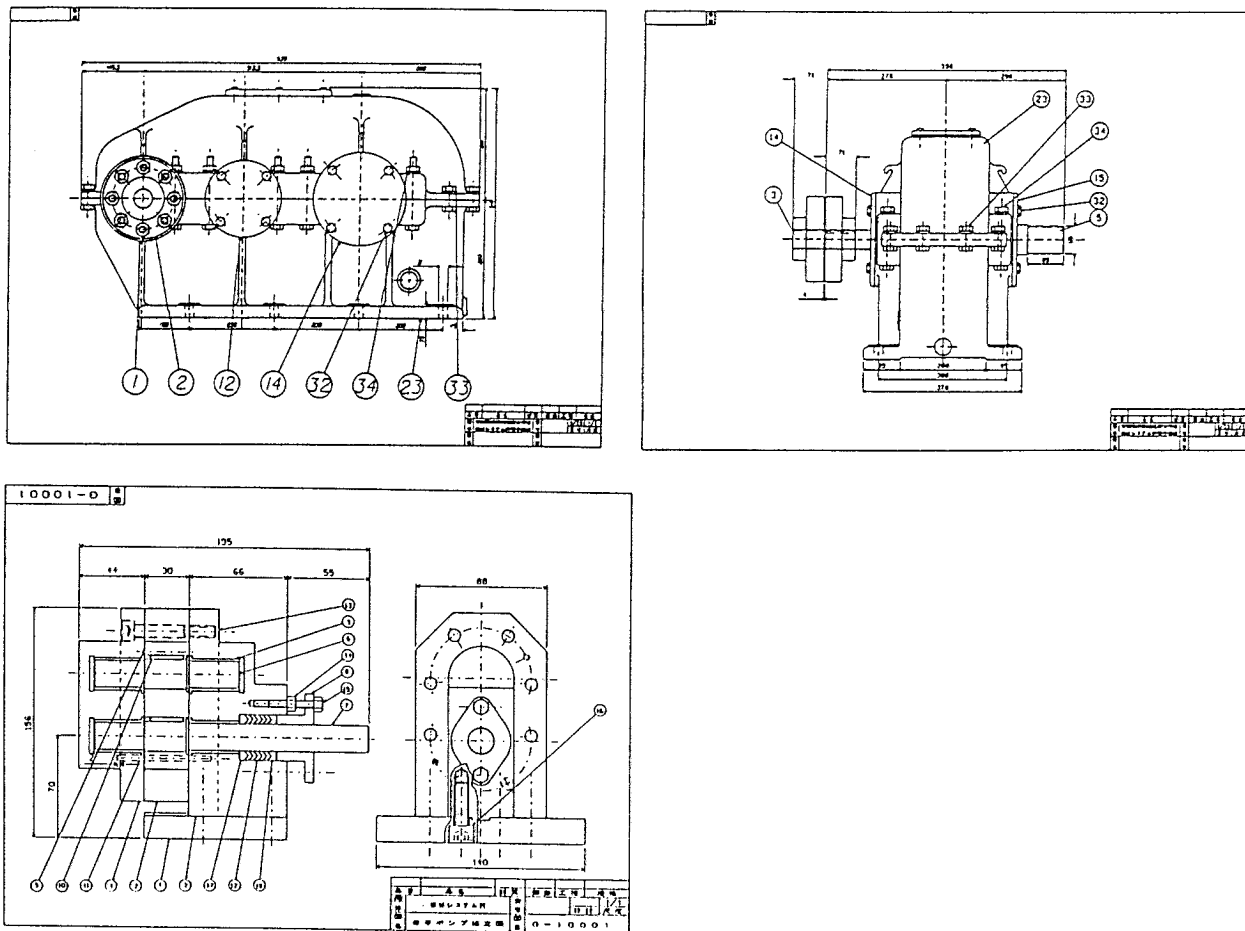


図7 メニューシートの比較課題

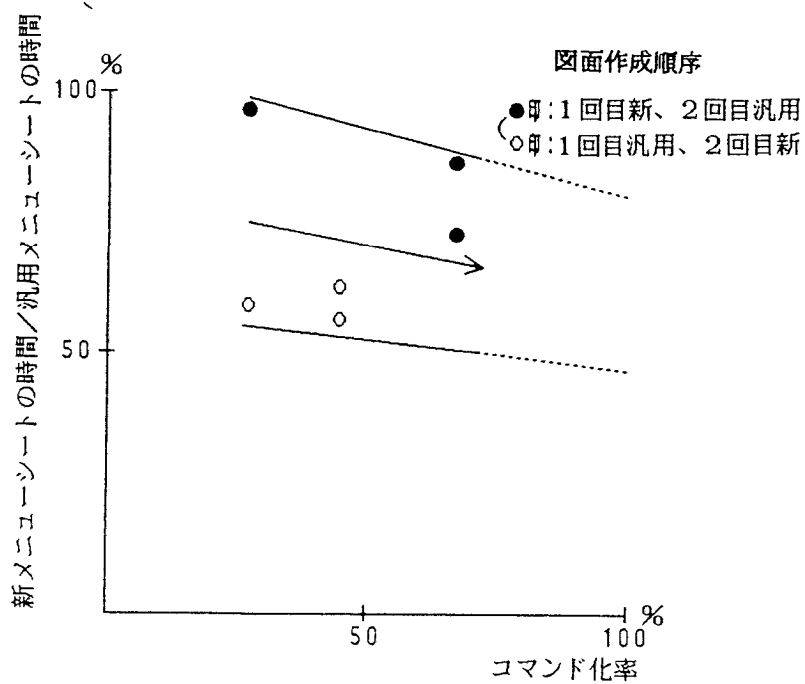


図8 メニューシートの比較結果

VI まとめ

- (1) J I S規格部品の特に締結用機械要素のユーザ・コマンド化は、省力化に有効である。
- (2) ユーザ・コマンドは、対話形式となっている。
- (3) J I S規格部品以外のユーザ・コマンドも省力化に有効である。
- (4) 新メニューシートのコマンド配置と日本語によるグループ分けは、使いやすい。
- (5) 今回作成したユーザ・コマンドおよびユーザ・コマンドを配置した新メニューシートは、設計製図の省力化に有効であり、また本学の2次元CADがカスタマイズされていることを示した。

VII おわりに

本短大では、授業(機械設計製図)の中で新メニューシートを使用して時間短縮を行い効果をあげている。学生に対して実施したアンケートでは、主にユーザ・コマンド、メニューシートの日本語によるグループ分け、コマンド配置等の順で評判が高かった⁽¹⁴⁾。

本テーマを進めるにあたり武藤工業の橋本氏、平成元年度の卒研究生佐々木、村木君、平成2年度の卒研究生瀬川さん、平成3年度の卒研究生小田桐君の協力に感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 成田敏明：第3回実践教育研究発表会予稿集(1990)
- (2) 小熊正：エンジンの設計製図、パワー社(1981)、巻末
- (3) 神宮敬：ポンプの設計製図、パワー社(1976)、巻末
- (4) 佐野京亮、笠松勇：旋盤の設計製図、パワー社(1977)、巻末
- (5) 佐野京亮：卓上ボール盤の設計製図、パワー社(1977)、巻末
- (6) 須藤敏男：歯車減速機の設計製図、パワー社(1978)、巻末
- (7) 松本守：ネジジャッキの設計製図、パワー社(1977)、P224
- (8) 市川義輝、他7名：歯車ポンプ、青森短大卒業製作資料(1986)
- (9) 岡野修一、新井泰司：機械製図図例集、共立出版(1982)、P74
- (10) 日本規格協会：JISハンドブック機械要素、日本

規格協会(1984)

- (11) 武藤工業：VMS/IGDS Interfaces for Programmers(1989)
- (12) 奥田保：3次元CAD/CAMシステムのカスタマイズ化に関する研究、青森職業訓練短大制御システム科卒業研究要旨集(1990)
- (13) 佐々木義博、村木淳一：2次元CADのカスタマイズ化(その1)、青森職業訓練短大機械システム科卒業研究要旨集(1990)
- (14) 瀬川吏津子：2次元CADのカスタマイズ化(その2)、青森職業訓練短大機械システム科卒業研究要旨集(1991)
- (15) 小田桐富彦：2次元CADのカスタマイズ化(その3)、青森職業訓練短大機械システム科卒業研究要旨集(1992)