

設計製図教育における自学自習のための教材の開発

入江 司・井上 昌信・浅尾 晃通・種 健・阿部 雅二郎⁽¹⁾・藤野 俊和⁽¹⁾

Development of Teaching Material for Self-Study in Machine Design and Drawing Program

Tsukasa IRIE, Masanobu INOUE, Teruyuki ASAO, Takeshi TANE, Masajiro ABE and Toshikazu FUJINO

Abstract

Recently, the production using a computer developed rapidly in the manufacturing industries. Therefore, a CAD/CAE system has been introduced into many universities and colleges of technology. The students of upper grades learn CAD system at many schools, because CAD is treated as mere modeling tools. On the other hand, the drawings lessons have been decreased year by year due to lessening in acquire credits. Hence, the problems of less intelligibility of the students have been arisen. This induced developing the CAD self-learning system that enables the lower grade students to understand the basic elements of mechanical design and drawings.

Key words: Mechanical design, Mechanical drawing, 3D-CAD, CAE, Self-learning system

1. まえがき

製造業では、コンピューター支援によるものづくりのデジタル化が急速に進み、高専・大学の設計製図教育にもCAD/CAEが導入されるようになった^{(1)~(7)}。しかし、CADが単なるモデリングの道具だけになるのではとの危惧から、低学年で手書きによる設計製図の基礎基本を理解させてから、高学年でCADを利用するカリキュラムの高専がほとんどである。しかし、高専開校時に比べて、修得単位数は大きく減少し、北九州高専における設計製図関連の授業時間も大幅に減少し学生の理解度が低下しているという問題が生じている。

そこで、低学年より手書きとCADを併用して活用し、設計製図の基礎基本を理解するとともに低学年からCADによる設計製図を修得するための学習教材を開発することにした。また、この教材は、学生が自学自習できるシステムとして構築する。

2. カリキュラムの変遷

表1に北九州高専機械工学科における主要な年度の設計製図関連の授業時間数を示す⁽⁸⁾。開校当初の1970年度に比べて、2010年度では単位数の合計は半分に満たない10単位しか開講されていない。1989年度からCAD演習が開講されているが、2次元CADであり、手書きに比べて出来上がりは綺麗であるが、設計製図の基礎基本を理解するという点におい

表1. 主要年度の設計製図関連の授業時間数

年度	授業科目	学年別単位数					設計製図課題
		1	2	3	4	5	
70	図学	2		1			22 歯車減速機・ボイラー 天井走行クレーン 渦巻ポンプ・ガソリンエンジン
	機械製図	3	3	3			
	設計製図				6	5	
89	図学	2					17 手巻きウインチ ヘリカル減速機 渦巻ポンプ
	機械製図	3	3				
	CAD演習			3			
	設計製図				3	3	
92	機械製図	3	3				13 手巻きウインチ ヘリカル減速機 渦巻ポンプ
	CAD演習			3			
	設計製図				2	2	
10	基礎製図	2					10 手巻きウインチ トランスミッション 渦巻ポンプ
	機械製図		2	2			
	設計製図				2	2	

(1) 長岡技術科学大学

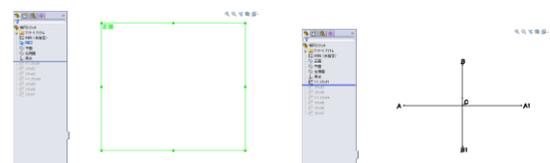
ては、授業時間の減少を補うものではなかった。残念ながら高学年になっても、三角法による三面図が理解できない学生が出てきたのも事実である。

このような状況の中で、新しい設計製図教育のために3次元CADを導入する計画が進み、2007年に「SolidWorks 2006-2007」(以後CADと称す)を導入することになった。CADは操作履歴を保持する機能があり、スケッチやモデルの作成順序を把握することができるので、作成手順の履歴を見ながら自学自習が可能なテキストを作成することができる。

3. スケッチ機能による平面図形

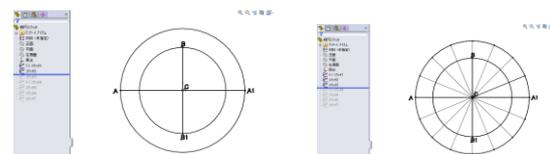
コンパス・三角定規・ディバイダなどの製図道具を用いて、幾何学的に平面図形を描く用器画法は設計製図の入門としては有用なことである。この平面図形作成を理解するためにCADのスケッチ機能を利用して、作成の手順をスケッチの履歴として残して平面図形を作成する。学生は、与えられた課題を最初は履歴にしたがって手書きで作成し、次にCADによって作成する。

一例として、図1に楕円を描く手順を示す。



(1) スケッチ平面を選択

(2) 長軸100mmと短軸70mmを描く。



(3) 長軸、短軸を直径とする円を描く。

(4) 円を等分する。(この場合16等分)

図1. 平面図形の一例(楕円)

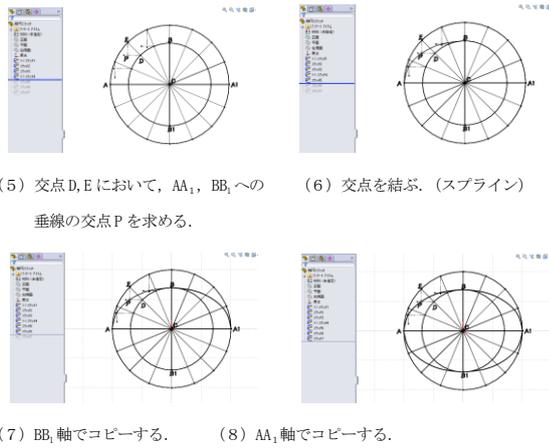


図1. 平面図形の一例 (楕円) (続き)

図2から図4に同様にして作成した平面図形を示す。

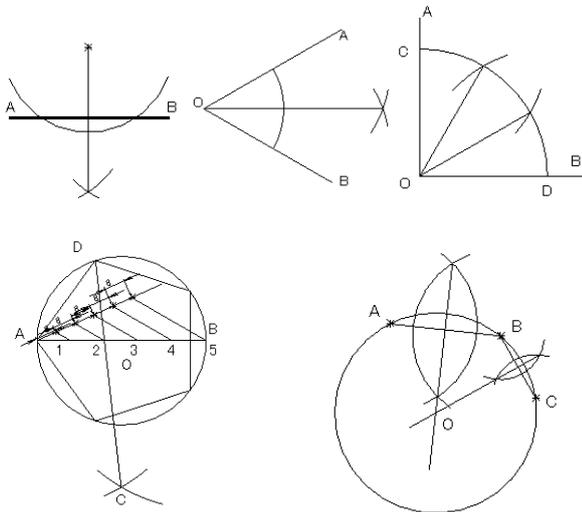


図2. 平面図形の一例 (線分・角・正多角形・円弧)

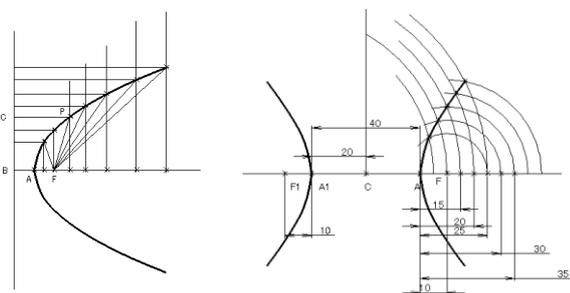


図3. 平面図形の一例 (放物線・双曲線)

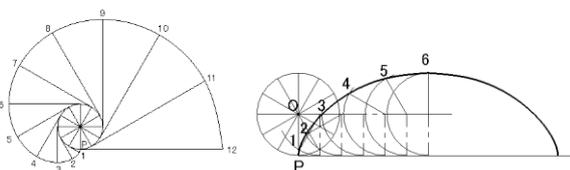


図4. 平面図形の一例 (インボリュート・サイクロイド)

4. モデリング機能による投影法の習得

機械技術者にとって、図面を描けて読めることが何よりも必要なことである。製図教育では、投影法を理解させ、等角投影や斜投影で描かれた立体を三角法による三面図(正面・平面・側面)として描き、またその逆を繰り返すことにより図面を描けて読める技術を習得する。

この技術習得のためにも CAD は有効に活用できる。図5は CAD により立体を第1角法と第3角法で描いたものである。(尚、以後は第3角法だけを利用するものとする。) 学生は後ほど記述する市販の製図用部品により繰り返し演習することで、視覚的な効果もあり短時間で図面を描けて読める能力が養われる。

また、CAD の部品のモデリング機能では、図5に示すように立体は等角投影で表現されるが、立体を表現する方法として、図6の斜投影を理解することも必要である。

この部品のモデリングと第3角法を理解することにより、図7の断面、図8の相貫体および図9の展開図など従来図学で習得した能力も CAD による学習することができる。

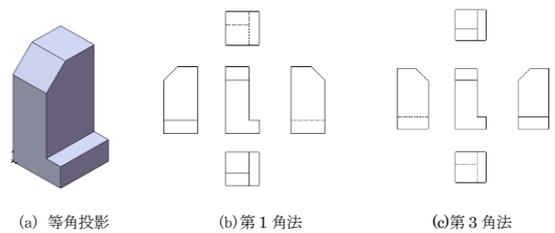


図5. CAD による第1角法と第3角法

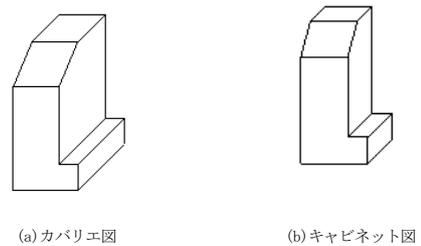


図6. 斜投影

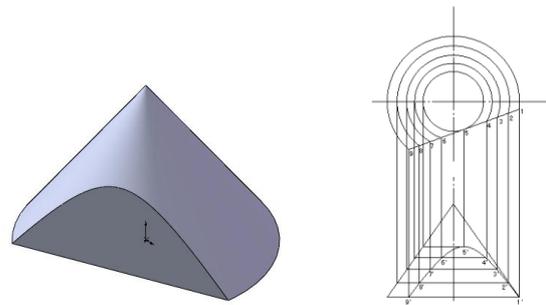


図7. 断面

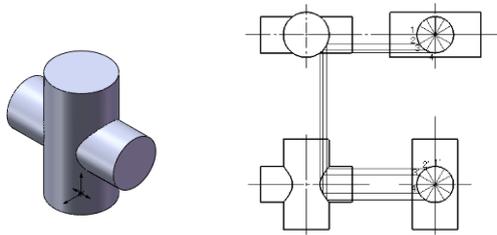


図 8. 相貫体

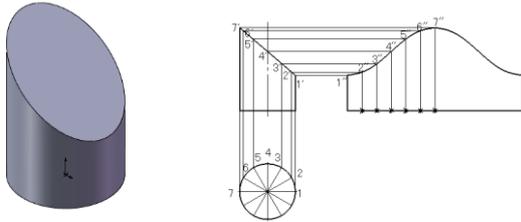


図 9. 展開図

5. 投影法の演習

投影法の習得のためには、何よりも演習を繰り返すことである。図 10 は市販の木製の製図演習用部品である。また、図 11 に独自に作成した投影法演習用紙を示す。等角図、斜投影図および三面図がフリーハンドで描けるようになっている。

学生は、最初は構造が簡単な木製の製図演習用部品を選択し、等角図、斜投影図および三面図がフリーハンドで描く。すなわち製図道具を使用しないでスケッチの能力を養うことに教育の重点をおく。従来の製図教育と CAD を活用することの最も異なる点である。

このとき寸法は考慮する必要はないが、演習を繰り返すうちに実際の形状に近い等角図、斜投影図および三面図が描けるようになる。



図 10. 木製の製図演習用部品

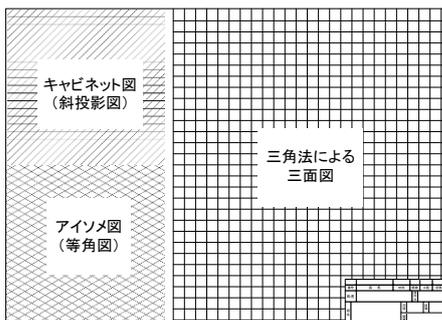


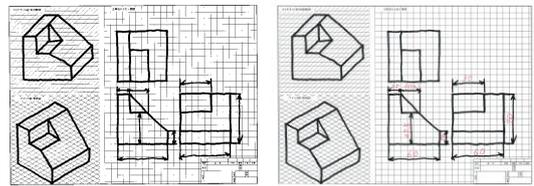
図 11. 投影法演習用紙

図 12 に演習の一例として図 10 で示した部品のスケッチを示す。ここでは、寸法が重複したり基準面からの寸法などはあまり考慮する必要はなく、製図の段階での情報が漏れないように注意させる。

次にノギスなどの測定器により寸法を測定し図 12(b) のように記述する。

図 13 に CAD による図面を示す。CAD による図面は指定されたフォルダにファイルとして保存されているので、学生はそのファイルを見ることにより、自分の課題が正解かどうか確認することができる。放課後など課外時間に演習室で自学自習ができるようになっている。

図 14 にフォルダに保存されている部品の一例を示す。学生は、最初は簡単な部品から演習を行い、最終的に複雑な部品まで理解できるようなる。



(a) スケッチ (b) 寸法測定・記入

図 12. 木製の製図演習用部品による演習

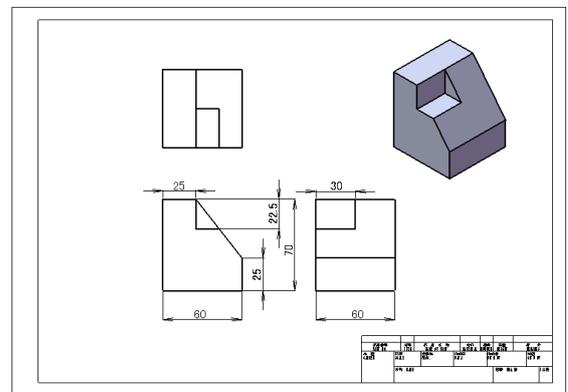


図 13. CAD による図面 (所定のフォルダに保存されている)

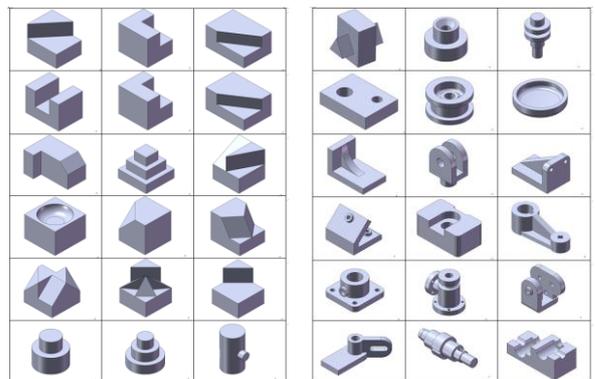


図 14. フォルダに保存されている部品の一例

6. 工作法を考慮したCAD

図面作成にあたり、工作法のことを考慮する必要がある。CADを活用して加工の手順を考えながら図面作成を行う一例として、図 15 の小型ねじジャッキ本体のCADを示す。この小型ねじジャッキは実際に北九州高専の工作実習で製作しているものである。

はじめに図 16 に示すような旋盤のチャックを用意する。材料を取り付けるチャックの内径寸法は、「合致」において中心からの距離を指定することで変化できるようになっている。

部品の完成外径寸法は 48mmであるので、JIS G 4051 の丸鋼 50mmの材料を加工することとする。このように材料の材質、寸法から考えさせる。図 17 は、実際に加工する手順を考えてのCADで(a)材料の取り付け、(b)ドリルによる穴加工、(c)外形加工、(d)形状加工、(e)面取りおよび(f)突切り加工の手順を示す。学生は、CAD 利用して加工の原理を理解したうえで実習を行うことによって、製図と加工の関連を理解できる。

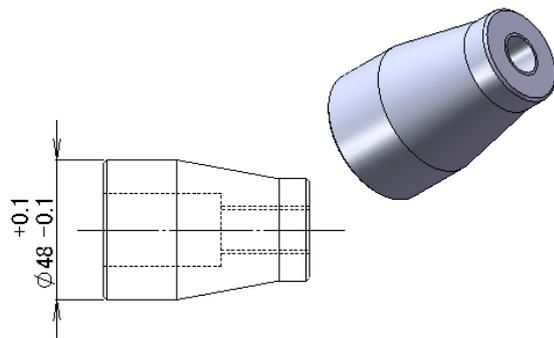


図 15. 小型ねじジャッキ本体部品

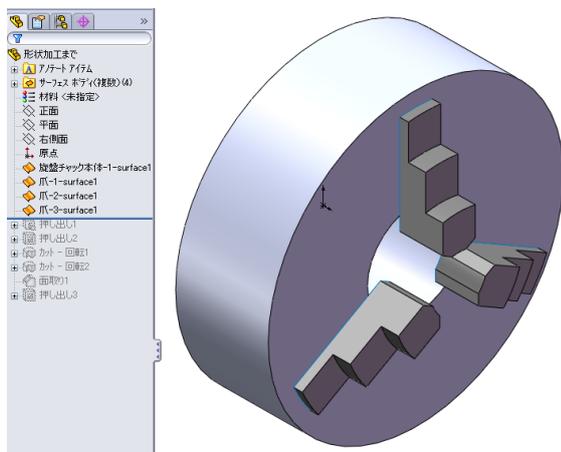


図 16. 旋盤のチャックのCAD

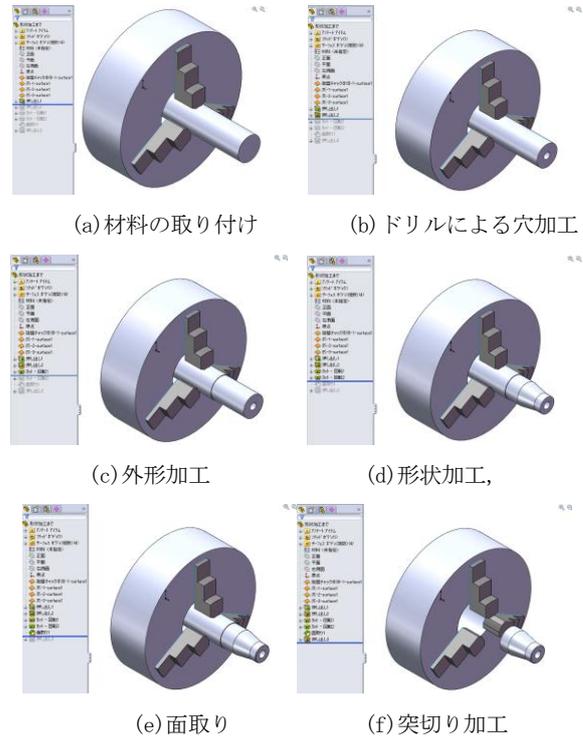


図 17. 加工手順を考慮したCAD

7. CADによる製図および設計製図

上述したように低学年で手書き（フリーハンド）とCADで投影法を習得すれば、高学年では最初からCADで製図および設計製図を行う。本校では、まだその段階までっていないが、すでに用意している教材の一例を図 18 から図 22 に示す。

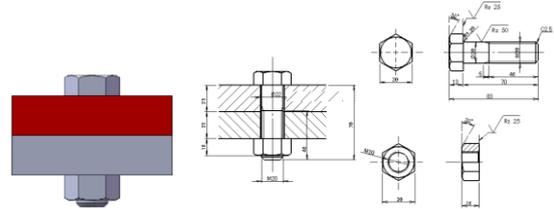


図 18. ボルトおよびナット

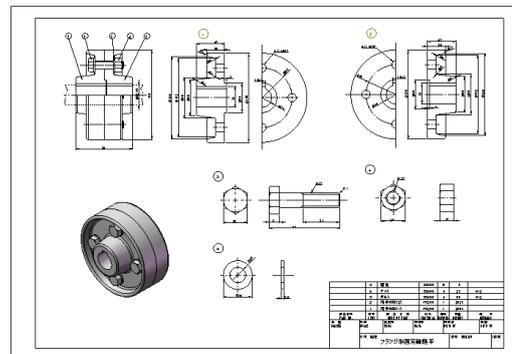


図 19. 固定形フランジ継手

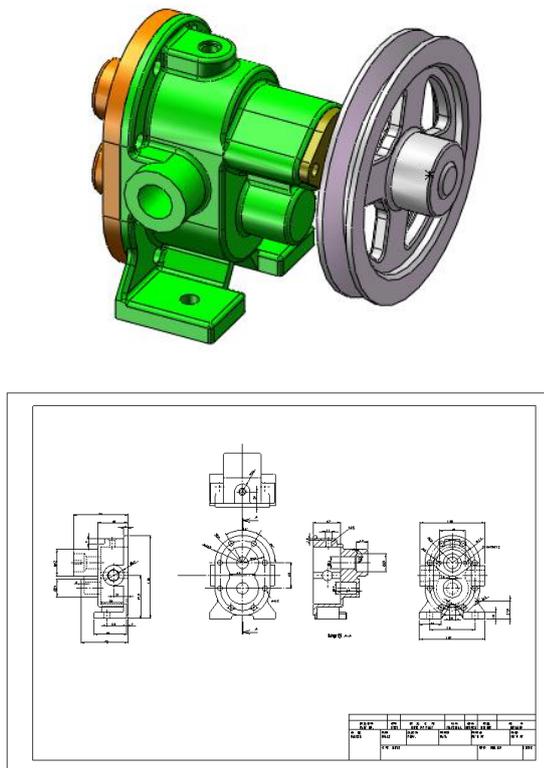


図 20. ギヤポンプ

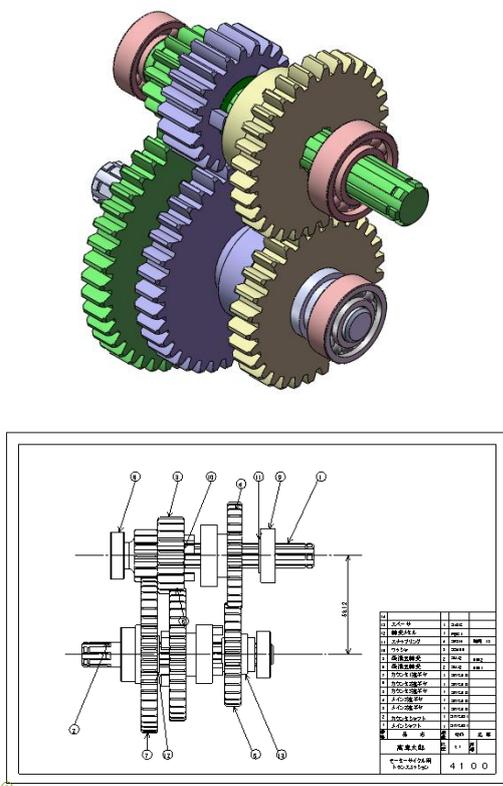


図 21. モーターサイクルのトランスミッション

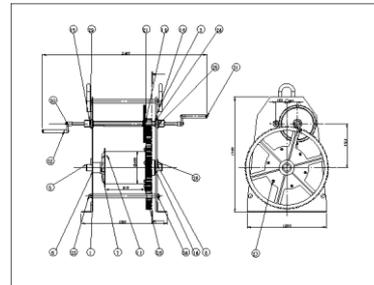
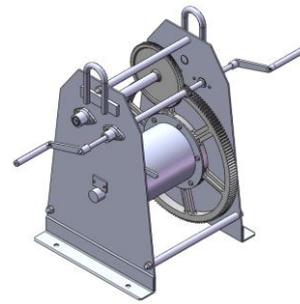


図 22. 手巻きウインチ (ブレーキは省略)

7. まとめ

製図および設計製図の時間数の大幅な減少による設計製図能力の低下を防ぐために、CAD による設計製図学習教材を開発した。学生は、このシステムを利用して時間外でも学習することが可能であり、今後の機械製図教育に役立てていきたい。

なお、木製の製図演習用部品の CAD は平成 21 年度卒業研究の一貫として学生によってモデリングおよび図面の作成が行われた。

文 献

- (1) 浅尾晃通・ほか 5 名：三次元 CAD/CAM/DNC 導入における教育・研究事例と今後の展望，論文集「高専教育」，第 28 号，pp. 203-208，(2005)
- (2) 石塚和則・ほか 2 名：3 次元 CAD 教育と連携する CAM 実習教育の実践，論文集「高専教育」，第 30 号，pp. 257-262，(2007)
- (3) 大石哲男・ほか 5 名：設計製図の授業を活用したものづくり教育の取り組みとその評価について，論文集「高専教育」，第 32 号，pp. 327-332，(2009)
- (4) 北條恵司：高専における機械設計製図教育に関する提案，論文集「高専教育」，第 31 号，pp. 13-17，(2008)
- (5) 北條恵司：機械製図教育における 3 次元 CAD 実習課題と評価の方法，論文集「高専教育」，第 33 号，pp. 347-351，(2010)
- (6) 多田博夫・ほか 3 名：3 次元 CAD から始める製図教育，論文集「高専教育」，第 33 号，pp. 185-190，(2010)
- (7) 富永学：茨城高専機械システム工学科における CAD 教育の取り組み，論文集「高専教育」，第 33 号，pp. 73-77，(2010)
- (8) 入江司・ほか 7 名：北九州高専機械工学科における設計製図教育の変遷と今後の展開，論文集「高専教育」，第 25 号，pp. 347-351，(2002)

(2010 年 10 月 13 日 受理)