



東京学芸大学リポジトリ

Tokyo Gakugei University Repository

製図学習に関する指導方法の研究： CAD指導方法の提案とともに

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-01-21 キーワード (Ja): キーワード (En): drawing guiding method, drafting-education, Design and Craft 作成者: 鉄矢,悦朗 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2309/00173492

製図学習に関する指導方法の研究

— CAD指導方法の提案とともに —

鉄矢 悦朗*

美術・書道講座（美術分野）

（2021年8月30日受理）

TETSUYA, E.: Research on Guiding Methods of Drafting-education: Include the Proposal of the CAD Guiding Method. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Division of Arts and Sports Sciences., 73: 111-125. (2021) ISSN 2434-9399

Abstract

In recent years, opportunities to use technical drawings have decreased in our daily lives. Such as how to handle electrical appliances. That are changing the way significantly from the information on paper like drawings, to new video media such as Youtube. Regarding drafting-education, not only high school "crafts" but also elementary school "math" and "drawing work", junior high school "art" "technology" "home economics", high school "home economics", etc have.

At Tokyo Gakugei University, there are 3 subjects based on national curriculum guideline for teacher's license such as "Zuhou (drawing method) / Seizu (drafting)" in the Art department, "Basic drafting" in the Technical department, and "Housing design drafting" in the Home economics department.

This paper considers the content about Research on guiding methods of drafting-education by below four. ①From the view of drafting-education, grasp the historical context while referring to past research and past curriculum guidelines, and know the process leading up to the current situation. ②Verification of the curriculum by organizing subjects related to drafting-education at Tokyo Gakugei University. ③Reflecting on the author's practical design education related to the utilization of drafting -education, checking the acquisition of drafting abilities such as the drafting ability acquired through practice and the relationship between the design of VR space and drafting. ④Consideration from interview surveys with graduates who have taken "Zuhou (drawing method) / Seizu (drafting)" and who understand teaching at university.

Based on these studies, we report and propose CAD training that has been improved and practiced since 2003. Then, 3 environments for skill acquisition, which are the points of instruction, 1) repeatable environment, 2) step-up environment, and 3) self-evaluation environment are presented.

Keywords: drawing guiding method, drafting-education, Design and Craft

Department of Fine Arts and Calligraphy (Art), Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan

* 東京学芸大学 美術・書道講座 美術分野（184-8501 東京都小金井市貫井北町4-1-1）

要 旨

近年、図面を使う機会が暮らしの中から減っている。たとえば、電化製品等の取扱の説明などは、図が描かれた紙の情報から、画像やYoutubeのような動画解説など、メディアによってよりわかりやすくなってきている。

製図学習に関しては、高校「工芸」だけではなく、小学校の「算数」や「図画工作」、中学校「美術」「技術」「家庭科」、高校「家庭科」などに、展開図や間取り図、透視図法、製図などを通じて行っている。本学においては、免許科目として美術科に「図法・製図」、技術科に「基本製図」、家庭科に「住宅設計製図」があるのが現状である。

本稿では、図学、図法、製図などを含めた製図学習に関する指導方法について、以下4つの構成で研究を行なった。①製図学習という切り口で既往研究や過去の学習指導要領などを参照しながら歴史的な脈をとらえ、現状に至るプロセスを知る。②東京学芸大学における製図学習に関する科目の整理しカリキュラムを俯瞰する。③製図学習の活用に係る筆者の実践的デザイン教育を省察し、実践を通じて獲得する製図能力やVR空間のデザインと製図の関係など、製図に関する能力獲得について言及する。④「図法・製図」の受講経験者であり、大学で教えることを理解している卒業生へのヒアリング調査を通じて教わる視点からの考察を行う。

これらの研究を踏まえ2003年より改善を重ねて実践しているCADトレーニングを報告・提案する。そして指導のポイントである技能習得のための3環境：1) リピータブル環境 2) ステップアップ環境 3) 自己評価環境を提示する。

キーワード：製図指導の方法、製図学習、デザインと工芸

1. はじめに

本稿は、製図学習¹⁾に関する教育活動や成果等の省察を通して、製図学習の指導方法の在り方を考察するものである。

筆者は、2003、2004年度と東京学芸大学において「図法・製図」²⁾の担当をしていた。その後は主として太田朋宏が担当³⁾をしてきたが、太田の定年退職などから、筆者が再び担当する可能性が高まっているため、原点に立ち戻る意味でも、「図法・製図」教育について整理する。「図面」というものは、記号である。伝えるための記号であり、平面(2次元)に記述・記録のための記号である。そのため共通のルールというものが図法と呼ばれるものである。3次元の立体を2次元の平面に表し伝えるためには、共通ルールを応用して伝える工夫が求められる場合もある。」このような考えに著者が至っている背景には、著者が建築教育を通じて図面を描くことを学んだことが根本にある。図面をもとに自分が作るのではなく、施主、建設会社や工務店など他者がその図面を読み取り、作り上げていくことが建築の中での図面やスケッチの扱いである。(図1はその参考例)一方で、教科「工芸」の2018(平成30)年告示の指導要領では、「発想や構想したことを基に創造的に表す技能」⁴⁾とされ、幅広い意味での図面やスケッチと考えることもできる。以上より、本研究で扱う「図法・製図」は、高校の免許教科「工芸」の「教科に関する専門的事項に関する科目」⁵⁾に位置づいているものであるものの、「発想や構想したことを基に創造的に表す技能」としての図面やスケッチと称される部分の指導も含んでいる。

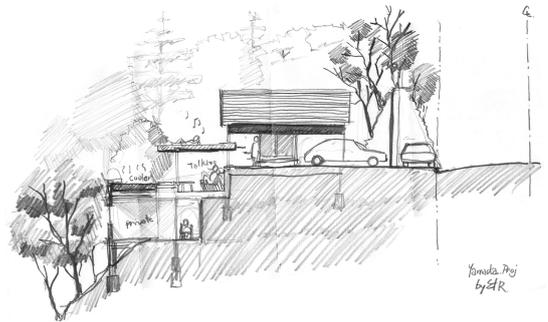


図1 筆者の断面検討図より

我々の製図学習は、折り紙の折り方の読図からスタートし、小学校の算数で行う展開図など様々な教科や活動で取り入れられながら、暮らしに活用できる能力として定着している。図2は、ミニ四駆と呼ばれる玩具の説明図⁶⁾。図3は、洗濯機の取扱説明書⁷⁾にある図。ともに透視図法で描かれている。これらを理解すること、つまり、読図する能力は、高校の工芸を履修しなくても獲得できる⁸⁾ように、学びが構築されている。しかし、このような図やスケッチを描くとなると、描ける人は限られている。

また、筆者の感覚では暮らしの中で読図する機会が急激に減っている。図4⁹⁾で示すように、図面で示すより高精細な写真で示す方が読図より直感的だからであろう。加えてQRコードの普及やメーカーのWebサイトの工夫

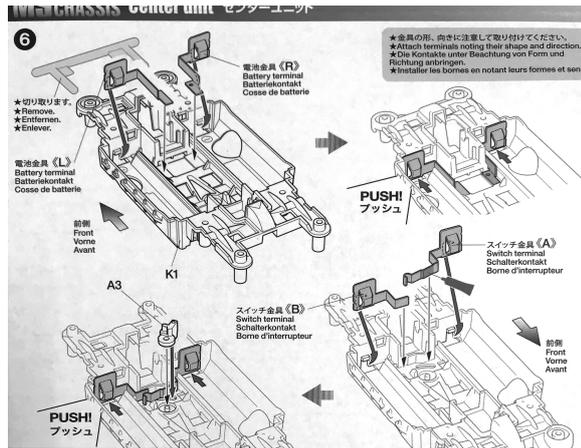


図2 ミニ四駆説明図 (部分)

各部のなまえ・付属品

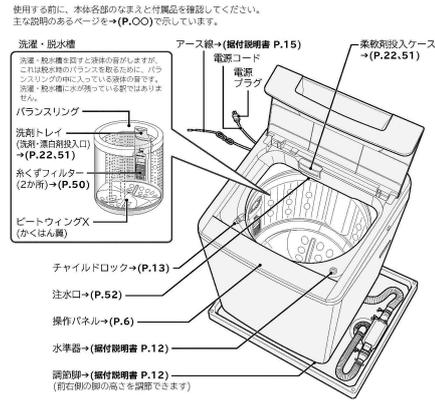


図3 洗濯機取扱説明図 (部分)

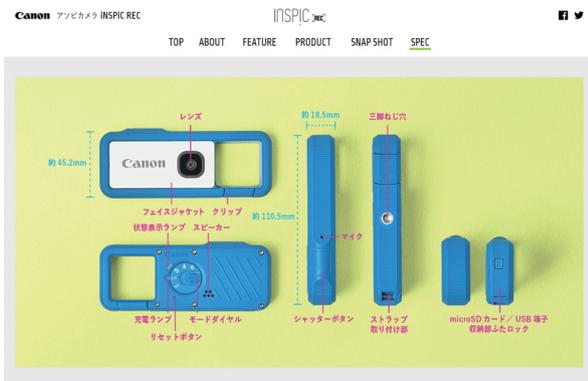


図4 カメラのスペックWebサイトから

やYoutubeなどの動画サイトを使った解説などWebメディアの充実が要因と考える。

以上のことを研究の背景としながら、本研究は、製図学習に関する指導方法を考察するために、歴史、現在、活用実践、振り返りの4側面から①既往の研究を参照しながら製図学習の歴史的文脈の概観、②本学における製図学習に関する科目の整理、③製図学習の活用に係る実践の省察、④本学の製図学習を受け教育者となった卒業生へのヒアリング調査、という構成とし、最後に製図学習のCADトレーニングを報告・提案する。

2. 製図学習の歴史的文脈

様々な教科にまたがる製図学習について焦点を当てた研究は少ないが、美術教育、技術教育および過去の学習指導要領などから歴史は概観できる。中でも工芸教育の全体像については大坪圭輔による「工芸教育」(武蔵野美術大学出版局)の第3章「手工教育の変遷」と第4章「工芸教育の変遷」にまとめられている。さらに、戦後の「図法・製図」教育の側面からは、下記の富澤富士雄の2研究論文と、文部省による「中学校美術指導資料 第2集 工芸の指導」¹⁰⁾のXI章にある「学習指導要領における工芸指導の系譜」(1974)を参考とした。

2005年の富澤による「1947年版学習指導要領図画工作編にみる新制中学校図画工作科の製図・図案学習の位置と役割」¹¹⁾によれば、1967年に山形寛が「日本美術教育史」で図画工作科の成立過程に言及し、その後、1986年の森下一期による「図画工作科の成立過程について」によって連合国軍最高司令官総司令部の民間教育情報局教育課文書、『戦後教育資料』を紐解き研究を著し、図画工作科の作成過程に関する研究を技術教育学の面から格段に進展させたと言及している。富澤はそれらに加えさらに連合国軍最高司令官総司令部の民間教育情報局教育課文書として「会議報告 (Conference Report)」「週間報告 (Weekly Report)」の資料を分析し、製図・図案学習と製作学習を担う技術教育の役割と意義の重要性を示している。

富澤が技術教育をベースにした研究者のため研究では、技術教育の役割を強調しているが、図画工作科の指導要領の作成過程に関する研究として、技術力の発展の基礎が工作教育に負わせているところは興味深い。

2006年に富澤は「1951年版学習指導要領図画工作編における製図学習の特質」¹²⁾で「製図学習を小・中・高校の9年間にわたり発展的に再編した点で、戦後日本の国民教育に図画工作教育を通して、小・中・高校の一貫した製図教育を実現しようとした。」と指摘している。これは、1947年版と当該論文内で呼ばれている学習指導要領一般編(試案)昭和22年度の図画工作編の製図学習と1951年版への変更プロセスと比較等を通して、製図学習の特質を明らかにしたものである。しかし、1951年版学習指導要領では「4. 各教科の発展的系統/各教科はそれぞれ一般目標の到達について責任を分かち合い、全体として児童生徒のつりあいのとれた円満な発達に寄与するものである。

このことについては、すでに述べたところである。この節の目的は、各教科は、どんな内容を持ち、そしてその内容は学習者の発達とともにどのように発展するかということをはっきりと示すこと、言い換えれば、児童・生徒の学習経験の発展の全体的な見とおしを与えることにある。この学習経験の全体的な発展の見とおしは、教師が自己の担当する学年の児童や生徒の経験の発展段階をおおづかみに知り、適切な指導計画をたてる助けとなるであろう。」とあり、特に製図学習のみ小・中・高校の一貫したものが記されたわけではなく、他の教科においても発展的系統を示した。具体的には、富澤の研究の中で指摘した「学習指導要領 一般編（試案）」昭和26年（1951）改訂版において工作の中で製図指導について記されている「製図の指導は、工作的表現には密接な関連を持つもので、小学校では、製作に附随して、展開図の初歩から出発し、学年の進むに従って投影図法による製図や、中学校においては等角投影図法や、傾斜投影図法による製図も扱い、高等学校においては、普通一搬の図法や、製図法などを指導する。なお、計画的表示としての製図の指導と同時に読図もあわせて指導する。」¹³⁾と発展的に記述されていることは製図学習の歴史においても特筆すべきものである。

さらに、同じ一般編の（8）家庭ならびに職業に関する教科において表にある「項目」「7. 製図」では「基礎になる小学校の教科」の列には、図画工作、「関係する中学校の教科」の列には図画工作・数学、「この項目から発展する高等学校の教科」の列には、工業・農業・水産・商業が記されている。（表1参照）

また、同じ一般編の（3）算数、数学科の（c）図形では「中学校になると、図形相互の関係の著しいものとして、合同・相似を考えるようになり、図形そのもの持っている性質を明らかにし、これを測量や造形に適用するようになる。」と表記されており、製図学習の一端を家庭ならびに職業に関する教科で担うことへ移行していく様相が出現している。

表1 学習指導要領 一般編（試案）1951 4. 各教科の発展的系統（8）家庭ならびに職業に関する教科より

類	項目	基礎になる小学校の教科	関係する中学校の教科	この項目から発展する高等学校の教科
第1類	1. 栽培	理科・家庭	理科	農業
	2. 飼育	理科・家庭	理科	農業・水産
	3. 漁	理科	理科	水産
	4. 食品加工	理科・家庭	理科	農業・水産・工業
第2類	5. 手工作	図画工作・家庭	図画工作	工業・農業・家庭・家庭技芸・水産
	6. 機械操作	理科・図画工作	理科・図画工作	工業・農業・水産
	7. 製図	図画工作	図画工作・数学	工業・農業・水産・商業
第3類	8. 文書事務	国語・社会	国語・社会	商業
	9. 経営記帳	社会・算数	社会・数学	商業・工業・農業・水産・家庭
	10. 計算	算数	数学	商業
第4類	11. 調理	家庭・理科	理科	家庭
	12. 衛生保育	理科・家庭	理科・保健体育	家庭
	12. 衛生保育	理科・家庭	理科・保健体育	家庭

そして文部省の「工芸の指導 XII章 学習指導要領における工芸指導の系譜」によれば昭和33年（1958）の中学校学習指導要領から『「図画工作」および「職業・家庭」の教科も「美術」および「技術・家庭」の新しい教科として編成がえがなされた。これまでの図画工作科の実施から見てややもすれば図画工作科の内容のうち、工作や製図の学習は、時間もかかり、またいろいろな施設や設備、用具材料が必要なため、大切な学習でありながらも図画工作科として一つの教科の内容であると困難の多い工作の学習が行われない傾向があるとも考えられ、改訂に当たっては主として製図や工作の学習は新しく「技術・家庭」という教科を設けて、その中で指導することとなる』（新しい教育課程（文部省）p152）。とあり、教科「技術・家庭」へ製図が分岐していく。この昭和33年の指導要領が作られる準備の段階である昭和31年の年次経済報告（経済白書）¹⁴⁾において『もはや「戦後」ではない。』と記され「今後の成長は近代化によって支えられる。そして近代化の進歩も速やかにしてかつ安定的な経済成長によって初めて可能となるのである。」と結語に書かれた。つまり社会的にも近代化を支えていくものに見える化していく動向であった。前掲書の「工芸の指導」に『（1）改定の要点 ①図画工作科の内容（。表現教材－描画、図案、配置配合、工作、製図。鑑賞教材。理解教材）のうち、芸術性、創造性を主体としたものは、美術科で扱い、科学的、

合理的、技術的なものを主体にした図法、製図、工作は技術・家庭で取り扱うようにした。②デザイン教育を重視し、美術的デザインの基礎的な能力の育成に特に意を用いた。なお生産技術的デザインは、技術・家庭で取り扱うようにした。』とあり、日本の経済成長に必要な「科学的、合理的、技術的なもの」「生産技術的デザイン」の位置づけがこのようにして指導要領にも生じた。この歴史的な文脈の上に本学もあり、製図学習に関する科目は、技術科の「基礎製図」、美術科の「図法・製図」そして家庭科の「住居設計製図」の3つが開講されているのが現状である。

まだ歴史的にとらえられていないコンピュータを使った状況に関して考察を加える。平成30(2018)年の高校「工芸」の学習指導要領には、現在「製図」の文字はないが、指導要領解説に「スケッチや図面」という文言がある。指導要領をさかのぼると平成元(1989)年3月の高等学校学習指導要領では「スケッチ、図、模型などによるデザインの吟味」の部分に、図面関係の指導が記載されている。同時に「学校の実態に応じてコンピュータ等の機器の活用も考慮する。」とあり、ICT導入の始まりを感じさせる。筆者が担当していた2003年度で、すでにCAD(Computer aided design)が製図版を片隅に追いやる状況にあり、筆者自身が図面をコンピュータで描く状況にあった。その後、約20年で3Dプリンターが普及しはじめ、2020年の産業界におけるDX(Digital Transformation)推進施策の流れに乗ったメーカーの後押し¹⁵⁾もあり、学校現場にも3Dプリンターの導入が進んでいる。3Dプリンターが普及し、そのための3Dデザインデータを描くことも製図学習の一環である。また、建築界で活用が推進されているBIM(Building Information Modeling)は、3次元で可視化でき、様々な角度からデザインが検討できるデジタルツールである。これらは、デザインしたものを現実にする目的のツールである。また一方でゲームデザインなどで使われるVR(Virtual reality/仮想現実)空間・モノづくりは、一切現実にすることなく、仮想空間の中で完結できるものあり、現実とのつながりはモニターや3Dゴーグルとなる。

以上のように、我々は、歴史的な文脈で分化した製図に係る教育の現在と、立体を立体のままに記述、データ化できるように変革中の現状の両方を認識すべき位置にいる。

3. 本学における製図学習に関する科目の現状

本学のような教員養成大学では、製図学習に関する科目は、前項に示したように、家庭科、技術科、美術科に開講されている。前出の教育職員免許法施行規則に示された中学校教諭の教科に関する専門的事項に関する科目「リ 技術 木材加工(製図及び実習を含む。)、金属加工(製図及び実習を含む。)」と、高等学校教諭の教科に関する専門的事項に関する科目「チ 工芸 図法・製図」「ワ 家庭 住居学(製図を含む。)」に紐づいた科目である。各々の科目の2021年度の本学のシラバスの抜粋を以下の表2に示す。

表2 東京学芸大学 製図に関する科目 2021シラバス比較表

科目名	受講対象(単位区分)	対象と開講学期	ねらいと目標
基礎製図	初等教育教員養成課程ものづくり技術選修選択科目A(選択) 中等教育教員養成課程技術専攻必修科目(必修)	1年 春学期	ものづくり産業(製造業)の現場で最も重要なものの一つに、製図により作成された図面があげられる。製図は、設計者が製作物の機能や構造を技術者に伝達する重要な手法である。本講義では、技術・ものづくりの教育における指導者の立場から、製作品の設計内容を指導する上で、必要な寸法や材質、加工の方法などを理解しながら、図面を通して第三者に正しく伝える能力を養う。
図法・製図	中等教育教員養成課程美術専攻選択科目A(選択) 初等教育教員養成課程美術選修選択科目A(選択)	1年 秋学期	実務や教育の場で必要となる図法や製図について、特にその成立ちや原理を知り、図法や製図が物の形や位置関係を客観的に把握するために考え出された技術であること理解し、そのための作図法を身に付けることを目標とします。
住居設計製図	初等教育教員養成課程家庭選修選択科目A(選択) 中等教育教員養成課程家庭専攻必修科目(必修)	3年 春学期	住まいの設計製図の手法を実習を通して習得すること、住宅図面から住生活を読み取れるようになることを目標とする。

筆者は、建築教育がベースにあるため、他者が作ることを意識し、担当するデザインの課題（美術演習Ⅰ～Ⅳ）の中で、照明デザインの図面、椅子の図面、住宅の図面などを含んで課題の提出を求めている。図法や製図の力量を獲得するには、デザインの課題（他者と考え方を共有しながら試行錯誤する、毎時のエスキース¹⁶⁾や、最終プレゼンテーションを含め）とともに、学ぶことが有効だと考えているからである。

一方で上記の3つの科目には、共通した図法・製図のルールに関する基礎的な部分がある。集約できる部分もあるのではないかと。今後、対象となる学年の違いや専門部分、そして必修である理由なども含め検討の余地があることは明白である。

4. 製図学習に係る実践の省察

4. 1 「ヤギ観察施設のデザインと制作」¹⁷⁾ の場合

2002年後期から2003年4月までの期間に行った実践的デザイン教育である。学生約30名によって、附属小金井小学校に、ヤギ観察施設のデザインと実物制作を行ったプロジェクトである。

このプロジェクトの中で、①小学生が理解できる図にすることが求められた（図6）個人によるデザイン提案。②計画案を実際に作り上げる際に多くの制作者と共通した情報発信となる図面集という2つの図に関する機会があった。①についてはアイソメトリック的なスケッチと模型でデザインを提案する形が主流であった。これは小学生に対するプレゼンテーションが準備されていたことも要因であり、図面が全く描けなかったわけではないと推察する。一方の②では、一般的な平面図、立面図、断面図のほかにも多くの図面が当時3年生の小林直弘¹⁸⁾の手で描かれた（図5）。当時から小林は建築に興味をもっており、当時、武蔵野美術大学の建築学科の学生たちとも交流を持っていた。この小林が描いた図の中でも詳細図・スケッチと称される図面は、三角図法で描いたものより明快に伝達できる手段として透視図法のスケッチ図で描いてもらった。①②においても、読図者の立場に立って図面を用意する必要があるがあった。①は絵のような図。②では、部材寸法が規格材のため、どのように部材を組み上げるのかを明示する図となった。

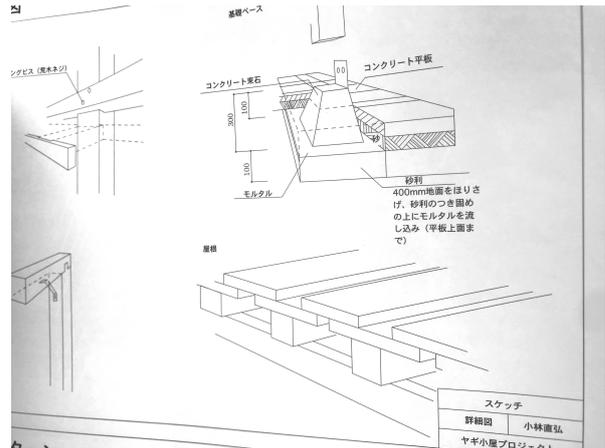


図5 ヤギ小屋プロジェクト詳細図（部分）



図6 小学生が理解できる図



図7 模型にも読図が必要



図8 作業現場では図面が重要

4. 2 「座るもの」デザイン課題の場合

筆者の指導学生は、大学2年の秋期に「座るもの」あるいは「体を支えるもの」などのタイトルでデザイン課題に取り組んでいる。この時、デザインの試行錯誤を共有するエスキース（毎週）には、何らかの自分のアイデアを筆者や他の受講生と共有できる情報としなければならない。最初は、スケッチであっても、エスキースしているその場で「ここはどういう風に考えているの？」とディテールを問うことも多い。その場合、学生は目の前で、図を描くことになる。「前から見るとこんな風で…上から見ると…」と目の前の紙に描くのである。「手前にあるので

あれば点線で描くのだよ」と図法を教えながら筆者も描き込む。そのようなやり取りのある実践を通じて図法や製図を伝授している。そして、最終プレゼンテーションのシートやボードに関して、学生たちには、自分のデザインがシートやボードになって手を離れていく情報であり、描く図面は、誰かに作ってもらうことを意識するようアドバイスをしている。

事例として挙げたプレゼンテーションパネルには、エスキースを通じて教えた図面がしっかりと描かれている。図9に示した「マカロン」とタイトルがついてスツールをデザインした学生：野崎雅子は、デザインするだけでなく、実際に制作もしている（2010）。このプレゼンテーションボードは、イメージとしての花、実作のスクールの画像、カラーバリエーション、図面、そして、コンセプト、機能、形状、サイズが文字情報で構成されている。図10にあげた他の学生たちのボードにも、図面があることから、記載することが課題提出の条件と指示していたことがわかる。一方で、見よう見まねの図面であっても、描く能力は、高校卒業までに培われているのではないか。彼らの全員が1年生の秋期に「図法・製図」を履修しているかは追跡できていないが、実践的な課題によって、図法や製図の力量が顕在化させることになる。そしてプレゼンテーションと講評などで図法や製図に関する指導も行うことが可能となる。特に図面を用いて実際に制作することは、想像していたものと実際のずれを明らかにし、製図学習の大切さを実感することとなっている。



図9 マカロン，野崎雅子2010



図10 学生たちのプレゼンテーションボードには図面や図，絵，画像が使われている

4. 3 Yu-Mo (ユーモ) のデザインプロセスから

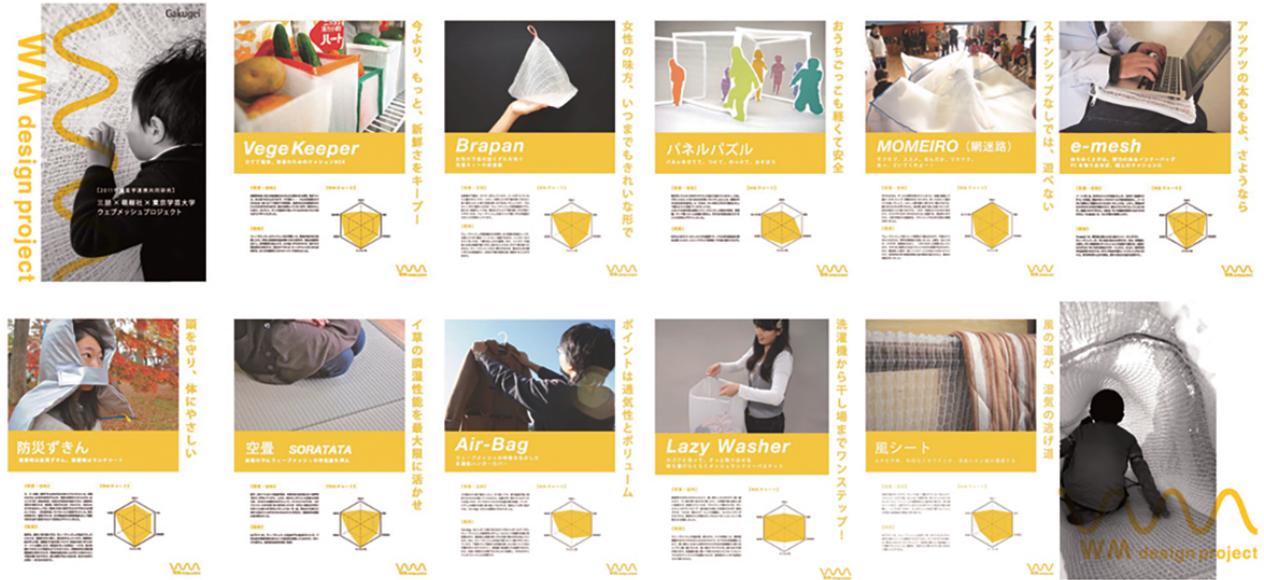


図11 共同研究のプレゼンテーションパネルから

Yu-Moのデザインは、平成23年度（2011年度）産学連携の共同研究「素材の特性を活かした人と環境に優しいものづくり実践とデザイン」¹⁹⁾ からスタートしたものである。三冊が開発したウェブメッシュという素材を、どのように活用するかという課題を萌樹舎の安藤則浩²⁰⁾ がコーディネートした共同研究である。金属工芸の古瀬政弘研究室と筆者の研究室によるデザイン検討を様々重ね、研究成果報告会（最終プレゼンテーション）は、2011年12月5日（月）に足利商工会議所 1階ギャラリーで開催した。その際のプレゼンテーションパネルには、図11で示すように、図面ではなく試作品の画像でデザイン案を提示してある。これは、何をデザインしたか解りやすく1枚のパネルにすることと同時に、デザインした学生らの著作権を守りたいという意図もあった。もし悪意のある者がいれば、図面さえあれば簡単に商品はコピーされてしまうからである。実際の検討は、「図やスケッチ」を使って行った。

図12は、当該プロジェクトの初期のアイデア出しの際の「図やスケッチ」の一部である。サイズや形状を共有し

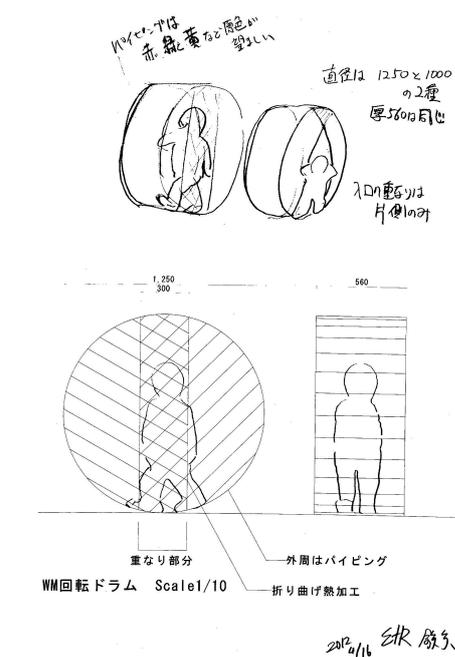


図12 遊具のアイデアスケッチ

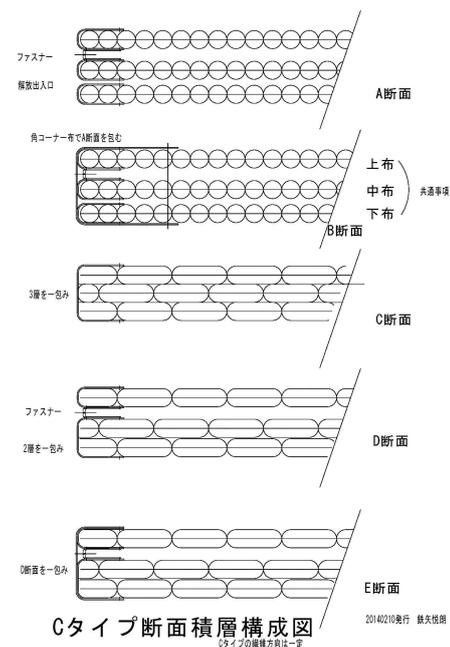


図13 断面構成図

ながら、課題を洗い出し、具体化していくときに協働者とのコミュニケーションに必要な情報を入れる。このプロセスを重ねることで、最終図面にどのような情報が必要なのかについて、学生らは体得していくのだ。

図13は、Yu-Moの断面案内図とあわせて示した断面構成図の一部である。ウェーブメッシュのような新しい素材についてJIS記号などはもちろんない。しかし、それまでの経験とウェーブメッシュの観察から、ウェーブメッシュを記号化し、図面表示しなくてはならなかった。しかし、縫製関係者との情報共有に図面が十分なツールではないため、当時、東京学芸大こども未来研究所の専門研究員の柏原寛が模型を制作し、情報補完を行った。

以上のように、新しい素材では、描き方に迷いながらも創造的に図面化していく必要が生じる。ただし、日本工業規格（JIS）の建築製図通則のような表記のルールが存在しなければ、今回のような創造的な図面化の工夫はできなかつたと、表記のルールの重要性を再確認した。

4. 4 VR空間のデザイン

2020年は新型コロナウイルスの蔓延によりオンライン授業となり、正木賢一²¹⁾ と行うデザイン演習B（春期はA）でも「この時代だから、獲得できる技術など、育んであげたい」という合意のもと、最終課題は掘り下げるデザインテーマは「時（とき）」という数年来注力しているものを扱いながら、その後のアウトプットをhubs²²⁾ やnote²³⁾ で表現するものとした。オンラインでのやり取りや提出で「本物」を共有してデザイン力を深化させる目的でアウトプットのツールを変えた。筆者も授業と並行して初めてhubsに取り組んだ。教える、教わる関係ではない学びの時間となった。図14は筆者が取り組んだ、過去の図画工作科研究Ⅰの授業作品の展覧会空間づくりである。空間は、hubsに用意されていた既製空間を使い、そこに作品を展示する。試行錯誤の末に何とか収めることができた。空間の図面がない上に、作品のサイズさえ自由に拡大縮小でき、さらに公開するまでに何度もやり直しができるこの場合は、図面をベースに空間を作り上げるものとは大きく違うアプローチができることを理解するのに十分な体験だった。このような試行を学生に披露し講評させる場をつくり、また図15にあるような正木の試みも提示しながらVRの体験と実践を行った。最終的には学生たちが作ったVR空間に、受講生と正木と筆者がアバターを介して集合して空間を体験して講評し合うことを行った後、図16に正木がまとめた成果Webページができあがった。

空間をデザインするためには図面が必要ではなかった。誰かに作ってもらう空間ではなく、自分で創る、感覚的に作る空間であり、重力も存在しない空間なのである。気に入らなければCtrl+Zでやり直せるのである。一方で、サイズを規定して空間を作ろうとすると座標軸の考えは必要となる。しかし、無限に広がるVR空間の中で、サイズを規定する必要があるのか。このVR空間を活用するために製図学習は必要なのだろうか。これらの実践によってVR空間という新しい概念のとらえ方と問いを獲得した。

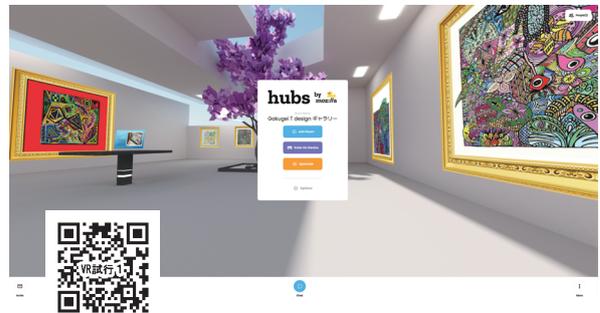


図14 筆者のVR試行2020及びQRコード



図15 正木によるVR絵本2020及びQRコード

デザイン演習B [課題成果サイト]

バーチャル空間を自由にデザインする課題に取り組みました。



旅行写真展

ここ最近の旅行先での写真を、魔法で浮かせて展示しているギャラリーです。全部で14点、それぞれの空間にあります。階段を昇った所にもございます。ご覧ください。



世界の解像度

半無造作・半無作為にアーキテクチャと岩石を並べて作り上げた“仮想現実世界”。本来、VR空間としては現実の再現であったり、また意図的に作画的に仮想世界を作り上げることが多い中で、あえてこのような不確定・不安定で遊んでいて、輪郭線と解像度が明瞭な、「夢の中」や「記憶の断片」を“再現”してみた。「現実ではない空間」とは一体何なのか？ “この世界”で考えてみてほしい。



Utopia

3次元と2次元の中間の世界をイメージしました。絵の中で別々の時間を通くキャラクター達に会いに行ってみてください。



hara space

自由に外を出れないなら、宇宙を旅しよう。遊び方は無限大。重力と無重力を感じるシュールな空間をぜひ楽しんでください。

図16 デザイン演習B (2020) よりスタート画面の4作品のみ抜粋

5. ヒアリング調査

5. 1 調査の視点と概要

本学の「図法・製図」は、どのようにその後の教育者に伝授されているのか、教える側ではなく、教えられた側の視点から考察する。大学教員が授業をするという立場を理解できることから、大学で教鞭をとっていること、本学で「図法・製図」を受講したことを条件に、以下4人の卒業生に対してアプリ「メッセージャー」を用いて文字によるヒアリング調査を行った。以下4名から回答を得て、その内容を表3にまとめた。

H：本間由佳（明星大学 デザイン学科 准教授，2010年B類デザイン卒 2013年学芸大院修了）

Y：山田修平（立正大学 社会福祉学部 子ども教育福祉学科 講師，2004年G類デザイン卒，2006学芸大院修了）

K：小林直弘（東京藝術大学大学院美術研究科 学術インストラクター，2005年G類デザイン卒，2007藝大院修了）

D：隼瀬大輔（岐阜大学 教育学部 美術教育講座 工芸 准教授，1999年D類工芸卒 2010年学芸大院修了）

表3 ヒアリング調査・回答表

1. 図法や製図を大学や企業で教えていますか？ その図法を教える技術はどこかで学びましたか？教えるという自信は、どのように育まれましたか？エピソードを踏まえてお答えいただけると幸いです。	
H	大学で少し教えています。私の勤務校では「図学製図」の授業として図法や製図を教えていましたが、2年前、新カリキュラムになる際に「観察」（1年生前期）「伝達」（1年生後期）という授業を立ち上げ、その中で図法や製図の基本を学べるようにしています。入試にデッサンなどの実技がないので入学後の1年生に「観察」「伝達」する力をつけて欲しいとのことからスタートした科目です。130名の1年生を4クラスに分けプロダクトデザインや建築を専門とする教員とグラフィックデザインやアートを専門とする教員の2名体制のTTで授業を行なっています。私はグラフィックデザインパートの授業を作っていますが、図法・製図についても授業内の講評やアドバイスなどを行なっています。 学部生の時の「図学製図」「建築」の授業と研究室での自分での制作活動で学びました。ただ体系的にしっかり学んだわけではないので、正直自信はありません。なので、プロダクトや建築の先生が考えた学生への図法や製図の課題を自分でも取り組み日々学んでいます。
Y	教えていません。2点透視図法など中学校美術で扱う内容の教える技術は、大学時代に教員やゼミ室の先輩から教授頂いた経験が生きていると思います。図面や図法について、学ぶ環境や伝え方について実践を通じて学びました。図面、図法について「できないとプロジェクトが進まない」という必要性がポイントでした。書き方を「知る、学ぶ。」という技術の獲得がゴールではなく、図面や図法がプロジェクトの手法や手段の一つであったため、実践的かつ応用的に学ぶことにつながっていたと思います。
K	図学製図については東京学芸大学学部の選択科目で基礎を学びました。その後、建築学を志し、建築に関する製図を大学院で学びました。したがって、図学は学部で、建築製図は大学院で学びました。 教えるにあたった自信は、まずは建築製図を教える立場になりました。自信の経験上、図面がない建物に対する図面を作る仕事をしているため、図面を作ることが日常でした。当初は「正しい製図とは何か」という疑問を持ち教えていました。その中で、製図の必要性は「他者へ正しくものを伝えること」と気が付き気持ちが楽になりました。また決まっていない製図方法の場合（例えば樹木の書き方）は、木とはどんなものかということを実際に絵をかきに行くことで図学ではなく描写力を養うことで多様性を学んでもらっていました。

H	学芸大学の非常勤で図法・製図を教えました。教える自信はあまりありませんでしたが、私が学生の時に教わった経験があることで、再度学び直しても理解ができたと思っています。
2.	東京学芸大学の「図法及び製図」で図面を教える技術を学びましたか？それとも図面を描く技術を学びましたか？そのほか大学で図面を教える技術に関して学んだ思い出などはありますか？
H	教える技術を直接的に学んだ感覚はありません。図面を描く技術の基礎を学んだと思います。具体的な授業としては、学部生の時の「図学製図」と「建築」です。「図学製図」では、基本的な製図の仕方や 民家園の実測なども体験しました。(名前を忘れてしまいましたが、芸大卒の非常勤の女性の先生) 個人的には楽しく受講しましたが、テストなど難易度が高く「ついていけない」と言っている友人も多くみられました。また、建築に関する図面については、「建築」の授業で前川國男邸の図面のトレースをしたことで基本的な知識が付きました。 (学部の授業の中で一番きつかった思い出です。CADよりも普段から慣れているIllustratorで図面を描いたためより時間がかかりました。一から図面の描き方を指導というより、自分でトレースしながら学べという厳しい授業が良かったのだと今は思っています。)
Y	講義では学んでおりません。大学では授業外でjwcadを教員から学びました。進めるプロジェクトの中で、「使え方が伝え方の幅が広がる」という学ぶ動機が自身の中にあつたため、比較的早く扱えるようになったと記憶しています。また、友人と共に学んだため、不明な点を補完しあえたことも思い出です。①で触れた実践の中で、学んだことが強く記憶に残っています。手書きの図面と言えば、中学時代から直線で構成される図面のかっこ良さや魅かれていました。美術の透視図法や技術の製図の基礎は中学時代に学んだと思います。直線だけで描く＝誰でも公平に描けるカッコ良さという印象です。芸術は再現性のないオリジナルの美としたら、図法、図面は誰でも描ける再現性のある美という公平性を感じていました。
K	東京学芸大学では、3次元のものを2次元でどう表現するかを学んだのだと思います。
D	「教える技術」は教わった記憶はありません。しかし、私が学生の時に質問した際に、先生にお答えいただいた経験があることで、同じような疑問を持つ学生(受講生)に答えることができたと思います。「教える技術」については、学生の時に同級生に向けて説明する際にどうやったら伝わるかを自分の中で整理したことで身についたように思います。
3.	高校工芸の免許科目に「図法及び製図」というものがあります。これは、高校工芸の指導要領にある「制作の構想を練ること。」そして「構想段階のイメージを的確に表現するための技能が求められる。したがって、材料や用具を効果的に用い、企画書やスケッチ、図面などに基づいて表現するなどの技能が必要となる。」といった文言に対応しています。一方で、CAD図面だけでなく3Dモデルのデータづくりなど、様々なICT機器に応じて工芸も変わっていく部分があると思います。これからの高校教育に期待することなどありましたら、教えてください。
H	日本における工芸分野の成り立ちを俯瞰し、現代社会において工芸の持つ意味について考えること。また、デジタルファブリケーションの発達により便利なツールやアプリケーションが日々生まれているため、将来的にそれを効果的に利用できる人材を育てること。「図法及び製図」を学ぶ意義や動機付けが上手くいくと良いと思う。(作りたいものが先にあると学習効果がより高いと思うがそこがなかなか難しい。勤務校で1年生全員がFusion360を必修で学んでいるが、本人の興味関心や目的意識によって上達の度合いにかなり差が見られる。)
Y	ICTの進化で表現の幅が広がると思います。その中で「なんのために作るか？」という表現側の動機が重要になると思います。AIと共存する未来を見据えると、動機の部分にも焦点を当てて欲しいと思います。「誰かのためにこのような表現をする」といった課題解決の視点を取り入れた教育を期待します。
K	高等学校の免許を持っていないので、正しい図学製図の要求を答えられないかもしれませんが、私はモデリングの必要性は感じていません。どちらかというとPCではなく手書きで透視図法を正確ではなく感覚でかける人材が必要かと思います。ただし、設計段階で、3Dモデルを用いた場合は別だと思えます。設計方法の違いがそこにはあるので、有機的な建築もしくは物体をパソコンで設計するのであれば必要ではないでしょうか？手書きを重視した教育に必要性を感じます。
D	図法製図は具現化することが難しく、構想やイメージをスケッチしただけではわからないことを整理し、より理解できるように行うのだと思っています。そのため、CADがあることで誰でも「線をきれいに精度良く引く」技術がもてるようになるため、CADソフトがどの学校でも自由に使えるようになるとういいます。しかし、図学の基礎知識がなければCADを有効活用は難しいと思います。
	一方、工芸で学ぶことは造形することだけでなく、素材や加工方法などを経験しながら理解することだと思っています。それぞれの素材の特性を理解した上で表現することで工芸としての作品が成立すると思っています。工芸作品制作には制作時間や専用の道具・設備が必要です。授業時間が少なくなり、工作経験が少ない生徒や学生ではさらに時間がかかります。そのような状況で3Dモデル作りなどのコンピュータの操作を学ぶ時間を確保するより、できるだけ手を動かし、素材と道具に触れる時間を確保することが大切だと思っています。
4.	最後に、高校工芸の教員免許はお持ちですか？
H	持っています。(専修免許)
Y	取得していません。
K	ないです。
D	はい持っています。

5. 2 ヒアリング調査の分析

メッセージングアプリによる調査は、1回の文面のやり取りのため、観点の違いは少々あるが、4名の回答は「図法・製図」に関しては以下の4点を指摘した。

「『教える技術』を直接的に学んだ感覚はありません。」「講義では学んでおりません。」「『教える技術』は教わった記憶はありません。」とあるように共通して「図法・製図」では、「図法・製図」を実践的に学ぶことはしても、教える立場になる視点としての教育的なものでは無かったようだ。また、「図法・製図」は、「実践の中で、学んだことが強く記憶に残っています。」「図面や図法について、学ぶ環境や伝え方について実践を通じて学びました。」とあるように①実践的に学ぶ手法が現在彼らの活用している図法・製図の軸となっている。

2021年度も本間由佳のときと同じように、筆者の授業において図面の描き方を習得してもらうために、本間が記した「前川國男邸の図面のトレース」によって、図面の基礎を獲得してもらっている。前川國男邸は、明快でコントラストのある空間構成の建物であることとともに、江戸東京たても園に移築され、空間を体験できることなど

本学の立地も理由となっている。②具体的な場に行くという行為が、学びのモチベーションづくりにつながっている。

さらに、ICTを使うことに対して「作りたいものが先にあると学習効果がより高いと思う」「なんのために作るか?」という表現側の動機が重要」と指摘があるように、③内発的な動機の重要なこと。そして「手書きを重視した教育に必要性を感じます。」「コンピュータの操作を学ぶ時間を確保するより、できるだけ手を動かし、素材と道具に触れる時間を確保することが大切」という④実感覚で獲得する学びが必要となっていることが指摘された。

6. まとめにかえて

製図学習の歴史的な文脈から学校教育の製図が、技術科は工作科からの流れと、職業・家庭科の流れの2つの流れを汲み、家庭科は、住居に関してのみ職業・家庭科の歴史的な文脈から残され、図画工作・美術科においては、形としては、高校工芸に産業教育の期待への片鱗が残っている。さらに、算数・数学科においても、図形からの展開という位置づけがあり「製図学習を小・中・高校の9年間にわたり発展的に再編」が残した状況が今も続いており、校種間、教科間の連絡が不可欠な状況である。さらに、CAD、3Dデータなどのデジタルツールの扱いは、社会的には必要とされる傾向にあるが、中学校技術科、高校家庭科、高校工芸など、どの校種、教科で扱うかの具体的な指導要領記載などは不明である。

また、実践の省察により、製図学習は実践によって身に着くものだという筆者の立ち位置が明確となった。一方で、教員を行っている4人の卒業生へのヒアリング調査でも、製図学習が身に着いたのは実践や具体的な場など目標があったからであること、そして、内発的な動機が大切なこと、実感覚で獲得する学びが必要なことなどが指摘された。一方で「図法・製図」の教育は行われているが、残念ながら「図法・製図」教育法の教育成果は薄いようである。

以上の製図学習に関わる指導方法の研究より、①技術科、家庭科との情報共有と製図学習の再認識と重複部分の照らし合わせ、改善方法の検討。②製図学習の内発的動機づくりがうまくいった事例の集積。③デジタルツールの扱い。を今後の課題として挙げる。

7. 提案／実践報告

製図学習に関する指導方法の一例を実践報告という形で示す。内容はCAD指導法である。CADを教える立場になるときに、混乱する要因の一つが使用するソフトウェアだ。様々なソフトウェア会社が、アカデミックパックなど格安な料金で利用拡大を図ろうとしているが、筆者は、フリーウェアを推奨している。その理由は、学校教育の中で教える生徒の経済的状況は多様であり、ICT化が進んだ現在の教える側には、どんな場面であっても安定して使うことのできるフリーウェアを紹介できる必要あると感じているからである。

現在、筆者が学生たちにすすめるCADは、JWCAD²⁴⁾である。シンプルな2次元CADで、日本語による操作ボタン、利用者のコミュニティが発達しており、様々なチュートリアル的なサイトや操作マニュアル、質問・回答がネット上にあることも推奨する理由の一つである。また、保存形式もDXF形式など他のCADへ汎用性のある拡張子が可能である。

筆者は、2003年の「図法・製図」の担当以降、CAD指導を90分の1コマで行ってきた。2005年からは「建築デザイン」の早い時期におこない、CADの使い方を教えるだけでなく、CAD操作に慣れ始めるきっかけの授業として行ってきた。CADを鉛筆や定規、コンパスのように使えるようにするCADトレーニング「アルファベットを作図する」である。トレーニングは以下の流れで行う。

- ① 画面情報の理解：レイヤーの考え方、縮尺、ツールの種類、メニューバー、メッセージバー、ステータスバーなど画面上に見えるものを簡単に紹介する。
- ② 基本操作の理解：線を描く、円を描く、特に任意の位置を指す左クリック（free）と端点や交点を指す右クリック（Read）、消去方法、レイヤー表示切替操作、拡大縮小などの基本操作を行う。
- ③ アルファベットの作図を開始する。ただし「A」の作図は、やって見せたのち、各自に行わせる。以後「B」からは、各自で進める。「B」以降は、やりたいアルファベットから進めるように指示する。

④ 机間指導を通じて、操作指導やアドバイスをを行う。

このトレーニングは、CAD操作に慣れるためのものである。CADには、平行線を描く場合でもツールバーの「2線」を使う場合や「直線」→「複線」を使う場合、「直線」→「範囲」→「複写」を使うなど、様々な作図ルートがある。この作図ルートそれぞれを教えるのではなく、自分が使いやすい作図ルートを見つけることで使いやすい操作を身につけ、慣れていくことを目的としている。

具体的には「一定の幅の平行線の中に、等幅のA, B, C…（ゴシック体）を作図する」というものである。（図17参照）作図の際に、何度も基本操作を行う必要があること、完成形のアルファベット文字については、見本がなくても次のイメージができること（見本が必要であれば、コンピュータ内にある文字のフォントが使えること）、そして、描けたアルファベットがイメージしたように描けたか視覚的に確認できること、という3つの自分だけで習得できる環境を整えた。

アルファベット「A」を事例に作図すると、1) 平行線を引く。2) 斜め直線を引く。3) 「複写」「反転」のための反転基準線（垂直線）を引く。4) 反転する線分を「範囲」で指定する。5) 反転させる。6) 「複線」で一定幅の平行線とする。7) Aが平行線で書かれる。8) 「コーナー」で交差した線を2線のコーナーに変換する。9) 「伸縮」で不要な部分を短くする。といった操作で「A」を作図する。二つの斜めの角度を「角度」ツールを使うことも可能。結果がプロポーションの良い「A」になっていれば、次に進むことにしている。

「B」を作図するには「B」をよく観察する必要がある、上下のほぼ中心となる水平の部分はどこにするかでプロポーションに大きな変化もあり納得する字にするには難しい。また、円弧からスムーズに直線につなげる必要もあるため、算数で習うような「接線の条件」を活用する場面となる。

「C」は、正円とするか、楕円とするか判断が必要な上、それまでのABとのバランスにも注意が必要となる。さらに、円を消去し円弧にする際は、新しい操作を発見可能性もある。

「S」は「8」をベースに必要な部分を残す方法で筆者は描いた。同時に「S」を観察することも必要だった。

以上のように、このCADトレーニングでは、繰り返しの反復練習のようなことをして体に覚えさせていく「リピータブル環境」を準備した。さらに、単なる繰り返しではなく工夫や発見などでハードルを越えていく「ステップアップ環境」が確保できている。そして学ぶ人が自身の作業結果を省察し理解することができる「自己評価環境」がある。

この3つの技能習得環境²⁵⁾を整えることで、授業後も学生たちは、自主的にトレーニングを続け、CAD操作を習得しているようである。図18は、2021年度の学生：渡辺真衣のCADトレーニングの成果である。本人はZまで描ききった達成感と同時に、それぞれのプロポーション、文字間隔の問題などに気

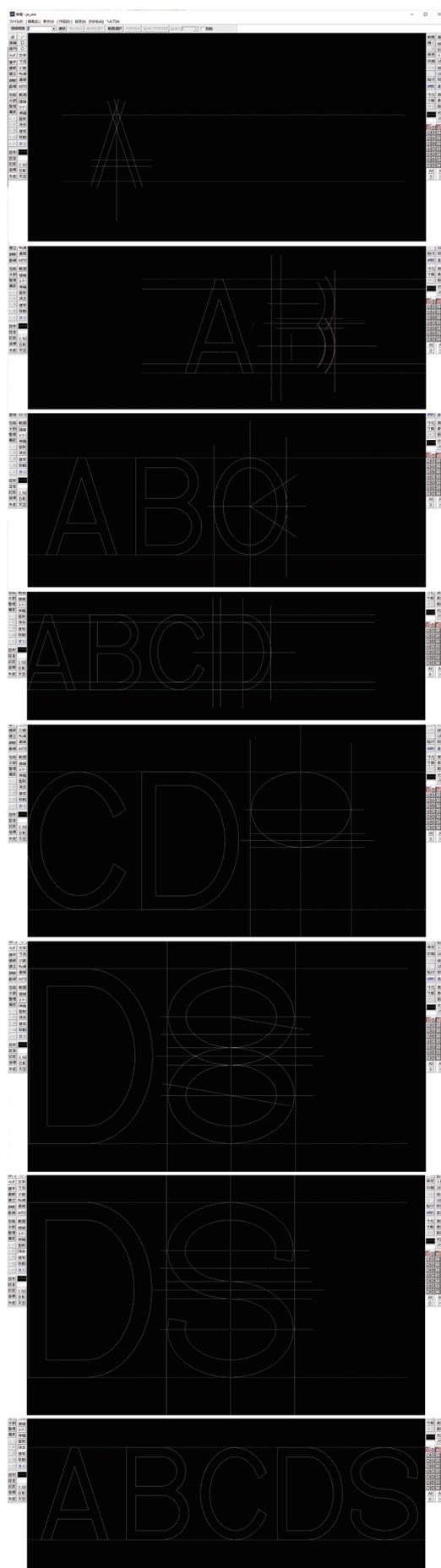


図17 JWCADでアルファベットを描く画面



図18 CADトレーニングの成果

づいた。この自己評価ができることが大切であり、次のトレーニングやチャレンジにつながるのだ。渡辺のCADの技能を習得し、その後、前川國男邸の図面のコピーや、住宅の設計課題に取り組んだ。その途中のエスキース段階や、最終提出の際にも製図学習の指導は随時行った。ただし、CADの指導はほとんど必要がなかったことは特記しておきたい。渡辺は、自分の操作方法を随時アップデートし、獲得している。

注および引用文献

- 1) 製図学習：本論文において、図学、図法、製図などの学びを総じて製図学習とした。これは、昭和26（1951）年改訂版の学習指導要領一般編（試案）の4各教科の発展的系統（6）図画工作科（d）工作に記載された「製図の指導は…」の表記等を参考とした。
- 2) 2006年度シラバスには科目名が「図学・製図」、2007年度以降は科目名が「図法・製図」となっている。（2005年度以前は未確認）本稿ではすべてを「図法・製図」と表記とした。
- 3) 2000年度から「図法・製図」担当者一覧（Web上のシラバスと学務課ヒアリングにより作成）

2023年度	2022年度	2021年度	2020年度	2019年度	2018年度	2017年度	2016年度
		太田朋宏	太田朋宏	太田朋宏	隼瀬大輔	太田朋宏	太田朋宏
2015年度	2014年度	2013年度	2012年度	2011年度	2010年度	2009年度	2008年度
太田朋宏	太田朋宏	太田朋宏	太田朋宏	太田朋宏	坂元愛史	太田朋宏	太田朋宏
2007年度	2006年度	2005年度	2004年度	2003年度	2002年度	2001年度	2000年度
太田朋宏	横地節子	横地節子	鉄矢悦朗	鉄矢悦朗	本間巖	本間巖	本間巖

- 4) 『高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 芸術（音楽 美術 工芸 書道）編 音楽編 美術編』文部科学省 2018年7月
- 5) 教育職員免許法施行規則 第五条 第一項 表内の備考 チ 工芸
- 6) ミニ四駆PROシリーズ特別仕様モデル レイボルフ ポリカボディスペシャル（ライトブルー）MSシャーシ、株式会社タミヤ、2020年9月
- 7) 全自動洗濯機（BW-T807）、日立グローバルライフソリューションズ株式会社、2021年1月
- 8) 「2016（平成28）年度の「工芸Ⅰ」の教科書の需要冊数は20,007冊で全高等学校生徒数の約0.6%。これは工芸履修希望者が少ないのではなく、工芸を開設学校が少ないことによるもの。」（抜粋）大坪圭輔『工芸の教育』p4、武蔵野美術大学出版局、2017年4月
- 9) iNSPiC RECキャノン株式会社<https://cweb.canon.jp/camera/dcam/inspicrec/>（2021年8月アクセス）
- 10) 文部省『中学校美術指導資料 第2集 工芸の指導』日本文教出版株式会社 1974年7月
- 11) 富澤富士雄『1947年版学習指導要領図画工作編にみる新制中学校図画工作科の製図・図案学習の位置と役割』学校教育学研究論集 第11号 2005年3月

- 12) 富澤富士雄『1951年版学習指導要領図画工作編における製図学習の特質』, 産業教育学研究 第36巻第1号 2006年1月
- 13) 学習指導要領 一般編 (試案) 昭和26 (1951) 年改訂版, II教育課程, 4各教科の発展的系統, (6) 図画工作科, 文部省, 国立教育政策研究所 教育研究情報データベース <https://erid.nier.go.jp/guideline.html> (2021年8月アクセス)
- 14) 経済産業省『昭和31年 年次経済報告』 <https://www5.cao.go.jp/keizai3/keizaiwp/wp-je56/wp-je56-0000i1.html> (2021年7月アクセス)
- 15) SK本舗, 3Dプリンター学生支援 (寄贈) 事業 <https://skhonpo.com/pages/school-support> (2021年7月アクセス)
- 16) エスキース *esquisse* (フランス語) でスケッチのことを指すが, デザインスクール等では, デザインの指導の場面を指す。指導を受けるものがスケッチなど構想したものを持ち寄ることからこのように呼ぶこととなったのか, 筆者の大学時代の指導もエスキースと呼んでいた。具体的指導の内容は, 「構想段階で作成したスケッチや図面, 試作などによって, 目的や機能, 表現の意図などを確認し, 構想したことが思い通りに表現されているか, 材料や用具, 手順や技法が適切かどうかを検討し, より良い方向に創造的に改善を図ることができるようにすること (が大切である。)」である。高等学校学習指導要領 (平成30年告示) 解説 工芸 II p235より引用
- 17) 鉄矢悦朗, 太田朋宏, 正木賢一『造形教育現場における具現化するデザイン課題の考察 附属学校との連携研究「ヤギ観察施設のデザインと制作」1』, 東京学芸大学紀要 第5部門 芸術,健康・スポーツ科学 第55集 平成15年10月
- 18) 小林直弘 東京芸術大学大学院 学術インストラクター, 2004年東京学芸大学G類デザイン卒, 2006東京学芸大学大学院修了
- 19) 「素材の特性を活かした人と環境に優しいものづくり実践とデザイン」 契約相手方: 有限会社 三朋, 萌樹舎, 研究代表者: 鉄矢悦朗, 古瀬政弘, 東京学芸大学HP 平成23年度産学連携等事業一覧
- 20) 安藤則浩 萌樹舎 代表, 1971 (昭和46) 年 東京学芸大美術科卒
- 21) 正木賢一 東京学芸大学 准教授 (芸術・スポーツ科学系 美術・書道講座)
- 22) hubs: バーチャル空間を作成したり共有し, 友人とアバターを介してコミュニケーションなどができるフリーのサービス。同様のものとしてNTTが提供するDOORがある。 <https://hubs.mozilla.com/>
- 23) note: フリーのサービス「noteはクリエイターが文章や画像, 音声, 動画を投稿して, ユーザーがそのコンテンツを楽しんで応援できるメディアプラットフォームです。」 note公式ページより <https://note.com/>
- 24) JWCADは日本で開発された。Windows 7, 8, 10で動作する2次元汎用CAD Version8.24aが登録 (2021/05/18) Copyright (C)1997-2019 Jiro Shimizu & Yoshifumi Tanaka
- 25) 技能習得のための3環境。1) リピータブル環境 2) ステップアップ環境 3) 自己評価環境 ©鉄矢悦朗2021