

# 工業高校の3D-CAD実習における生徒の課題意識の推移

## - 「スキル」と「センス」の相互作用 -

逸 見 正

(兵庫教育大学連合大学院・院生)

森 山 潤

(自然・生活教育学系)

黒 岩 督

(基礎教育学系)

本稿の目的は、工業高校の実習における生徒の課題意識を把握するために、3D-CADの実習における生徒の課題意識を実習ノートの記述を分類して分析することである。3年生10名を対象とした計7回(14校時)の実習ノートの分析の結果、オブジェクトの表現に対する感覚的な捉えとしての「感性的な課題意識」(センス)と、オブジェクトの作成や編集に関わる操作的な捉えとしての「技法的な課題意識」(スキル)の2つの課題意識を抽出した。さらに、3D-CAD実習を通して、これら2つの課題意識が時系列的に遷移しながら、学習内容の習得や理解を重ねていくことが示唆された。

キーワード：工業高校,3D-CAD,課題意識,センス

---

逸見 正： 兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科・院生，〒673-1494 兵庫県加東市下久米942-1，  
E-mail: d08701h@hyogo-u.ac.jp

森山 潤： 兵庫教育大学大学院 自然・生活教育学系・准教授，〒673-1494 兵庫県加東市下久米942-1，  
E-mail: junmori@hyogo-u.ac.jp

黒岩 督： 兵庫教育大学大学院 基礎教育学系・准教授，〒673-1494 兵庫県加東市下久米942-1，  
E-mail: kuroiwa@hyogo-u.ac.jp

---

# Transition of a Student's Consciousness in Problem Solving in 3D-CAD Practice at an Industrial High School : The Interaction of Skill and Sense

Tadashi Itsumi

*(Doctoral program student of the Joint Graduate School)*

Jun Moriyama

*(Science, Technology and Human life Education)*

Masaru Kuroiwa

*(Fundamental Studies of Education)*

In this paper, we analyzed description of student's portfolio in practice of 3D-CAD, in order to grasp student's consciousness in problem solving at an industrial high school. The unit "Practice of 3D-CAD" (7 times, 14 hours) was designed for 3rd graders students. As results of implementation for 10 students, their consciousness in problem solving can be classified into two consciousness, sensuous grasp to expression of an object, "Sensuous Consciousness" (Sense) and operational grasp to creation and edit of an object, "Technique Consciousness" (Skill). From the above results, it was suggested that student's consciousness changed between "Sensuous Consciousness" and "Technique Consciousness" through a problem-solving process..

Keywords: industrial high school, 3D-CAD, consciousness, problem solving, sense

---

Tadashi Itsumi: Doctor course student, Graduate School of Education, Hyogo University of Teacher Education, 942-1 Shimokume, Kato-city, Hyogo 673-1494 Japan, E-mail: d08701h@hyogo-u.ac.jp

Jun Moriyama : Associate Professor, Graduate School of Education, Hyogo University of Teacher Education, 942-1 Shimokume, Kato-city, Hyogo 673-1494 Japan. E-mail: junmori@hyogo-u.ac.jp

Masaru Kuroiwa : Associate Professor, Graduate School of Education, Hyogo University of Teacher Education, 942-1 Shimokume, Kato-city, Hyogo 673-1494 Japan. E-mail: kuroiwa@hyogo-u.ac.jp

---

## 1. はじめに

本研究の目的は、工業科の3D-CADの実習における生徒の課題意識の推移を探索的に把握することである。現在、工業高校においては、基礎・基本に関わる科目もさることながら、多様多岐にわたる応用的・実用的な専門性の高い科目の必要性が高く、課題研究や実習における実践的な技術力の養成が重要されると共に、資格取得も奨励されている<sup>1)</sup>。総授業時間が減少し、工業高校に入学する生徒の学力が多様化する状況において、中学校時に理科や数学を得意とする“いわゆる理数系”の生徒が率先して工業高校に入学する状況とはいえ、じっくりと計算問題に取り組んだりすることを嫌ったり、物理量の取り扱いに戸惑う傾向を感じるようになってきた。

工業科の教科には実習を伴う科目が多く、これらの科目においては工業の各専門分野に関する基礎的な技術を実際の作業を通して総合的に習得させることを目指している。最近ではものづくりの重要性が問い直され、ロボットコンテスト等のものづくりを競う競技への参加が奨励され、ますます実習を伴う科目が重点化される傾向にある。工業科の実習を伴う科目においては設備や施設の制限や安全面の配慮もあって数人ごとの班構成で展開されており、教室において一斉展開される授業に比べて生徒のひとりひとりに対して目が届きやすい。実習内容に対する生徒の興味や関心、態度や意欲を肌で感じる場面が多く、また技能の習得や理解についての可視性も高い。

このような状況の中で実習を担当する教員が生徒の課題意識を把握することは、個に応じた指導を展開する上で有益であると考えられる。ここでいう課題意識とは、学習において「やってみよう」や「わかるようになりたい」、「できるようにしたい」という内発的な欲求に基づいて、生徒自身が取り組むべき課題を見据えることで生じる意識である。言い換えれば、課題意識は生徒が自らの問題状況を踏まえ、解決に向けて自らを方向づける意識であると言える。

生田は「わざ」の教育において「わざ」の習得のプロセスを「形」と「型」の2つのことばを用いて考察している。『「わざ」から知る<sup>2)</sup>』において『どの世界においても「わざ」の習得は師匠の「形」の模倣から出発しはするものの、究極を目指すところは「形」そのものの完璧な模倣とは異なるように思われる』と述べ、更に『「わざ」の世界での究極目標である「形」の模倣を超えたものをあえて表現するならば、「型」の習得という言葉で言い換えることができるであろう』と「形」の模倣を超えたものとして「型」を位置付けている。生田はまた同書の中で『「わざ」の習得プロセスにおいて、学習者は「形」の模倣を繰り返すうちに、次第にその「形」

を、師匠の価値を取り込んだ第一人称的な視点から眺め始め、他の「形」との関係の中で吟味していくようになる』と述べている。このような「形」から「型」への「わざ」の習得プロセスにおいて課題意識は、内的な自己対話活動を誘発し、活性化する役割を持っていると考えられる。

さて、本研究で取り上げる3D-CADの実習は、オブジェクトをコンピュータ上に描画して立体的な図面を作成するものである。3D-CADは、イメージをそのままコンピュータ上で実現できるため、工業高校において機械系や建築系の学科を中心に最近では積極的に実習として取り入れられる傾向がある。一般に3D-CAD実習では、機械要素の作図等を通して製図の基礎を学習する機会が多いが、同時に、視点や視野、光と影の様子を変化させることによって、ユーザによりわかりやすい立体的な表現を工夫することが大切である。したがって、3D-CAD実習では、どんな形状をどのように表現するかという問題状況の中で、生徒が課題意識を形成するものと予測される。このような課題意識の様相や時系列的な変容プロセスを把握することは、適時的な教育的支援を展開する上で重要である。

そこで本研究では、課題研究における実習テーマ・3D-CADの生徒の課題意識を取り上げ、実習ノートの分析を通して課題意識の推移を検討することとした。

## 2. 研究の方法

### 2.1. 実践の内容

本研究で取り上げる実践は、兵庫県下のA高校（工業高校）における「課題研究」の3D-CAD実習である。「課題研究」は工業科において第3学年の必須科目であり、単位数は2単位である。A高校では、「課題研究」の担当教員がテーマを提示し、生徒が担当教員と課題を選択する方式を採用している。課題ごとに1名の教員と数名の生徒が1年間グループをつくって一つのテーマに取り組む。授業の最後の時間に発表会を持っている。発表会には当該3学年だけではなく2学年の生徒も参加させ、次学年に課題が継承するように配慮している。調査対象の実習の展開を表1に示す。週に1回、1校時50分の2コマ続きの実習のうち、最初の導入と最後のまとめ（それぞれ2コマ）を除いた計7回の実習を分析の対象とした。

本実習には、3次元CADソフト『Shade』（株式会社イーフロンティア<sup>3)</sup>）を用いた。このソフトは、生徒が描いた正面図、上面図、側面図の3方向からの作図データから立体像を出力するものである。実習では、ソフトの操作と立体的感覚を養う演習を行ない、生徒自身が立体感のある作品（3次元の対象物）を作成することとした。

表1 実習の展開 (1学期)

回目	内容
1	「モノの見え方、見せ方」 光と影
2	「モノの見え方、見せ方」 光と影 その2
3	「Composition」 組み立てる
4	「Composition」 組み立てる その2
5	「自由曲線・自由曲面」
6	「3次元・立体感のセンス」
7	自由作品

2.2. 対象生徒

対象生徒は2007年度の電気情報工学科の生徒で計10名である。本研究では当該年度の1学期における学習活動を分析の対象とした。なお、1学期において課題研究を1回以上欠席(公欠、出席停止を含む)した者は分析から除外し、計7名(男子6名、女子1名)のデータを分析の対象とした。

2.3. 手続き

各回の実習において、学習を通して「工夫したこと」、「大変だったこと」、「セールスポイント」、「感想」を実習ノートに自由記述形式で記述させた。記述量については特に指示せず、A4サイズ1枚分程度を目安とした。こうして記述させた実習ノートの内容及び生徒の作成した作品、授業中の様子などから課題意識について検討した。ノートの記述内容は多岐多様な表現があるので、生徒の記述を1学期の演習内容に沿って表2に示すようにa「オブジェクトの表現法に関する記述」、b「オブジェクト自体の形状に関する記述」、c「ソフトの操作に関する記述」、d「色やバランスやコントラストに関する記述」、e「全体的な雰囲気やニュアンスに関する記述」の5つのカテゴリーに分類してaからeの記号で表現した。生徒の記述を文節ごとに分類したため、生徒の記述内容を複数のカテゴリーに分類することもある。(例えば生徒の記述した文が、aとbに分類される2つの文節を含む場合は、その記述内容はabと評価する。)表3に実習ノ

表2 実習ノートの記述の分類

記号	分類
a	オブジェクトの表現法に関する記述
b	オブジェクト自体の形状に関する記述
c	ソフトの操作に関する記述
d	色やバランスやコントラストに関する記述
e	全体的な雰囲気やニュアンスに関する記述

トの分類例を示す。

3. 結果と考察

3.1. 実習の状況

1学期の7回の実習においては、ソフトの操作と立体的感覚を養う演習を中心に授業を進め、1学期の最後に演習の成果として作品を作成させた。

(1) 「モノの見え方、見せ方」光と影

第1回目は、簡単なオブジェクトを作成し、視点を変化させることによってモノに見え方が異なることを体験させ、このことを通してモノの見せ方を工夫させた。光源の位置を変化させて、光の当たり方と影の様子で立体感を醸し出すことを通しても、モノの見せ方を工夫させた。第1回目の生徒の作品を図1に示す。

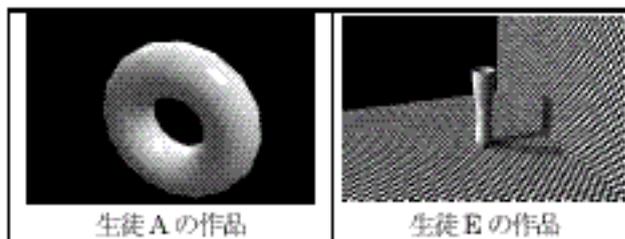


図1 実習1回目の作品例

実習ノートに記述された生徒の記述として、「各視点によって、まったく違う物体に見える。...a」、「影は少

表3 実習ノート記述の分類例

・ ちゃんと空調になっていることを見せるために上から光をあてた ... a
・ 2時間ではとても作れない螺旋階段を少しだけ作った ... b
・ 曲線をうまく使うのが楽しかった ... c
・ 壁の隅(コーナー)を使うと、3Dに見えやすい ... d
・ 私は左斜め上から、ライトを照てるのが好きみたいです ... e
・ 視点を下に持ってきて、見上げるようにした時のライトの位置が難しくって、真っ白になったりしたので、次回以降挑戦したい ... a,e

し斜めから作った方が立体的に見える。...d」,「明るさは、明るすぎず暗すぎずで、立体に見せるには少し暗いほうが良い...ae」,「3Dは、光の照て方や視点の向きでその立体感の出方が変わる。...bc」等があり、また最初の実習の感想として、「自分の想像力が試されて、とても面白かった。」「光と影のつけ方や見方を変えることで、物がすごく立体になったり平面になるので立体に見える処を探すのに苦労した。」等があり、意欲的な課題意識を持っていることが窺える。

#### (2) 「モノの見え方、見せ方」光と影 その2

第2回目には、直線と長方形から立方体を作成する過程を習得させ、3次元の操作感覚を体験させた。床や壁を用いて影を浮き立たせ、より立体感が得られることを体験させ、オブジェクトの表面材質を変えることによって、見え方が変わることを示した。第2回目の生徒の作品を図2に示す。

実習ノートに記述された生徒の記述として、「表面材質をうまく使って、影だけではなく表面を変えることで、何を表したいかが相手にわからせるようにする。...ae」,「壁を作って空間を区切ることによって、見やすくなる。...ad」,「表面の材質を変えることによって、様々な様子を作り出せる。...be」,「立方体はカメラの位置で、立体で見えるかどうかほぼ決まる。...a」等があり、第1回目比べて具体的な課題意識を持つようになったと推察される。

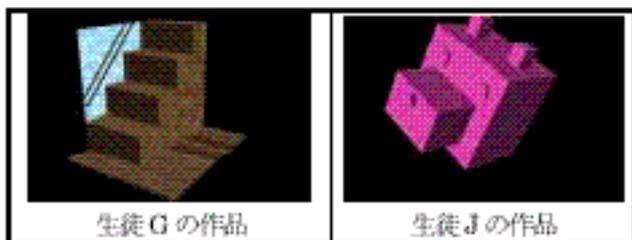


図2 実習2回目の作品例

#### (3) 「Composition」組み立てる

第3回目では、複数個の正方体を組み合わせて、マウス操作によるディスプレイ画面での3次元の操作感覚を習得させた。また直方体を複数個組み合わせて、レンガ造りの階段やアーチ(門、窓等)を作成し、現実感を持たせるように工夫させた。第3回目の生徒の作品を図3に示す。

実習ノートに記述された生徒の記述として、「角があるものは、奥行きが見えた方が立体っぽく見える。...ad」,「後ろから光を当てると立体っぽく見える。...ade」,「メインの光を明る目に、サブの明かりをやや暗くする。...ad」,「工夫しすぎて逆に見えにくくなった。...ad」等があり、また3回目の実習の感想として、「面白いが難しい。もっと技術を覚えて頑張りたい。」「カメラの

角度でパソコンの中の世界が大きく変わることに気づきました。」「次の時間が楽しみ!!」,「思っている以上に上手くできない!というのも、頭の中で作るのと、マウスを動かすのでは、まったく感じが違うので、とても難しかった。」等、2回目よりも掘り下げた問題意識を持つようになってきたことが推察される。

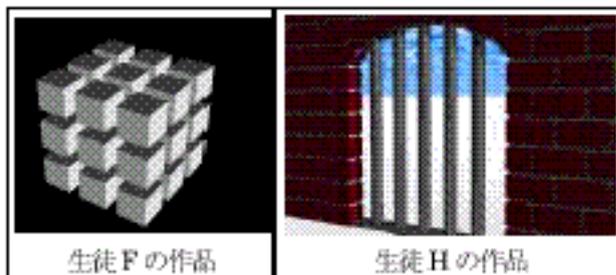


図3 実習3回目の作品例

#### (4) 「Composition」組み立てる その2

第4回目では、さまざまな形や大きさの正方体や直方体を組み合わせてオリジナルデザインの電卓やリモコンを作成させて、より立体的に見えるような見せ方を工夫させた。第4回目の生徒の作品を図4に示す。

実習ノートに記述された生徒の記述として、「表示部分の角度を変えた。...b」,「色や材質にかなりこだわった。...bd」,「色を入れると、余計にセンスが問われる。...de」,「光沢は出し過ぎてはいけない。...d」等があり、また4回目の実習の感想として、「もっと本物に近いものをつくりたい。」「もっと時間がほしい。」「色を使ってより立体的に物を仕上げたい。」「きれいに見せようと一生懸命がんばれた。」等、生徒が集中して課題に取り組んでいたことが推察される。

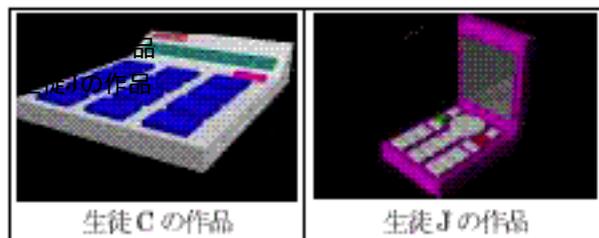


図4 実習4回目の作品例

#### (5) 「自由曲線、自由曲面」

第5回目では、自由曲線や自由曲面の作成過程を習得させて、曲面や曲線を用いた立体物を作成させた。第5回目の生徒の作品を図5に示す。

実習ノートに記述された生徒の記述として、「曲線があるものは、光源を3つ~4つぐらいにすると、とても立体的に見える。...ade」,「曲線をうまく使うのがむづかしかった。...bc」,「曲線はほんとうにむづかし、手で描いた方がよっぽどうまく描ける。...bc」,「接線の感

覚がなかなかつかめなかった。…c」等があり、自由曲線や自由曲面の操作が思うように出来ず、多くの生徒が苦労し、実習ノートの記述量もこれまでよりかなり少なくなった。実習全体の中で課題意識の転機となったことが推察される。

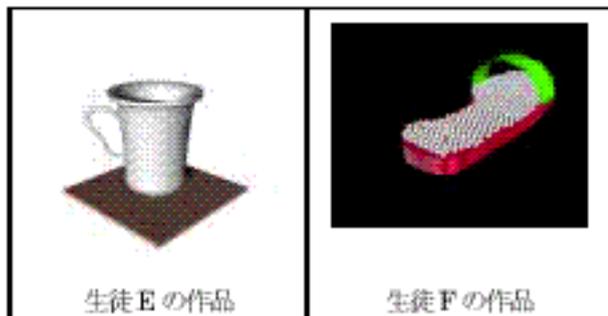


図5 実習5回目の作品例

#### (6) 「3次元・立体感のセンス」

第6回目では、複数の物体の遠近感を利用して、奥行き表現をしたり、影を活用して立体感を表現させた。また光と影、壁と床を活用して、3次元の雰囲気を作り上げる工夫をさせた。第6回目の生徒の作品を図6に示す。

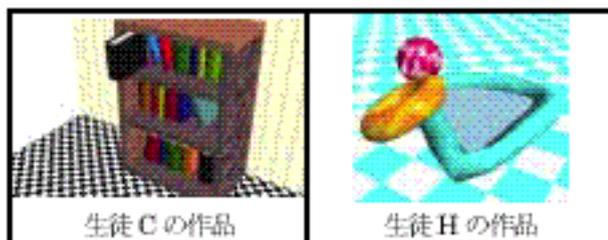


図6 実習6回目の作品例

実習ノートに記述された生徒の記述として、「曲線で独特の形を作るのに、とても苦労した。…b」、「丸みがあるものはカーブしているところにも光沢をつけると、より立体っぽくなる。…abe」、「形を変化させるのに、すごく手間が掛かった。…c」、「それぞれの物ができた後の全体の配置がむづかしかった。…d」等があり、細かい部分への配慮に関する記述や、全体的なバランスに関する記述が多くなっていった。

#### (7) 自由作品の制作

第7回目では、これまでに習得したことを用いて、その習得の成果として自由に3次元の作品を作成させた。第7回目の生徒の作品を図7に示す。

実習ノートに記述された生徒の記述として、「遠近感をしっかり使えば、よりいっそう立体的に見える。…ad」、「透明感を出すのにとても苦労した。…de」、「光の当て方で、薄っぺらい2次元になったり、リアルな影が出て3次元になったりと苦労しました。…ad」、「色や光の位置がむづかしかった。…de」等があり、生徒の課

題意識が次第に個性化していく様子が把握された。

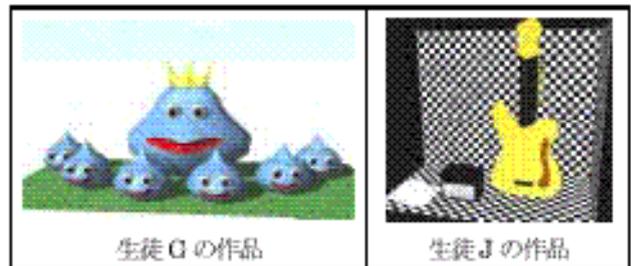


図7 実習7回目の作品例

#### 3.2. 実習ノートの記述内容の分類

以上のような学習活動に取り組んだ生徒の実習ノートの記述内容を集計した。有効回答である分析対象者7名の記述内容について、実習の各回に、各カテゴリの平均出現頻度を集計した(表4)。この集計表から、実習ノートの記述内容の分類、及び時系列的な推移傾向を検討した。

その結果、カテゴリa, d, eの推移と、カテゴリb, cの推移に時系列的な類似性が見出された(図8, 図9)。カテゴリa, d, eでは学習の序盤に平均出現頻度が多くなった後、中盤以降は減少した。一方、カテゴリb, cは、学習の序盤では平均出現頻度が少なかったものの、中盤以降で増加した。学習の終盤では、両者の平均出現頻度はほぼ同程度の水準を示した。このような時系列的に推移傾向が似たパターンを示すカテゴリ間には、課題意識としてのある種の「まとまり」があるのではないかと考えられる。そこで、カテゴリの組み合わせから推移傾向のよく似た課題意識の「まとまり」を解釈した。

カテゴリa, d, eは、オブジェクトの表現方法、色やバランス、コントラスト、全体的な雰囲気やニュアンス等に関わる記述である。これらの記述は、オブジェクトの表現に対する感覚的な捉え方であり、「どのような作品を制作すればよいか」という表現内容に関する課題意識であると考えられる。すなわち、この課題意識は「感性的な課題意識」(センス)と解釈することができる。

一方、カテゴリb, cは、オブジェクト自体の形状やソフトウェアの操作に関する記述である。これらの記述は、オブジェクトの作成・編集に関わる操作的な捉え方であり、「どのようにして作品を制作すればよいか」という表現技法に関する課題意識であると考えられる。すなわち、この課題意識は「技法的な課題意識」(スキル)と解釈することができる。

このように3D-CADの実習では、生徒の課題意識が「感性的な課題意識」(センス)と「技法的な課題意識」(スキル)に大別され、これら2つの課題意識が実習の時系列的な展開の中で、「感性的な課題意識」(センス)から「技法的な課題意識」(スキル)に、そして再び「感性



なる課題意識の探索と課題意識間の相互作用について、より詳細に検討を進める必要がある。その上で、実習における生徒の課題意識の差異や変容が生徒の学習活動に及ぼす影響を検討する必要がある。これらについてはいずれも今後の課題とする。

#### 文 献

- 1) 高等学校学習指導要領，平成11年3月告示 平成15年12月一部改正
- 2) 生田久美子，1987，「わざ」から知る，東京大学出版
- 3) Shade，株式会社イーフロンティア，  
<http://shade.e-frontier.co.jp/>

(2009.9.1受稿，2009.11.19受理)