工学と芸術の連携を目指した制作演習

A Seminar for Collaborative Study between Departments of Art and Technology

森 山 剛^{※1}
Tsuyoshi MORIYAMA

久 米 祐一郎^{※1}
Yuichiro KUME

池 田 貴 幸^{※1}
Takayuki IKEDA

浅 野 耕 平^{※1}
Kohei ASANO

行 谷 時 男^{※1}
Tokio YUKIYA

木 寺 良 一^{※1}
Yoshikazu KIDERA

細 萱 敦^{※1}
Atsushi HOSOGAYA

With the background of our university's advantageous constitution of both art and engineering departments, we have developed a curriculum that educates students with regard to both technological knowledge and artistic capability. In this paper, we introduce an intensive seminar that we have developed for training students' skill of collaboration and communication with people who are from other technical domains. The seminar sets the target to sophomore students who are supposed to have finished general subjects and not to be specialized to each department too much. The students make a small group and work on an assignment of developing an interactive system that requires both technical and artistic skills and finally make a presentation on their works in the classroom.

Keywords : Art and Technology, Project-based Education, Mechatronics, Interactive Art

キーワード : 芸術と工学, プロジェクト教育, メカトロニクス, インタラクティブアート

1. はじめに

レオナルド・ダ・ヴィンチが活躍したルネサンス期では芸術と工学の区別は明確ではなく、芸術に必要な感性と工学に必要な知識を両方とも持つ人々が新しいものを創造していた時代であった。産業革命以後、発展のスピードを求める時代的、社会的な要請により芸術と工学の分業制が明確化され、芸術家と技術者はそれぞれが専門化し別々に高度化をせざるを得なかった。しかしながら近年、携帯電話やiPadなどのハードウェア、CGソフトや映像編集ソフトなどのソフトウェアの飛躍的な進歩により、仮想現実空間を表現する技術に代表されるように、再び芸術に必要な感性と工学に必要な知識の両方を修得あるいは経験した人材や、これらの専門分野間のコラボレーション能力が求められるようになってきた。そのため、アート&テクノロジーや芸術工学をキーワードとする、芸術と工学を融合した教育に関する試みが各教育機関で行われ始めている^{1) - 6)}。

著者らの大学（以下、本学）は、1923年に「写真の学理と技術に通じた豊かな人間性を有する人を育成する」ことを建学の精神とした小西写真専門学校を前身として発足し、現在、工学部5学科、芸術学部7学科

及び大学院2研究科を擁している。特に、工学部と芸術学部の連携による教学体制を特徴の一つとしており、現在科目群「工・芸融合科目」として、1年次に、講義科目「知性と感性を学ぶ」及び「アート&サイエンス概論」、演習科目「工房」を4クラス（マンガ工房、アニメーション工房、模型スタジオ、ロボットラボ）、さらに2年次に、講義科目「照明のテクノロジーとデザイン」及び演習科目「工・芸制作演習」を開講している。また工学部には副専攻制度「プラス・ワン・プログラム」として、3副専攻「環境デザイン」「サイエンス&アート」「イメージテクノロジー」を設けて、工学部の学生に、芸術分野に理解を示す重要性の認識、芸術分野との連携能力の涵養を図っている（図1）。

本論文では、工学と芸術の連携を実現する工・芸融合科目群における、プロジェクト教育科目「工・芸制作演習」（以下、本科目）の取組みについて報告する。

図1 本学の工・芸融合科目

平成23年2月15日受付

※1 東京工芸大学

2. 工・芸制作演習

2.1 本科目の概要

本科目は、工学部及び芸術学部全学科の2年次生を対象とし、1単位の演習科目として夏季集中で開講している。2007年度の試行を経て、2008年度より正規科目とした。「PICマイコンを使った自走ロボット“梵天丸”⁷⁾に含まれる制御基板、動力ユニット、センサを要素モジュールとして用い、感情表現を実現する電子モバイル作品を班ごとに企画、制作すること」を課題とし⁸⁾、以下の点を授業の目的とした。

- 工学及び芸術の異なった分野の人との共同作業を学ぶ
- プロジェクトを通じて、限られた時間内で作品を企画・立案し、実際に作ってまとめる、モノづくりの基本を学ぶ
- 工学部の学生は、グループワークによる企画制作や、アート作品の実現を目的とした創造プロセスを通じて、工学技術の表現への活用方法を習得し、芸術学部の学生は、モータの回転運動を直進や振動に変換する基礎的な機構学や、マイコンのプログラミングといった工学的技術をインタラクティブアート作品へ応用する手法を習得する

2.2 授業の概要と進行

本科目の履修条件及び授業内容、成績評価について述べる。

(1) 履修条件

対象者は、ある程度大学に慣れ、所属学科間の専門知識差が比較的小さい2年次生とした。授業期間は、初対面の学生たちによる異分野混合の班内で、作品制作への緊張感を共有し、創作に集中して打ち込めるよう、夏季休業中の4～5日間とした。履修者の定員は、担当教員4名と教務補助員3名という指導者数、使用機材の数を考慮し、20名とした。定員を超える履修希望者があった場合には、工学部と芸術学部の学生数のバランス、応募者の成績を考慮し選考した。

(2) 授業内容

課題には次の3つの条件を設けた。

- 全ての班に共通に与えるテーマ（表1）を満たすように、班ごとに制作案を考案する。人の働きかけをきっかけとして作動する作品の動きにより課題の内容を表現する制作案を表現すること
- 梵天丸付属のセンサ以外に、他のセンサ、スイッチ等の入力デバイスを必ず用いること（ただし梵天丸のセンサは併用可とする）（2008年度以降は梵天丸

表1 全ての班に共通に与えたテーマの一覧

年度	テーマ
2007	1台の梵天丸を使用して生き物を表現する
2008	2台以上の梵天丸を使用して関係性を表現する
2009	2台以上の梵天丸を使用して感情を表現する

表2 本科目の内容と日程

1日目	9:00 10:00 13:00 15:00～17:00	準備、学生誘導 教員および教務補助者挨拶 授業日程の説明 要素技術に関する解説 企画会議
2日目	10:00 13:00 15:30～17:00	制御ユニット組立て 企画会議及び予備実験 企画全体発表
3日目	10:00～17:00	作品の制作 終了前に進捗確認
4日目	10:00～17:00	作品の制作 終了前に進捗確認
5日目	10:00 14:00 16:30～18:00	進捗確認及び最終調整 発表会 反省会及び授業評価、片付け

付属の視覚センサ及びマイクロスイッチに限定)

- 出力（動き、音等）を梵天丸の制御ユニットと、キットに付属のプログラミング言語“まきもの”で制御すること

全ての班に共通に与えるテーマを表1に示す。共通テーマを満たすように、後述する企画会議によって班ごとに制作案を考案させ、制作過程を経て実演を含む発表を行わせる。本授業の内容と日程を表2に示す。以下、授業の内容の詳細について述べる。

(a) 準備

まず、工学部と芸術学部の学生をバランス良く混在させるようにして、履修者を4～5名の班に分け、授業の概要、特に制作課題及び制作条件に関する説明を行う（約1時間）。

次に、学生間のコミュニケーションを図るため、いわゆる「他己紹介」を行う（約40分間）。「他己紹介」とは、他の班に対して、班の他のメンバーを紹介する手法を表す造語である。

(b) 要素技術に関する解説

履修者全員を対象とし、次の各要素技術に関する解説を行う（約2時間）。この際、あらかじめ用意した完成サンプルを用いる。

- センサと制御ユニット
- 機械部品の機構と動きの変換
- プログラミング

(c) 企画会議

班ごとに、次の手順で作品のアイデアを企画させる（約2時間）。

1. 着想の列挙
2. 着想の優劣付けと選抜
3. 表現としてのストーリー展開付け

会議後、全体の前で班ごとに企画発表を行い、制作課題及び制作条件、実現可能性の点について、指導者及び履修者と意見交換を行う。

(d) 制御ユニット組立て

梵天丸の組立てキットを用いて、PICマイコン及び視覚センサ、モータからなる回路を半田付けも含めて組み立てさせる（約2時間）。

さらに、まきもののサンプルを基に、単純な動作（例えば、前方に障害物を検知したら右に曲がる動作）を行うプログラムを作成させる。

(e) 作品制作

班ごとに、制作に当たらせる。その際指導者は、こまめにコミュニケーションをとりながら、技術的な課題を解決するだけでなく、時間的な制約、制作課題及び制作条件を意識させるようにする（約2日間）。

(f) 制作物の発表

班ごとに、制作物に関する発表を行わせる。その際、作品のコンセプトや動作に関して説明させた後、実演させる。その後、指導者及び履修者と意見交換を行う（約2時間）。

(3) 成績評価

授業時の取り組み状況、さらに作品の出来栄や発表の評価を総合して成績とする。

3. 本科目の実施状況

3.1 学生への周知

年度初頭の履修ガイダンスにおいてチラシを配布し、本科目の概要、前年度の様子、履修者募集について周知した。また、学内新聞、大学ウェブサイト内の専用ページにも掲載した。

3.2 学生の履修登録から授業当日まで

20名の定員に対して、常に30名強の履修希望者があった。その全員に対して、センサについて調査するという事前課題を課した。その結果、当日にはほぼ定員の20名強の履修者が集まった。これは、応募時期から授業当日まで経過する時間や事前課題により、より強い履修意欲を持った学生に絞られたためと考えられる。

3.3 授業当日

図2に当日の様子を示す。

(1) 制作条件の設定

2007年度の試行では、多くのセンサから選ばせる等、自由度を高く設定したが、結果として制作の難易度が高くなり過ぎた。そこで、正規科目となった2008年度以降は、センサを梵天丸付属の視覚センサ及びマイクロスイッチのみとした。

(2) 企画会議

2.2(2)(c)節で述べた3つの手順を、以下のような、前半の着想を得る部分（プランニング1）と、後半のストーリー展開を得る部分（プランニング2）とに分けて行った。このような発想手法の実践は、工学部学生のためのグループでは通常得られない。

(a) プランニング1の実施

プランニング1では、ブレインストーミングを通じて制作案を決めさせた。次に実施した手順を示す。図3(a)に、配布した用紙を示す。

(a) センサ

(b) 機構部品。TAMIYA製プーリやチェーン、シャフトを用いて限られた時間で機構を作れるよう配慮した

(c) 企画会議

(d) 作品の制作

(e) 制作した作品の実演発表
図2 本科目実施の様子

(f) 制作した作品の発表と講評

工芸制作演習 プランニングシート	
氏名: _____	
テーマ: _____	
起	
承	
転	
結	
意図する効果: _____ 意図する効果の表現方法 (どのように表現するか): _____ And: _____ 意図する効果に寄与するアイデア: _____ 意図する効果を実現する表現方法のアイデア: _____	

(a) プランニング 1

(b) プランニング 2

図3 企画会議で用いたプランニングシート

1. 時間を決めてアイデアスケッチをする。どんなに些細なアイデアでも良いので、とにかく沢山書く。絵のうまい下手に関係なく、とにかく何か図を書く。書けたらすぐに壁に掲示する。
2. グループ内で、アイデアの簡単なプレゼン。紙では表現しづらいことを言葉で補足する。
3. メモ用紙を使い、掲示されたアイデアにコメントを貼り付けていく。気になったアイデアには全てコメント付けする。
4. コメントの多いアイデアを中心に制作案の絞り込みを行う。
5. 2案程度に絞り込み、教員と共に現実性のチェックを行う。
6. 最終的な制作案の絞り込み。

(b) プランニング 2 の実施

プランニング 2 では、プランニング 1 で絞り込んだ制作案に表現のストーリーをつけさせた。次に実施した手順を示す。図 3 (b) に、配布した用紙を示す。

1. 発表時の演出の流れを起承転結で検討する。
2. アイデアをグループ内で発表する。
3. プランニング 1 と同様にコメント付けを行う。
4. 演出プランを絞り込む。

(3) 成果物（作品）の例

表 1 に挙げた課題に対する作品例を図 4 に示す。(b) は 1 台の梵天丸で生き物を表現する例だが、鑑賞者がなでるような動作を繰り返すことにより、しおれている花が起き上がるインタラクションを実装している。このように 2007 年度は、センサだけでなく造形に関しても自由としたため、限られた時間の中で実現することが困難となり、指導者の関与を必要とした。

(a)(c) は、2008 年度に行った、2 台以上で関係性を表現する例であるが、センサと造形に関して単純化させた。他に、遊び回る子とそれを追う母という関係性、うるさく飛び回る虫とそれを食べようとする食虫花の関係性、綱引きをするものとそれを応援するものの関係性、酔って千鳥足だがお互いぶつかりそうでぶつからない関係性といった作品が制作された。

(d)(e) は、2009 年度に行った、2 台以上で感情を表現する例だが、造形をさらに単純化しロボットを紙袋で覆うことを条件とした。(d) は、近づいてくるネズミにイライラして激しく叩いて追い払うというもの、(e) は、女性を感知すると、搭載した赤いマジッ

(a) ケンカ (2008年度)

(b) 一生懸命お世話をするとう元気になる花 (2007年度)

(c) 猫とネズミ (2008年度)

(d) ネズミとはたき (2009年度)

(e) 女性に求愛するロボット (2009年度)

図4 作品の例

クを接地させてハート型の軌跡を描いて求愛するというものである。

制作の過程では、半田付けの失敗（過加熱による素子破壊やはんだ不足）やダイオードの極性誤り、回路の短絡（回路上に金属工具を直接置いたことによる）により電子回路が動作せず、指導者と共に問題個所の特定、原因の究明及び解決を行うことにより、トラブルシューティングについて大きな学習効果が上がった。まきものによるプログラミングにおいても、事前に仕様を決定させるプロセスや、ハードウェアの遊びを考慮したパラメータ調整、さらに目的の表現動作をさせるために状態遷移の考え方を導入する等、ソフトウェア工学上の学習効果もあげることができた。

また芸術教育で用いられるアイデア出しの方法論は、工学部の研究活動にも大変有益であると考えられる。これは通常の工学の教育方法には含まれないが、本科目のように、短期で達成できる課題についてこれを学ぶことは、工学部学生にとって大変有意義である

と考えられる。

(4) 成果物の発表と意見交換

図2(f)の発表会では、10分程度の実演に続き、学生と担当教員、加えて学内教職員を交えて講評を行った。質疑応答を通して、自分たちのアイデアの核を鮮明にし、本来どこまで実現する計画のどこまでが達成できたのかを明確にするという学習効果を上げることができた。

(5) 成績評価

成績評価の評価基準は、取り組みの積極性に関するものと作品の質に関するものから成る。作品の質とは、工学的な意味での技術レベルに加えて、以下のような芸術表現としての質に関する評価を行った。採点の際は、担当教員による評点を合計して求めた。

- 与えられた課題のテーマにあった主題を選択したか
- 独創性や新規性があることにチャレンジしたか
- 授業の発表会までに動作する作品を完成できたか
- ロボットを動かすこと（構造とプログラムによる動

(a) やさしい—むずかしい

(b) たのしい—つまらない

(c) 不満—満足

(d) 積極的だった—積極的でなかった

(e) 協力した—協力できなかった

図5 履修者自己評価（2007年度の試行時）

作)と演出(テーマやストーリーとプレゼンの構成)に必然的な繋がりがあるか

- チーム内で協調して制作を推進することができたか

4. 本科目の評価

(1) 実施結果

本科目は、指導者も含めて新たな取組みであったが、全ての班において、日程どおりの限られた時間の中で各内容を消化し、企画どおりに動作するインタラクティブ作品を完成し、実演に至らしめることができた。プロジェクト教育を具現化した科目として、有効であると考えられる。また、工学部学生のみグループでは通常得られない、発想手法の実践、感情表現やメッセージ性を追求する姿勢の実践を行うことができ、芸術学部学生が通常得られない技術的な思考に触れたことと併せて、本科目は大変有効であった。授業期間や履修人数については、当初の想定通り、履修者が授業内容に没頭する環境を実現でき、また班相互に刺激し

合い教室全体の一体感を感じさせられたことから、適切であったと考えている。

(2) 履修者の満足度

2007年度以降2009年度までの3カ年における履修者の満足度について授業終了時にアンケート調査を行った。図5と図6を比較すると、(a)の難易度において、2007年度にはやや難しいに集中していたのに対し、2008年度以降、センサ等制作条件の自由度を適切に減らすことにより、依然として負荷を受けながら多くの学生が適切であると感じるようになったと解釈できる。それと相関するように、(b)ではたのしい側に、(c)では満足側に、(d)ではより積極的に関わった側に推移した。また、(e)においても、当初の目的にある、協調作業を行うことができた実感した学生が多かった。

(3) 他機関での実施に当たって

本科目の準備と指導法に関しては、以下の点に留意すべきであることが明らかとなった。

図6 履修者自己評価 (2008年度以降の平均値)

- 学生が限られた時間で制作するために、部品や材料のバリエーションは限定すべきこと
- 学生は作品の見かけの飾り付けに偏る傾向もあるので、課題を具現化できるよう教員が適宜、方向性を助言して修正すべきこと
- 意見の衝突や主導権争いによってグループメンバーの連携が損なわれないよう、教員は注意深く見守ること
- 密な指導をしながら、一方で、受講者の主体性や自律性を損なわないよう留意すべきこと
- 限られた期間で制作する事、グループワークによるストレスにより不満を訴える学生には、本科目の意義を理解できるよう丁寧に説明すべきこと

5. まとめ

本論文では、工学、芸術と異なった分野の学生と共同作業を学ぶこと、限られた時間内で実際に動くインタラクティブ作品を企画、設計、製作し、モノづくりの基本を学ぶこと、技術的スキルを習得することを目指すとする演習科目「工・芸制作演習」の取組について述べた。授業内容と方法については未だ試行錯誤の面もあるが、学生の授業満足度調査の結果、おおむね当初計画通りの教育効果を上げたと考えられる。さらに本科目の方法論を新たな課題に適用すべく、2010年度よりFlashアニメーションを用いたインタラクティブ・マンガの制作を新たな課題として取り組んでいる。本学の理念の教育課程における具現化を目指し、また人間力や専門的实践力が涵養できるよう、工・芸制作演習、さらには工・芸連携カリキュラムを発展させていきたい。

参 考 文 献

- 1) 源田悦夫：デジタルコンテンツ創成教育：九州大学大学院芸術工学府における実践, 日本デザイン

学会デザイン学研究, 16-3, pp.2-5, 2009

- 2) 田村幸子：工学教育におけるアートの役割, 工学教育, 56-1, pp.22-25, 2008
- 3) 高木隆司：サイエンティフィックアートとは何か：2つの文化の交流に向けて, 可視化情報学会誌, 28-108, pp.32-37, 2008
- 4) Randy Pausch, Don Marinelli : Carnegie Mellon's entertainment technology center : combining the left and right brain, Commun. ACM, 50-7, pp.50-57, 2007
- 5) 川澄未来子：感性を探る：芸術と工学, 宙舞(自動車技術会中部支部報), 53, pp.26-29, 2003
- 6) 木原民雄, 草原真知子, 安田 浩：場のアートとネットワークのアート, 情報処理学会論文誌, 44-2, pp.212-221, 2003
- 7) 梵天丸とは, メカトロで遊ぶ会, Webページ, <http://www.inrofor.org/toro/bonten/>, 1997, 参照日：2011-2-14
- 8) 池田貴幸, 浅野耕平, 森山 剛, 行谷時男, 久米祐一郎, 若尾真一郎：工・芸制作演習の取組み, 日本機械学会, ロボティクス・メカトロニクス講演会 '08, 2A1-J20, June, 2008

著 者 紹 介

森山 剛

平成11年慶大大学院博士課程了。博士(工学)。平成11年東大生産技術研究所日本学術振興会特別研究員PD。平成13年米カーネギーメロン大ロボティクス研究所ポスドクフェロー。平成16年慶大助手を経て、現在、東京工芸大学工学部メディア画像学科助教。パターン認識、顔画像処理の研究に従事。電子情報通信学会、情報処理学会、日本音響学会、IEEE各会員