

「理数学生応援プロジェクト」受託事業  
「TUT オープンチャレンジプロジェクト：オープンラボへの参加に基づくスーパーエンジニア養成プログラム」  
最終報告書

平成25年3月29日  
豊橋技術科学大学

本報告書は、文部科学省「理数学生応援プロジェクト」の受託業務として、国立大学法人 豊橋技術科学大学が実施した「TUTオープンチャレンジプロジェクト：オープンラボへの参加に基づくスーパーエンジニア養成プログラム」の4年間の成果を取りまとめたものである。

## はじめに

豊橋技術科学大学では文部科学省の事業である「理数学生応援プロジェクト」の委託を受け、平成21年度から平成24年度までの4年間にわたり、次代のイノベーション創出を担うトップレベルの技術者育成を目指して、「TUT オープンチャレンジプロジェクト：オープンラボへの参加に基づくスーパーエンジニア養成プログラム」を実施してきた。

この度、事業の成果を広く普及するため、これまでの取組や成果等をまとめた報告書を取りまとめた。

### 1. 事業の趣旨

科学技術創造立国にむけて次代のイノベーション創出を担うトップレベルの技術者育成は緊急の課題である。その一方で、大学教育における専門分野の細分化の流れは、学生の専門分野と社会との関係を希薄化させ、また企業の求める人材と大学の輩出する人材との乖離を生んでいる。こうした問題意識から、多様な技術分野を広くカバーし、同時に学生のモノづくりマインドに応えうる、実践的で魅力的な技術者教育のためのプログラム開発とその実施が求められてきた。

特に、豊橋技術科学大学の学生の約8割は高専から第3年次に編入学してきた学生であり、高専在学中にロボコンやプロコンなどを経験し、すでに特定分野において優れた技能やセンスを有する学生が数多く在籍している。本事業では、これらの優れた技能やセンスを有する学生を見出し、他の学生との協働の中でさらに技能や創造的思考能力を飛躍的に伸ばすことで、次代のイノベーション創出を支える、卓越した技能・センスを備えるトップレベルの技術者の養成を目指すこととした。

### 2. TUT オープンチャレンジプロジェクトの概要

上記目的を達成するために、本事業のコアとなる「TUT オープンチャレンジプロジェクト」は、多様な技術分野、多様な年代層の学生の協働により、個人の力量では達成できない、高い技術水準を有する未来志向のロボットやインタラクティブ・メディアを企画立案し、プロトタイプ構築を進めるとともに、「オープンチャレンジ」の名が示すように、外部のコンペティションや学会等の技術展示に積極的に挑戦させながら、参加学生の総合技術力、プロジェクト遂行能力などの養成を図ることとした。

本教育プログラムの特徴の一つは、多様な技術分野、多様な年代層の学生の

協働に基づいて、未来志向のロボットやインタラクティブ・メディアを生み出す実践的な活動をプロジェクトとして行う点にある。

具体的には、学生主体の企画提案に基づき、それぞれの学生の得意分野である、マイコンを中心とする電子回路技術、組み込みソフトウェア技術、機構設計、システム制御技術、大規模ソフトウェア技術、さらにはプロダクトデザイン、インタラクティブデザインなどのセンスを駆使して、プロトタイプの構築を行う。

また、一般の授業内での「課題制作」や「練習問題」としてではなく、新規性の高いアイデアをプロトタイプとして実現し、それを社会に対して提案し、社会からの評価を受けるという、社会的な実践としてのモノづくりを指向することを特徴としている。

さらに、らせん型のキャリアディベロップメントプログラムとして機能するもので、過年度に本教育プログラムに参加した学生がメンターとしてプロジェクトに再度参加することにより、新たに参加した学生に技術的なノウハウを継承すると同時に、メンターとして参加する学生は、プロジェクトマネジメントのコツを修得するような、双方向での学びの場を実現している。

本事業の「TUT オープンチャレンジプロジェクト」では、このように多様な技術分野の横のつながり、多様な年代層の縦のつながり、および社会との接点を重視した実践的な活動を通して、真の実践的で創造的なトップレベルの技術者の養成を行えるものと考えている。

# 第1章 「TUT オープンチャレンジプロジェクト：オープンラボへの参加に基づくスーパーエンジニア養成プログラム」のこれまでの取組

## 1. 入試・選抜方法の開発実践

### (1) 内容

#### 【選抜方法の開発実践】

本事業のコアとなる教育プログラム「TUT オープンチャレンジプロジェクト」の参加に際しては、年度初頭に本教育プログラムの趣旨や履修学生の選抜方法に関する説明会(履修ガイダンス)を実施し、本年度のオープンチャレンジプロジェクトのメンバー(3年次向けの「プロジェクト総合演習」への履修学生、および2年次向けの「プロジェクト研究(TUT オープンチャレンジプロジェクトコース)」の履修学生)を募集した。

履修希望学生には、あらかじめ得意な技術分野、プログラミングのスキル、CADやマイコンの知識、高専や高校での活動状況などの自己アピールを記したエントリーシートの提出を求め、その内容を実施委員会で審査し、選抜を行った。

#### 【本事業における高大連携】

愛知県教育委員会の実施する「知の探究講座」と連携し、本事業の一部として、夏休みの期間から12月にかけて、全8日間の「知の探究講座」を開講し、愛知県内の高校から10名程度の受講生の受け入れを行った。この講座には、本プロジェクトの履修学生がメンターとして参加し、高校生と一緒に未来志向のロボットの企画立案、プロトタイプ構築を行った。

#### 【本事業における高専連携】

本学で実施する高専生に対する体験実習の一環として、夏休み期間の10日程度、本プロジェクトに高専生を受け入れ、メンターとして参加する本プロジェクトのメンバーと一緒に未来志向のロボットの企画立案、プロトタイプ構築を行った。

また、3月に実施している本プロジェクトの公開シンポジウムに、本プロジェクトの活動に強い関心を持つ本学近郊の高専生を参加させた。

## (2) 成果

本教育プログラムを履修する際に、参加学生の得意な技術分野、プログラミングのスキル、CAD やマイコンの知識、高専や高校での活動状況などの自己アピールを記した「エントリーシート」の提出を求めることは、安易な気持ちでの履修を事前に防ぐための敷居として機能している。また、参加学生自身のキャリアを振り返り、各自の得意分野、不得手分野を再認識させる役割を果たしている。さらには、就職活動に際しての自己アピールやエントリーシート作成に関する事前学習の役割も果たしていると考えられる。

新たに履修を希望し、エントリーシートを提出した学生の多くは、ロボットなどモノ作りやスマートフォンのアプリケーション開発、プログラミング等に対して高い意欲と能力を持っていることを確認できた。高専でのロボコンやプロコン、デザコン経験者の他に、卒業研究の際にロボットの制御や画像処理、3次元 CAD による機械設計、マイコンの使用を経験した者も含まれている。また、大学においてロボコン部に所属している学生も含まれている。その多くは C/C++、Java、Flash などのプログラミング経験などを有していた。

本事業における高大連携、高専連携の活動(「知の探究講座」や高専体験実習、公開シンポジウムへの参加)は、モノづくりマインドを有し、モノづくりに対して高い意欲をもつ高校生や高専生を発掘する場となるとともに、本学の「TUT オープンチャレンジプロジェクト」の活動を高校生や高専生に紹介する貴重な機会となった。また、これらの活動に魅力を感じて、本学を志望し、入学してくる高校生、高専生や本学入学時の学科選択の参考にする学生も現れはじめている。

## (3) 課題

本事業における高大連携は、主に愛知県内の高校生を対象としており、講座の規模としても、年度あたり 10 名程度に制約される。同様に、夏休みの高専体験実習は 5 名程度までの受け入れとなっている。公開シンポジウムへの参加についても、本学近郊の高専に限定される。こうした状況を改善するには、公開シンポジウム内容の動画配信や本プロジェクトの活動内容について SNS による情報発信などを積極的に進めていく必要がある。

## 2. 教育プログラムの開発・実践

### (1) 内容

#### 【本教育プログラムの設計】

本教育プログラムの設計においては、ソフトウェアや情報技術分野を学ぶ学生に加え、機構設計技術、電子回路技術、デザイン力などを有する学生が参加し、多彩な技術分野を総合したモノづくりを進める「実践的な学習共同体 (Learning Community of Practice)」の形成を狙いとしている。

それぞれの学生は、この学習共同体の中に各自の専門技術や技能を生かして参加し、その参加を深めていくことで自分の技能を高めつつ、自分の役割を確立していく。また、はじめは間違っても影響の少ない周辺の事柄から参加し (peripheral participation)、次第に有能さを増しながら、十全な参加 (full participation) へと移行していく。こうした学びの場のデザインの枠組みは、これまで認知科学等において「正統的周辺参加論」や「状況論的な教育論」として整理されてきたものである。

この「正統的周辺参加論」と呼ばれる枠組みを大学教育、特に技術者教育のプログラムに実装していくには、従来の大学教育にある「同一の専門分野を持った、同一の年代層の学生を同じ教室に集めて一つのクラスを編成する」という考え方を再検討する必要がある。特に、学習共同体を構成する上では、メンバー全員が周辺的な参加者 (= 初学者) だけではなく、すでに「十全に参加している」メンバーの存在が重要な役割を果たすと考えられる。

また、これまでの学部教育においては「試験は一人で受けるものであり、他人の助けを借りてはいけない」というような個体能力主義的な前提があった。一方、本教育プログラムにおける中心的な課題として設定した未来志向のロボットなどの高度なモノづくりでは、学生個々の技量や専門分野の技術だけでは実現できないものであり、他者との協働を必要とする。自分の専門分野、得意分野を生かしながら参加し、「知らないことは、知っている人に聞く」という姿勢への転換が必要であり、参加メンバーがこうした姿勢にシフトすることで、多様な技術分野を包含する「組織知 (institutional memory)」を共同体の中に生み出すことができる。また、これを豊かな学びを生み出すためのリソースとすることができると思う。

本教育プログラムの設計においては、上記の多様な技術分野をカバーする横のつながり、および初学者と熟練者との混在する多様な年代層から構成される縦のつながりに留意した。

#### 【本教育プログラムの実装】

本教育プログラムでは、一つの教室やクラス、大学などの枠を超えた実践的学習共同体そのものを「オープンラボ」と総称し、その「実践的学習共同体への参加」という枠組みを基本に本教育プログラムの実装を行った。

具体的には、モノづくり分野において強い学習意欲をもつ学生をエントリーシートによって選抜し、3年生を対象とする「プロジェクト総合演習」、2年生を中心とする「プロジェクト研究」の科目を、この「オープンラボ」に参加する形で履修させた。また、この「オープンラボ」にロボット等の制作経験豊富な大学院生をメンターとして参加させることで、初学者、熟練者の混在する多様な年代層の学生を含む学習共同体を構成した。さらには、夏休みの体験実習の形で、高校生および高専生を部分的に参加させ、高校生から学部生、大学院生を含むプロジェクトとした。

履修学生の多くは全国の高専を卒業しており、その出身学科も多様である。また、高専に在学中にロボコン、プロコンなどを経験した学生も含まれている。そのため、マイコンを中心とする電子回路技術、組み込みソフトウェア技術、3次元 CAD による機構設計技術、ソフトウェア技術などのいずれかの分野を得意とする学生で構成されている。しかし、本学にはプロダクトデザインや造形技術などを得意とする学生が少ないことから、京都造形芸術大学のロボットデザインプロジェクトと連携し、このメンバーを「オープンラボ」に参加させることで、デザイン系を含む多様な技術分野をカバーする学習共同体を構成した。

#### 【本教育プログラムの実施】

正統的周辺参加論における「正統的(legitimate)」とは、その活動が学習者にとっての「練習問題」ではなく、実際の生活や実世界に根ざした文化的実践であることを指している。本教育プログラムでは、実験の課題やレポートなどの「答え」がすでに用意されている「練習問題」を扱うのではなく、「答え」の用意されていない、世の中になく、本物に近いモノづくりを行うことで、真正性の高い学びの場の実現を目指すこととし、具体的には「未来志向のロボットやインタラクティブ・メディア」を企画立案し、そのプロトタイプを構築するだけでなく、学外での展示やコンテストへの応募を行い、研究者・技術者、一般の市民からの評価を仰ぐこととした。「TUT オープンチャレンジプロジェクト」の活動内容は次の通りである。

- ① ガイダンスの実施：新たに参加した学生に対して、本プロジェクトで制作してきた未来志向のロボットやインタラクティブ・メディアの事例とその背景にあるコンセプト、要素技術などを説明した。
- ② 個人企画提案会の実施：ガイダンスから2週間程度の期間を設けて、個人毎の企画立案、プレゼンテーションの準備を行い、その後にプレ



ゼンテーションによる個人企画提案会を実施した。

- ③ 企画提案の整理とプロジェクトの編成：個人企画の内容、参加メンバーの技術的なスキルなどを考慮し、毎年7チーム程度のプロジェクトを編成した。これらのプロジェクトに大学院学生がメンターとして、各プロジェクトに参加した。特に、ロボットの制作経験が豊富で、技術レベルの高い大学院学生はTAとして雇用した。また、それぞれのプロジェクトに京都造形芸術大学のロボットデザインプロジェクトのメンバーが参加し、デザインや造形、コンセプトの立案に参加した。
- ④ プロジェクト毎の企画立案：7つ程度のチームに分かれ、ブレインストーミング等のミーティングによってプロジェクト毎の企画立案を行った。京都造形芸術大学のメンバーとは、ネットワークコミュニケーションツール(Skype や Wiki)などを利用して遠隔でのミーティングを行った。
- ⑤ プロジェクト毎の企画提案会の実施：プロジェクト毎に議論された企画提案の発表会を実施し、他の参加メンバーや担当教員からのコメントを各プロジェクトのコンセプトや企画にフィードバックさせた。特に、「自分たちで作りたいモノを作る」という発想から、「社会にとって価値のあるモノを作る」、「コンテストや学内での技術展示等で社会から評価されるモノを作る」ことに留意させた。学生の新鮮な発想やアイデアを生かしながら、同時に企画したロボットやインタラクティブ・メディアのオリジナリティや有用性を議論させるとともに、その実現可能性、リソース、コスト、スケジュールなどの確認を行った。
- ⑥ プロジェクト毎の制作：各プロジェクトからの企画提案に基づいて、未来志向のロボットやインタラクティブ・メディアの制作を進めた。参加メンバーの技術的なスキルに合わせて、電子回路設計や基盤の制作、機構設計、部品加工、プログラミング、デザイン、造形などをそれぞれ担当させた。ロボットの制作経験豊富な大学院生がメンターやTAとして参加し、ロボット制作における技術的なサポートを行うとともに、プロジェクトのリーダーとしてプロジェクトマネジメントを行った。京都造形芸術大学のメンバーは、デザインスケッチ、プロダクトデザイン、造形の一部を担当した。
- ⑦ プロジェクトの状況報告会の実施：各プロジェクトの進行状況や課題を把握し、プロジェクトのメンバー全員でアドバイスやフォローを行うために、2週間に1回のペースで各プロジェクトの状況報告会を実施した。各プロジェクトの技術水準を上げるために、「各プロジェクトの中で、自分たちで出来る範囲で行う」ことから、「知らないことは

知っている人に聞く」、「プロジェクト全体のリソースや技術、ノウハウを全面的に活用する」という意識にシフトさせることに留意した。

- ⑧ CMS を介した技術共有・技術継承:プロジェクトの個々のメンバーには、それぞれのメンバーの状況を他のメンバー全員で把握できるように、ネットワーク上の CMS である Wiki のページにログを残すことを求めた。また、各プロジェクトに対しては、Wiki のページのプロジェクトノートに、それぞれの進行状況や制作を進めるにあたってのノウハウ、スケジュールなどを整理することを求めた。これらを全員で参照することで、いま誰がどのようなスキルを持っているのか、どのような問題を抱えているかなどの情報を共有し、プロジェクト全体での組織知(institutional memory)を形成・維持するようにした。

## (2) 成果

### 【本教育プログラムの参加者の推移】

平成 21 年度から平成 24 年度まで、プロジェクト全体の参加者は高校生や京都造形芸術大学の学生を含めると、57 名、57 名、52 名、51 名と推移している(資料 1)。

平成 23 年度から本学の再編に合わせて、2 年生向けの「プロジェクト研究」の科目を新たに設け、その履修者の中から選抜された学生が本教育プログラムに 3 名ずつ参加した。3 年生は、「プロジェクト総合演習」の科目を履修する形で参加し、平成 21 年度から平成 24 年度まで 17 名、13 名、12 名、16 名と推移している。愛知県教育委員会との連携で進める「知の探究講座」の受講者は、毎年 10 名を定員としている。

### 【プロジェクトの編成と制作内容】

平成 21 年度は、8 つのプロジェクトに編成し、8 種類の未来志向のロボットおよびインタラクティブ・メディアを制作した。

その制作内容としては、(1) 子どもとロボットとの関わりの中からたち現れる、子どものオリジナルな表情をロボットの内側から写し撮ることを狙いとした、ロボットのようなカメラ、カメラのようなロボット(Peepho)、(2) 「指先でささやく」さりげないコミュニケーションメディア(TongTongPhone)、(3) 一つの手をもち、人と人とをつなぐ、孫のようなロボット(マコので)、(4) バッグに入れることを前提に、一緒に持ち運びたくなるパーソナルなロボット(Robomo)、(5) テーブルの上でコーヒーポット、お皿、ランプなどが動き回る、未来志向のダイニングテーブル(Sociable Dining Table)、(6) 3 者の会話の流れに合わせながら、自律的に会話参加者にスポットを向けるスポットライト

(Sociable Spotlight)、(7) 人と人との何気ない関わり顕在化するメディア空間(Resonated Sociable Space)、(8) カーテンの揺らぎを用いた仮想世界と実世界とのインタフェース(HINOCO)、の8つである。

平成22年度は、7つのプロジェクトに編成し、7種類の未来志向のロボットおよびインタラクティブ・メディアを制作した。

その制作内容としては、(1) Cocoron：子どもと触れあう、不定で、たどたどしい動きをする球体のロボット、(2) Coordy：よたよたと歩く、かわいい多脚型コミュニケーションロボット、(3) Culot：子どもたちとブロックの中で遊ぶ、ブロッククッション型ロボット、(4) Minicry：テーブルの片隅に生息する仮想クリーチャとのインタラクシオン、(5) Chronos：会話の中の何気ない「つぶやき」に聞き耳をたてる音声ツイッター、(6) Atinon：胸ポケットから顔をのぞかせる、モバイルなパーソナルロボット、(7) INAMO：反慣性モーメントで変形・合体を繰り返す、不思議なパネル型ロボット、の7つである。

平成23年度は、6つのプロジェクトを編成し、6種類の未来志向のロボットおよびインタラクティブ・メディアを制作した。

その制作内容としては、(1) oin：Sociable Playgroundを構成する、一緒に群れながら遊ぶロボット、(2) plotta：テーブル上の積み木とCGクリーチャから構成される新たな遊びの空間、(3) Moq：テーブル上に棲うランプの形をしたアバタータイプのロボット、(4) Pelat：ふらふらとバランスを取りながら動き回る倒立振り子型ロボット、(5) MSM：多人数会話の場を介して人のつながりを引き出すモバイルなクリーチャ、(6) i-Bones：博物館で一緒に展示物を鑑賞することを目指した骨型ロボット、の6つである。

平成24年度は、7つのプロジェクトを編成し、7種類の未来志向のロボットおよびインタラクティブ・メディアを制作した。

その制作内容としては、(1) Conte：人と一緒に音を奏でる不思議な生きもの、(2) Toppers：互いに心地よい距離を探りあう倒立振り子型ロボット、(3) Bounce：周囲からの声援を受けて飛び上がろうとするロボット、(4) INAMO+：寄り添いながら離合集散を繰り返すパネル型ロボット、(5) Persona：多様なロボットの顔となるペルソナ型ロボティックインタフェース、(6) ほっとフォト：パラパラ動画で不思議な表情を生み出すフォトフレームロボット、(7) Rasphy：人のあとをコロコロと追いかける球体ロボット、の7つである。

#### 【制作事例や技術的なノウハウの整理とマニュアルの作成】

前年度に制作した未来志向のロボットやインタラクティブ・メディアの事例は、当該年度に新たに参加する履修者にとっての手本(=学習リソース)として重要な役割を果たすことから、そのメンテナンスやブラッシュアップを行い、い

つでも参照できるものとした。また、ロボットやインタラクティブ・メディアを制作する上で基礎技術となるノウハウやプログラミングマニュアルを整理して、CMS上のオンラインマニュアルを作成した。それらを印刷・製本し、履修学生向けのテキストとして作成した。

#### 【成果発表を兼ねた公開シンポジウムの実施】

各プロジェクトで企画・制作した未来志向のロボットやインタラクティブ・メディアのコンセプト、システム構成、機構設計、デザイン等を整理して、デモンストレーション時に使用するポスターを作成した。また、各作品のネーミングを行った。公開シンポジウムにあたり、プレゼンテーションの準備とリハーサルを行った。公開シンポジウムの初日に、豊橋市こども未来館において、子どもや一般の来場者に対してデモンストレーションを行った。また二日目に、外部講師による講演会、来場者に対してプロジェクト毎にプレゼンテーションによる成果発表を行った。

#### 【本プロジェクトの資料集の作成と頒布】

本事業の成果を学内や高専などの関係機関に広く公開するために、資料集「TUT Open Challenge Project (2009/2010/2011/2012)」を作成し、公開シンポジウムの参加者、および学内外の関係者、関連機関に配布した。

### (3) 課題

当該年度のプロジェクトの終了時に、本教育プログラムに対する参加学生にアンケートを実施した。また、公開シンポジウムに参加する関係者にアンケートをお願いした(資料2)。これらの意見を集約し分析することで、次のような課題が明らかとなった。

履修学生からは、「制作したシステムをブラッシュアップするための時間が足りなかった」、「最終的なシステムの完成度としては不十分であった」、「プロジェクト内でコミュニケーションが不足していた」との反省も聞かれた。新たなロボットやインタラクティブ・メディアを企画立案からプロトタイプ構築、外部展示までをこなすためには、十分な時間が必要で、制作途中の段階におけるプロジェクトマネジメントについてさらに工夫する必要がある。

プロジェクトマネジメントを向上させるためには、前年度のまでの事例や制作にあたってのポイント、プロジェクトマネジメントの失敗例などを、プロジェクトをスタートする際のガイダンスの時点で丁寧に説明する必要がある。具体的なロボットの制作を進める上では、プロジェクト内でのコンセプトの確定、

デザインの方向性の決定を早める必要がある。京都造形芸術大学のプロジェクトメンバーとの意見調整やデザイン案の決定に遅れが生じやすいことから、より早い段階での打ち合わせを必要とする。打合せにおいては、ネットワークコミュニケーションツール(Skype)を多用したが、初期の意見調整やデザイン案の調整では対面でのミーティングを行う必要がある。

公開シンポジウムでは、このプロジェクトの成果発表を聴講するために各地から関係者が集まることから、発表のクオリティの確保には十分に留意する必要がある。そのため公開シンポジウムでの成果発表においては制作するロボットのクオリティ確保だけではなく、プレゼン発表に関しては、発表準備、発表練習に時間を掛ける必要がある。

また、公開シンポジウムにおけるロボットのデモンストレーションにおいても、学生の説明に課題が残されている。本プロジェクトに参加した学生の多くは、担当するロボットを期限までに動作させることに精一杯であり、そのコンセプトや狙い、技術的なポイントをどのように説明するかを頭の中で整理する時間があまりなく、一般の参加者や子どもたちにわかりやすく説明することに不慣れな学生もいたことから、これらに対する十分な配慮を必要とする。

### 3. 意欲・能力を伸ばす工夫した取組の実践

#### (1) 内容

##### 【国内外でのコンペティションや技術展示への参加】

本事業のコアとなる「TUT オープンチャレンジプロジェクト」では、多様な技術分野、多様な年代層の学生の協働により、個人の力量では不可能な高度のモノづくりを実践するとともに、オープンチャレンジの名が示すように、国内外のコンペティションや学会等における技術展示を積極的に進めることとした。学外における成果発表や技術展示は、本プロジェクトで制作した未来志向のロボットやインタラクティブ・メディアを技術者・研究者に紹介する機会を提供するとともに、学外の研究者・技術者や一般市民からの直接的な評価やコメントを受けながら、創作意欲、学習意欲を引き出し、総合的な技術力を伸ばす上で、大変有用な機会を提供すると考えている。

具体的には、本事業の主催で行う公開シンポジウムでの成果発表・デモ展示に加え、京都造形芸術大学におけるロボット展示会、国際学生バーチャルリアリティコンテスト、欧州の代表的なバーチャルリアリティ・インタラクティブ技術に関する会議 Laval Virtual での技術展示、社会的なロボティクスに関する国際会議 ICSR におけるロボットデザインコンペティション、ヒューマンロボットインタラクション技術に関する国際会議 HRI におけるビデオセッション、その他、国内の関連学会におけるポスターセッション等への応募を行った。

##### 【京都造形芸術大学のロボットデザインプロジェクトとの連携】

本プロジェクトにおいて、多様な世代間での交流、多様な専門分野の学生の交流・協働を促すために、京都造形芸術大学のロボットデザインプロジェクトと連携し、未来志向のロボットやインタラクティブ・メディアの制作を行った。ロボットデザインプロジェクトのメンバーの中に、プロダクトデザインやメディアデザイン、キャラクターデザインを学んでいる学生がおり、本学内のプロジェクトメンバーのデザイン力を補完した。また、芸術系と技術系などの異なる価値観のすり合わせの中から、ユニークなアイデアを生み出すことに貢献した。

##### 【らせん型のキャリアディベロップメントプログラム】

本教育プログラムを担当する教員に加えて、本教育プログラムの履修経験者である大学院生が各プロジェクトにメンター(相談相手となる先達)として加わり、プロジェクト遂行における全体的なサポートや初学者に対するきめ細かなアシストを行う体制を構築した。初学者は見習いとしてプロジェクトに参加し、

この熟練者であるメンターから技術を継承することが可能となる。一方、メンターとして参加する学生は、初学者をサポートしながらプロジェクトマネジメントのスキルなどを学ぶような、互恵的な関係を構築した。

## (2) 成果

- ① 平成 21 年度の第 17 回国際学生対抗バーチャルリアリティコンテスト (IVRC2009) に応募し、本プロジェクトで制作された Column が岐阜 VR 大賞および Laval Virtual Award を受賞した。この受賞により、2010 年 4 月 7 日～11 日にフランス Laval で開催された Laval Virtual2010 の技術展示セッション(ReVolution)において、招待展示作品として技術展示を行った。
- ② 平成 22 年度の第 18 回国際学生対抗バーチャルリアリティコンテスト (IVRC2010) に、本プロジェクトで制作を進めてきた作品 5 点(「HINOCO」、 「Peepho」、 「NEXUS+」、 「Sociable Spotlight」、 「TongTongPhone」)の企画書(プロポーザル)の提出を行った。選定委員会の審査の結果、「HINOCO」は 78 件中の 12 件の一つとして採択された。9 月に日本科学未来館で開催された決勝大会(=本審査)において、審査委員および一般来場者に向けたデモンストレーションを行い、本プロジェクトの「HINOCO」は、岐阜 VR 大賞および DCEXPO ConTEX 賞を受賞した。
- ③ IVRC2010 における DCEXPO ConTEX 賞の受賞により、2010 年 10 月に日本科学未来館で開催されたデジタルコンテンツ EXPO2010 において招待展示を行った。
- ④ 2010 年 11 月にシンガポールで開催された、第 2 回社会的ロボティクスに関する国際会議(International Conference on Social Robotics)の主催するロボットデザインコンペティションに、本プロジェクトで制作された作品(「Robomo」)を応募し、参加者投票で 1 位、選定委員会での審査で 3 位を獲得した。
- ⑤ 2011 年 3 月にスイス・ローザンヌで開催された、第 6 回のヒューマンロボットインタラクションに関する国際会議(ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, HRI2011)のビデオセッションに、本プロジェクトで制作された 2 つの作品(「Sociable Spotlight」、 「Column」)についてのプロポーザルを提出し、採択された。また、ビデオセッションでのプレゼンテーションを行った。
- ⑥ 本プロジェクトで制作された「HINOCO」を、2011 年 4 月にフランス Laval で開催された Laval Virtual 2011 の国際公募デモ展(Laval Virtual ReVolution)に応募し、招待展示作品として採択された。5 日間にわたって、VR やインタラクティブ技術に関連する研究者、技術者、一般市民に向けて

デモ展示を行った。

- ⑦ 平成 23 年度の第 19 回国際学生対抗バーチャルリアリティコンテスト (IVRC2011) に、本プロジェクトで制作を進めてきた作品 3 点 (「INAMO」、 「Cocoron」、 「Minicry」) の企画書 (プロポーザル) 提出を行い、その中で 「INAMO」 がプレゼンテーション審査 (東京大学工学部 2 号館) に合格し、9 月に日本科学未来館で開催された決勝大会において、審査委員および一般来場者に向けたデモンストレーションを行った。
- ⑧ 2011 年 11 月にアムステルダムで開催された、第 3 回の社会的ロボティクスに関する国際会議 (International Conference on Social Robotics) の主催するロボットデザインコンペティションに、本プロジェクトで制作された作品 (「INAMO」) のプロポーザルを提出し、選定委員会での審査で 2 位を獲得した。
- ⑨ 2012 年 11 月に中国の成都で開催された、第 4 回の社会的ロボティクスに関する国際会議 (International Conference on Social Robotics) の主催するロボットデザインコンペティションに、本プロジェクトで制作された作品 (「Peepho」) のプロポーザルを提出し、選定委員会での審査で 1 位を獲得した。

### (3) 課題

本プロジェクトでは、国際学生対抗バーチャルリアリティコンテストへの応募を目標の一つとしてきた。しかし、最初のステップの書類審査では約 80 件中の 20 件程度の採択 (採択率 25%程度) であり、次のステップであるプレゼンテーション審査では、80 件中の 10 件程度の採択 (採択率 10%~15%) になっている。年々、採択される作品のアイデアや技術レベルが高度になりつつあり、学部における技術教育プログラムの目標としては、再検討を必要としている。本来はバーチャルリアリティ技術やインタラクティブ技術を競い合う場であり、必ずしもプロジェクトで進めているような未来志向のロボットのアイデアを競い合う場ではなくなりつつある。これらのことから並行して、他のコンペティションなどの応募先を検討していく必要がある。

本プロジェクトで制作したロボットやインタラクティブ・メディアを学外のコンペティションや技術展示に応募し、実際に展示を行う際には、当該年度の範囲に収まらないことが多い。例えば、本プロジェクトは当該年度の 3 月までロボットの制作を行い、その 3 月に開催する公開シンポジウムで成果発表を行い、その年度の活動を終了する。国際学生対抗バーチャルリアリティコンテストへの応募は、次年度の 5 月にプロポーザルを提出し、本審査の展示は 10 月ごろに行われる。その結果を受けて、フランスの Laval Virtual にプロポーザル



を提出し、技術展示に採択されるのは、当該年度終了の1年後となる。実際の技術展示は、1年半後となる。つまり、3年生の時に制作した作品が、最終的に Laval Virtual で展示される際には、修士課程1年の4月となり、理数学生応援プロジェクトの委託事業で想定する学部学生に対する教育プログラムの制度から外れるケースもあった。

## 4. 実施体制

### (1) 内容

本事業の実施責任者を本学副学長(教育担当 神野清勝理事)とした。また本学全体の教育制度の方向性を検討する教育制度委員会及び教務委員会の下に、本事業(TUT オープンチャレンジプロジェクト)運営委員会を設置した。

本事業の円滑な実施に向けて、本プロジェクト活動を統括するオープンラボマネジメントオフィスを設置し、支援組織・教育組織間の連絡調整やプロジェクト活動を統括した。このプロジェクトマネジメントオフィスにおける、旅費関係書類、物品購入関係書類、人件費関係書類の作成、チェック、関連部局との連絡調整、プロジェクト参加学生との連絡調整等を担当する業務補助員をパートタイムで雇用した。

また、ロボットやインタラクティブ・メディアの制作のための環境整備、基本的なソフトウェアモジュールの整理、技術的なマニュアル作成のために、大学院学生などを業務補助者として雇用した。プロジェクトの実施にあたっては、TAとして大学院学生を業務補助者として雇用した。

平成23年度には、本教育プログラムの履修学生に対するプロダクトデザインの指導補助、メディアデザインの指導補助、造形技術に関する指導補助のための教務補助員を雇用した。また、ホームページ・CMS(コンテンツ管理システム)の管理・更新、ロボットやインタラクティブ・メディア制作のための技術マニュアルの作成・整備などを担当した。

### (2) 成果

- ① 本教育プログラムの実施を円滑に進めるために、本学の情報・知能工学系内に、ロボット制作のための協働工房(F206 教室)とプロジェクトルーム(F409 教室)を整備した。協働工房内には、ケミカルウッドなどを3次元のCADデータに基づいて切削加工するための切削機、3次元のCADデータに基づいて樹脂の成型を可能する3次元プリンター、アクリル板を加工するためのレーザーカッター、フライス盤、ボール盤などの環境を整えた。プロジェクトルームには、プロジェクト内でのミーティング、プレゼンテーションおよびインタラクティブ・メディアの制作を進めるために、ノートパソコンやプレゼンテーションに利用するための液晶プロジェクター、大型ディスプレイ、ロボットやメディア技術に関する閲覧用書籍などを整えた。
- ② 本教育プログラムを効果的に進める上で必要となる、未来志向のロボ

ットやインタラクティブ・メディアを制作するためのプラットフォーム(小型の CPU ボードやマイコンボード、プログラムモジュール)やプログラミング環境、ロボット試作環境を整備した。このプラットフォームをプロジェクト毎に準備することにより、それぞれの学生やプロジェクトではアイデアや企画立案後にすぐにロボットの試作開発(ラピッドプロトタイピング)を開始できようになった。小型の CPU ボードとして、fit-PC2 を採用した。Intel Atom Z530 のプロセッサにより低消費電力(6W)、ファンレス、1.6GHz のクロックで動作し、小型 CPU ボードでありながら、音声認識エンジンや動画像処理ソフトウェア(OpenCV)を動作させる性能を備え、本プロジェクトのロボット制作におけるプラットフォームとして適している。また、マイクロコントローラ(SH2)をベースとするデバイスドライバボードを開発し、多様なロボットのプラットフォームや教材として使用した。

- ③ Wiki を利用し、ネットワーク上に本オープンラボのための CMS(Content Management System)を構築した。この CMS には、オープンラボのための掲示板、ソーシャルネットワーキング機能、各プロジェクトや履修者のポートフォリオ(学習者の作品や活動内容に関する学習記録)作成支援機能を含んでいる。また、未来志向のロボットやインタラクティブ・メディアを制作していく上で必要となる技術的なノウハウの一部を Wiki 上のオンラインマニュアルとして整備した。本プロジェクトのメンバーがネットワークを介して、マニュアルにアクセスしたり、技術的なノウハウの追加や修正を行うことができる。
- ④ 本事業のホームページを作成し、情報発信を行った。

### (3) 課題

本教育プログラムの実施において、ラピッドプロトタイピングのためのソフトウェアモジュールやプラットフォームとなるハードウェア環境を整えすぎると、学生に対する技術教育の面ではマイナスになってしまう。一方、そういう環境が未整備な場合には、短期間でのロボット制作が行えず、制作したロボットの完成度が劣ってしまう。こうした技術教育的な配慮とロボット制作の効率化のための支援環境とのバランスを取っていく必要がある。

また、3次元プリンタやレーザーカッターなどの工作機器が導入され、本プロジェクトで制作されるロボット等の完成度が高まっており、有効に機能していると考えている。一方で、機器使用のための講習や安全管理に関する講習などを充実させていく必要がある。

## 5. その他の取組

### (1) 内容

2012年8月につくば国際会議場で開催された第2回リサーチフェスタに参加し、本学の事業内容をパネルで紹介するとともに、本プロジェクトに参加する学生3名が研究発表を行った。

### (2) 成果

第2回リサーチフェスタで研究発表を行うためのエントリーシートの作成や要旨の作成、発表準備、他の大学生との意見交換の場は、研究発表に参加した学部3年の学生たちにとって貴重な機会となった。この研究発表は、参加者の投票により審査評価され、金賞を受賞した。

### (3) 課題

リサーチフェスタは年度途中の8月31日に開催されたことから、当該年度の活動ではなく、前年度からの活動に関する研究発表を行っている。また、この日程は本学大学院博士前期課程の推薦入試日と重なったために、すでに4年生となっていたメンバーが参加できず、3年生の1チーム3名の参加となった。

## 第2章 4年間を通じての事業全体の成果

本教育プログラムは、モノづくりマインドを備え、ロボット制作などのモノづくり分野において強い学習意欲をもつ学生を、実践的学習共同体である「オープンラボ」に参加させ、個人的な力量や限られた技術分野だけでは達成できない、高い技術水準を有する未来志向のロボットやインタラクティブ・メディアの企画立案、プロトタイプ構築をプロジェクトとして進めるものである。特に、国内外の技術展示や国際レベルのコンペティションに積極的に参加させながら、卓越した技能・センスを備え、創造性豊かなトップレベルの技術者の養成を行ってきた。

### 【事業全体の総合的な成果】

本教育プログラムの当初の設計通りに、多様な技術分野の協働による横のつながり、多様な年代層の学生を混在させることで技術継承とキャリア教育を実現する縦のつながり、国内外のコンペティションや技術展示において外部からの評価を仰ぐような実社会とのつながりを実現しており、4年間の事業の間に実践的学習共同体に基づく学びの場のデザインに関する様々なノウハウを蓄積できたと考えている。

また、ロボットを制作するに必要な技術的なノウハウ、技術的なマニュアル、制作事例やコンセプトの事例を一冊のテキストにまとめ上げることができた。さらにはロボットの協働工房において工作機器等の充実を図ることができた。

### 【特筆すべき成果】

本事業における特筆すべき成果の一つは、3.(2)において述べたように、国内外のコンペティションにおいて高く評価された点である。社会的ロボティクスの国際会議の主催するロボットデザインコンペティションにおいて、過去3年間で、3位(Robomo)、2位(INAMO)、1位(Peepho)の評価を得ている。また、毎年、フランスのLavalで開催される欧州を代表するバーチャルリアリティ技術やインタラクティブ技術に関する国際会議Laval Virtualにおいて、2010年度、2011年度に本プロジェクトで制作した作品「Column」と「HINOCO」が招待展示された。国内で開催される国際学生対抗バーチャルリアリティコンテストに毎年数件の応募を行っている。2009年度は、本プロジェクトで制作した作品「Column」が岐阜VR大賞およびLaval Virtual Awardを受賞した。また、2010年度は、「HINOCO」が岐阜VR大賞およびDCEXPO ConTEX賞を受賞した。

これらは学生個々の技術力に加え、横のつながりである、多様な技術分野の協働によって生み出される「組織知」によるところが大きいと考えられる。

### 【具体的な学生の成長など】

本教育プログラムでは、世代間での技術継承の場に着眼し、多様な年代層の学生を混在させてプロジェクトを構成することを試みてきた。大学院生のメンターとなる学生が学部生のメンバーを指導し、夏休みの体験実習等においては、学部生のメンバーが高校生や高専生を指導する場を設けた。このことで、すでに熟練した技術をもつ学生の指導によって、初学者の技術的なスキル向上を促すだけでなく、むしろ初学者を指導する学生そのものが成長する場合も多い。特に本教育プログラムに履修学生として参加し、また年度を跨いでメンターとしてプロジェクトに参加している学生は、大学院での研究活動でも活躍していることが多い。

具体的には、日本学術振興会の特別研究員に2名採用された(DC1とDC2)。また、学会発表などに際し、HAI-2010 Outstanding Research Award 優秀賞、HAI-2012 Impressive Experience Award、第9回情報学ワークショップ WiNF 2011 優秀賞、第10回情報学ワークショップ WiNF 2012 奨励賞、HIS2012 優秀プレゼンテーション賞、第13回ヒューマンインタフェース学会学術奨励賞などを受賞している。

### 【本教育プログラムに参加した学生の満足度】

本教育プログラムに参加しての満足度を尋ねたところ、本プログラムに対しては、おおむね好評であったと考えられる。その理由として、1) ロボットを完成させ、実演できたところ、2) アイディアから制作まで体験でき、様々なことを学ぶことができたこと、3) 幅広い知識を身につけることができたこと、4) より実践的なプロジェクト運営を体験できたところ、5) 技術的なスキルを身につけることができた、などの意見があった。

また、制作したロボットやインタラクティブ・メディアに対する達成度、満足度を尋ねたところ、全体的には、自分たちの制作したロボットやインタラクティブ・メディアに対しては、半ば満足しつつも、幾つか課題を残していたようである。その理由を尋ねたところ、1) まだやれることはあるが時間が足りなかった、2) 完成度をもっと高めることができたから、3) デザインにもう少しブラッシュアップの余地があった、4) 制作時間やコミュニケーション不足などところがあり「完璧」なところまで至っていないため、5) 学内では思い通りに動作していたけれども、実演ではエラーが多かったため、などの意見があった。本来計画していたレベルを達成するためには、制作時間が十分ではないことに加え、コミュニケーション、スケジューリング、プロジェクトマネジメントなどに課題が残されていたと考えられる。

また、この教育プログラムに参加して、どのようなことを学んだかを尋ねた

ところ、1)グループでのプロジェクトの進め方、2)スケジュール管理の大切さ、3)コミュニケーション、メンバーとの情報共有の大切さ、4)協働することで組織知が生まれること、5)「子どもたちは先生」であること、6)実践的なプログラミング、などの回答があった。こうした結果からは、本教育プログラムの狙いはおおむね達成できているものと考えられる。

#### 【学外の企業関係者、高専関係者に対するアンケートの結果】

公開シンポジウムに参加していただいた企業関係者、高専関係者に、本教育プログラムに対する総合的な評価を求めたところ、おおむね高い評価であった。特に、本教育プログラムや公開シンポジウム、制作した作品に対するコメントを求めたところ、1)ロボットのデザイン面、機能面ともにレベルが非常に高い。2)プロジェクトのコンセプトが画期的であり、劣化が感じられない。3)電気・電子・機械・情報等の複数の専門の方が協力しているのがすばらしかった。4)ロボットに限らず、ものづくりとして実際にやってみるという経験を少しでも多くの人ができる良いと思った。5)実際に成果物を作り、それを発表・評価するのは良い。6)新しいものを生み出していこうという姿勢がすばらしい。7)大学間の共同プロジェクトの可能性を感じさせた。8)年々ロボットの完成度が上がっているとともにコンセプトや考え方が整理されてきているように思う。

また改善すべきところを尋ねたところ、1)デモの説明において、全員がコンセプトを頭に入れて、アピールできるレベルになってほしい。2)作った人などのプレゼンでは、ロボットのコンセプトや目的をうまく伝えるようにしてほしい。3)この魅力をもっと一般に分かるように伝えてほしい、などの回答があった。本プロジェクトや個々のロボットの技術レベルに対する評価は高いものの、プレゼンテーションや説明における練習不足が指摘されている。

### 第3章 今後の取組について

#### 1. 入試・選抜方法の開発実践

本学では、従来の推薦入試制度に加え、次代のリーダーとなる資質を備えた学生を選抜し、教育的な支援を行う新たな「特別推薦入試」の制度を検討し、平成24年度の入試から実施している。

この特別推薦入試を受験できる学生は、1)高専の校長が責任を持って推薦できる者、2)人物・学力が極めて優秀で心身ともに健康な者、3)全体の評定平均値4.3以上で4年次の成績席次順位が各学科で3位までの者である。入試では推薦書の書類審査とともに、学長と副学長などの役職員が直接に口頭試問を実施し、リーダーとしての資質を見極め選抜することとしている。

教育的支援の概要図

	深い専門性の養成	国際社会で活躍できる外国語(英語)の基礎力・コミュニケーション能力と国際感覚の養成	幅広い視野を持つ指導的技術者資質の養成
3年次前期	研究室への早期配属	通常の英語授業に加え e-ラーニング	学長ゼミ
3年次後期		プレゼン・コミュニケーション能力習得のための英語特別授業 海外研修 第1候補※	
4年次前期	通常配属	目的別授業による英語能力高度化 海外研修 第2候補※	テラーメイト・バトンゾーン講義の受講 企業と一体となったリーダー養成 社会の要請に対応した学際的教育推進
4年次後期		目的別授業による英語能力高度化	

※ 第1候補、第2候補のどちらかで実施します。

特別推薦入試による入学者への教育支援として、研究室への早期配属、国際社会で活躍できる外国語の基礎力・コミュニケーション能力と国際感覚を養成するための英語特別授業などのプログラム、幅広い視野を持つ指導的技術者資質の養成する「学長特別ゼミ」などのプログラム、海外研修プログラムなどを実施することとしている。



## 2. 教育プログラムの開発・実践

本学の再編(平成22年度より段階的に実施)により、全学的なカリキュラムとして、学部2年生に対して「プロジェクト研究」の科目(必修科目)を新たに設け、今後も継続的に実施していく。この科目は学部学生(特に2年次生)の課題探究力や創造的思考力の育成に向けた抜本的な教育改革、カリキュラム開発の一環として設けられたもので、本事業における実施内容も、この「プロジェクト研究」の科目に組み込んで継続する予定である。

## 3. 意欲・能力を伸ばす工夫した取組の実践

本事業で行ってきたように、学内外のコンペティションや技術展示への応募などを引き続き進めていく予定である。特に、国際学生対抗バーチャルリアリティコンテストへの参加、社会的なロボティクスに関する国際会議の主催するロボットデザインコンテストへの参加などを継続的に進めていく。

また、愛知県教育委員会の「知の探究講座」と連携し、ロボット制作を課題とした高大連携教育を実施していく。同様に、夏休み期間においてロボット制作を課題とした高専体験実習を実施していく。

## 4. 実施体制

特別推薦入試などの入試制度の検討は、本学の入学者選抜方法研究委員会を中心となつて行う。「プロジェクト研究」などの新たなカリキュラム開発・検討は本学の教育制度委員会および教務委員会が担当して行う。

## 5. その他

理数学生応援プロジェクトの関連で実施されるリサーチフェスタやサイエンスインカレなどの発表機会を利用し、引き続き学部学生のインセンティブ向上を図ることとする。

## 第4章 他大学が類似の取組を実施する際の留意点

本事業で進めてきた「TUT オープンチャレンジプロジェクト」は、多様な技術分野、多様な年代層の学生の協働により、個人の力量では不可能な高度のモノづくりを実践するとともに、外部のコンペティションや学会発表に積極的に挑戦させながら、参加学生の総合技術力、プロジェクト遂行能力などの養成を図ってきた。他大学が類似の取組を実施する上での留意点、ポイント等を次に整理する。

### (a) プロジェクト遂行におけるメンターの役割

本教育プログラムでは、ソフトウェアや情報技術分野を学ぶ学生に加え、機構設計技術、電子回路技術、デザイン力などを有する学生が参加し、多彩な技術分野を総合するモノづくりを実践する学習共同体(Learning Community of Practice)を組織することを特徴としている。自律的に機能する学習共同体を構成するためには、メンバー全員が周縁的な参加者(初学者)ではなく、すでに「十全に参加している」メンバーの存在が重要な役割を果たしている。本プロジェクトでは、過年度に本プロジェクトに参加し、ロボット制作経験とプロジェクトの成功体験を備える大学院学生をこの実践的学習共同体の中心メンバーやメンターとして、参加させた。このサイクルを維持することがポイントの一つになっている。

### (b) 組織知をリソースとする学びの場のデザイン

先に記したように、これまでの学部教育の中では、「試験は一人で受けるものであり、他者の助けを借りてはいけない」という言葉に代表されるような個体能力主義的な前提がある。一方、本プロジェクトで進める未来志向のロボットなどの高度なモノづくりでは、学生個々の技量や専門分野の技術だけでは実現できないものであり、他の学生との協働を必要とする。その際には、自分の専門分野、得意分野を生かしながら参加し、「知らないことは、知っている人に聞く」という姿勢への転換が必要であり、参加メンバー全体がこうした姿勢にシフトすることで、多様な技術分野を包含する「組織知(institutional memory)」を学習共同体の中に生み出すことができる。

特に、国内外のコンペティションや技術展示等で評価されるためには、ユニークなアイデアやデザイン力が不可欠であり、価値観の異なる芸術系の学生との議論や協働作業は、技術的な興味に偏りがちな本学の技術系学生に貴重な学びの機会を与えていた。

#### (c) 仮想的な学習共同体に基づく学びの場のデザイン

ネットワーク上の CMS の一種である Wiki のページを中心に、仮想的な学習共同体 (Virtual Learning Community) を組織した。物理的な教室の制約を取り除くとともに、blog や掲示板などの新たなネットワークメディアによりメンバー間でのコミュニケーションを活性化できる。特に、個々の参加メンバーはどのような知識や技能を持っているのか、いまどのような困難を抱えているかを、blog 機能などを利用して表示しあう、相互にコメントしあうことで、「組織知」や協働の場を容易に生み出すことが可能となった。

#### (d) 真正性の高い学びの場のデザイン

先に記したように、正統的周辺参加論における「正統的 (legitimate)」とは、その活動が学習者にとっての「練習問題」ではなく、実際の生活や実世界に根ざした文化的実践であることを指している。本教育プログラムでは、「未来志向のロボットやインタラクティブ・メディア」を企画立案し、プロトタイプを構築するだけではなく、外部のコンテストへの応募や技術展示を行い、研究者・技術者、一般の市民からの評価を仰ぐという目標設定によって、真正性の高い学びの場を実現した。

特に、国内外のコンペティションへのプロポーザル提出や海外での技術展示等の経験は、本教育プログラムの履修学生の創作意欲、学習意欲を引き出し、総合的な技術力や語学力等を伸ばす上で、大変効果的な教育機会となった。一般の研究者・技術者が競い合う論文発表ではなく、ロボット等のデザインやアイデアや技術をデモンストレーションする技術展示セッションであれば、学部学生の企画提案力や技術力を競い合う場としても利用できる。

#### (e) 参考文献など

本教育プログラムで進めてきた、実践的な学習共同体に基づく学びの場のデザインに関しては、次の文献でも整理している。岡田美智男：リソースの中に埋め込まれた学び ― 次世代ロボット創出プロジェクトの実践から、佐伯 胖 監修、渡部信一編：『「学び」の認知科学事典』、pp. 525-540、大修館書店 (2010)。

## 資料

### 1. 本教育プログラムの参加者数とその内訳（資料1）

平成 21 年度：

所属学部・学科	学年	人数	参加の形態
工学部・知識情報工学課程	3年	17名	本プロジェクトのメンバーとして参加
工学部・知識情報工学課程	4年	4名	本プロジェクトのメンバーとして参加
工学部・生産システム工学課程	3年	4名	本プロジェクトのメンバーとして参加
工学研究科・知識情報工学専攻 博士前期課程		8名	本プロジェクトのメンバーとして参加
工学研究科・知識情報工学専攻 博士後期課程		1名	本プロジェクトのメンバーとして参加
京都造形芸術大学(ロボットデザインプロジェクト)		8名	本プロジェクトのメンバーとして参加
愛知県内の高校	2年生、1年生	10名	愛知県教員委員会「知の探究講座」の一環として、本プロジェクトに参加。夏休み期間を中心に7日間。
工業高等専門学校	4年生、専攻科2年生	5名	夏休み体験実習として本プロジェクトに参加。夏休み期間の10日間。

平成 22 年度：

所属学部・学科	学年	人数	参加の形態
工学部・知識情報工学課程	3年	13名	本プロジェクトのメンバーとして参加
工学部・知識情報工学課程	4年	5名	本プロジェクトのメンバーとして参加
工学研究科・知識情報工学専攻 博士前期課程		12名	本プロジェクトのメンバーとして参加

工学研究科・知識情報工学専攻 博士後期課程		1名	本プロジェクトのメンバーとして 参加
京都造形芸術大学(ロボットデ ザインプロジェクト)		8名	本プロジェクトのメンバーとして 参加
愛知県内の高校	2年生、1年 生	10名	愛知県教員委員会「知の探究講座」 の一環として、本プロジェクトに参 加。夏休み期間を中心に7日間。
高等専門学校	4年生、専 攻科2年生	8名	夏休み体験実習として本プロジェ クトに参加。夏休み期間の5日間。

平成23年度：

所属学部・学科	学年	人数	参加の形態
工学部・知識情報工学課程	2年	3名	本プロジェクトのメンバーとして 参加
工学部・知識情報工学課程	3年	12名	本プロジェクトのメンバーとして 参加
工学部・知識情報工学課程	4年	5名	本プロジェクトのメンバーとして 参加
工学研究科・知識情報工学専攻 博士前期課程		11名	本プロジェクトのメンバーとして 参加
工学研究科・電子情報工学専攻 博士後期課程		2名	本プロジェクトのメンバーとして 参加
京都造形芸術大学(ロボットデ ザインプロジェクト)		9名	本プロジェクトのメンバーとして 参加
愛知県内の高校	2年生、1年 生	10名	愛知県教員委員会「知の探究講座」 の一環として、本プロジェクトに参 加。夏休み期間を中心に7日間。

平成24年度：

所属学部・学科	学年	人数	参加の形態
工学部・情報・知能工学課程	2年	3名	本プロジェクトのメンバーとして 参加

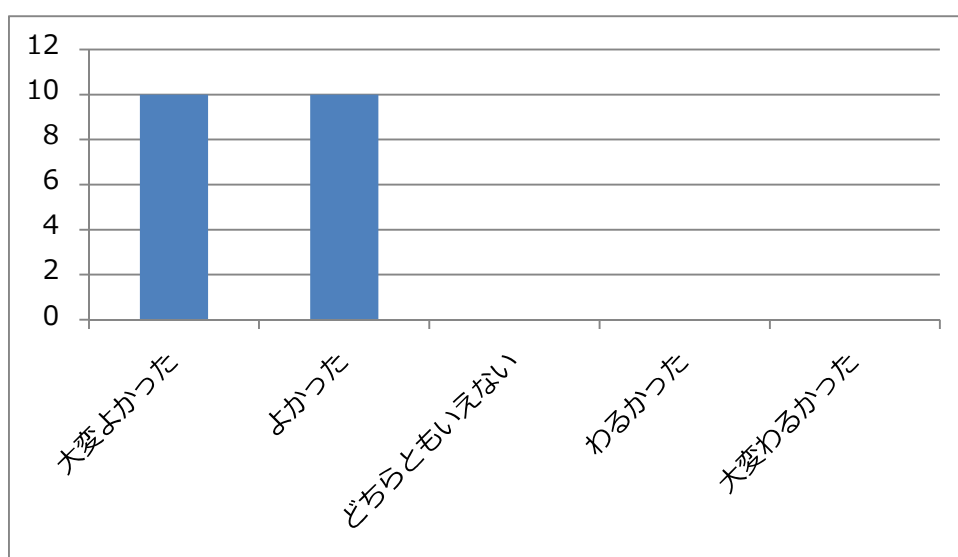
工学部・情報・知能工学課程	3年	16名	本プロジェクトのメンバーとして参加
工学部・知識情報工学課程	4年	5名	本プロジェクトのメンバーとして参加
工学研究科・情報・知能工学専攻博士前期課程		9名	本プロジェクトのメンバーとして参加
工学研究科・電子情報工学専攻博士後期課程		2名	本プロジェクトのメンバーとして参加
京都造形芸術大学(ロボットデザインプロジェクト)		7名	本プロジェクトのメンバーとして参加
愛知県内の高校	2年生、1年生	9名	愛知県教員委員会「知の探究講座」の一環として、本プロジェクトに参加。夏休み期間を中心に7日間。

## 2. 本教育プログラムについてのアンケート結果(資料2)

平成21年度：

(a) 参加した学生に対するアンケート結果

本教育プログラムに対する総合的な評価を尋ねたところ、20名の履修学生から次のような回答があった。



参加学生による本教育プログラムに対する総合的な評価

本教育プログラムへの評価に対する理由や本プログラムに参加しての感想としては、以下のような回答を得ている。

- 一つのプロジェクトを進めるためのマネジメント能力やチームワークを学べた。
- 通常の実験のように与えられたことをやるだけではなく、自分たちで課題を見つけて解決を目指すという形態は実践的でよかった。今後の研究活動につながる。
- 与えられた課題を解くのではなく、オリジナルなアイデアをゼロから作りあげていくところが非常に有意義でかつ大変なところだった。
- プロジェクトを通して、先輩の意見をたくさん聞いたこと、それを受けて自分自身の考える幅が広がった。
- 他の授業にくらべ、自分たちで決めることが多く、考えることに対して真剣になった。
- 一つのプロジェクトについて、設計から実装まで様々な視点を学ぶことが多くあった。
- 外部に展示しても恥ずかしくないものを作り上げるという意味で緊張感をもって取り組めた。
- はじめてチームで何かを作り上げ、それをシンポジウムの中で発表することができ、よい経験になった。
- 一つのロボットを数人で協力しながら制作したことで、機構設計、回路設計、プログラミングなど様々な技術を学ぶことができた。
- 企画、設計、開発のすべての工程を経験できた。ロボットを一から作ってみたかったのでとてもいい経験になった。
- 授業では体験できないモノづくりやその前段階のプレゼンなど貴重な経験をつめた。
- いろいろな作業を進めながら、自分の得意分野を再認識できた。
- スムーズに進行させるためには、人間関係が大切だと思った。また、コンセプトにあったデザインも成功するために必要だと思った。
- 総合的な技術を学べた。他の分野との交流、社会に通じるプロジェクトの進め方を学ぶことができた。
- チームマネジメントや他の分野の方々とのモノ作りは貴重なものとなった。技術を学んだだけではなく、チームワークのノウハウも学べた。

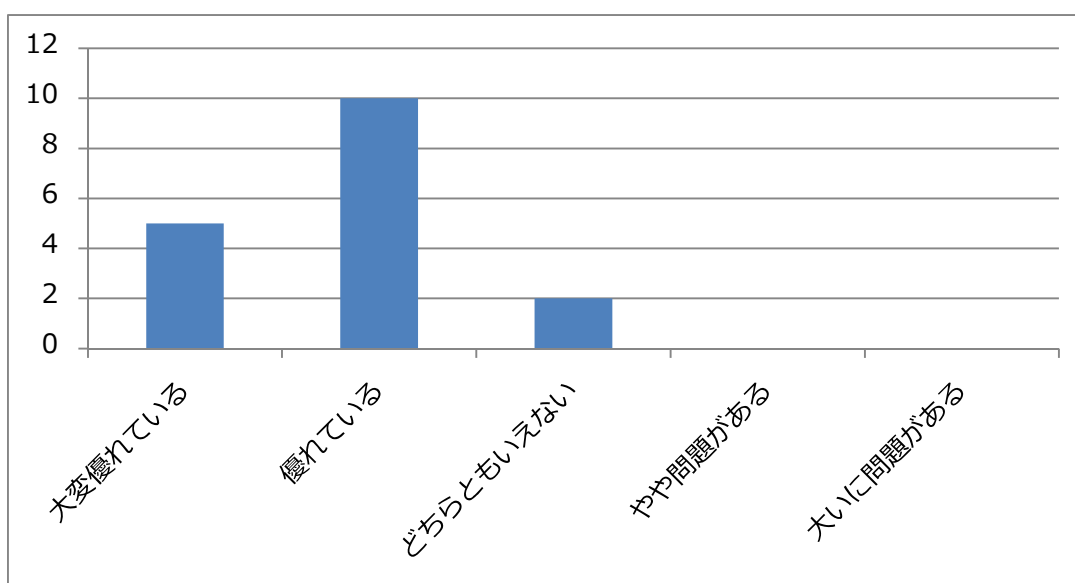
また本教育プログラムについて改善すべきことに関して、次のような回答があった。

- 短い期間に良いものを作り上げるためには、参加メンバーのはじめから持っている知識やスキルをフルに使うべきだと思う。そのために、個人のスキルを洗い出して、人材管理をすべきだと感じた。
- このコースを選択した時点から、自分のアイデアを整理しておけばよかった。

- ・ 進捗に関する全体の報告会を定期的に設けたほうがアドバイスしあう機会が増えてよいのではないか。そのほうがスケジュール管理もしやすい。
- ・ 連携した京都造形芸術大学のプロジェクトメンバーとの情報交換の頻度を増やしてほしい。

(b)外部の企業関係者、高専関係者に対するアンケート結果

本教育プログラムに対する総合的な評価を求めたところ、17名の企業関係者、高専関係者から次のような回答を得た。



外部の関係者による本教育プログラムに対する総合的な評価

また、本教育プログラムへのコメント、感想、提案をお願いしたところ、次のような回答を得た。

- ・ どのロボットも目的に沿った機能をしっかり実現し、かつデザインが工夫されていると思います。
- ・ 違う専門を専攻している学生同士が協力し、一つのモノを作る試みは技術者としてだけではなく、人間性豊かな社会人となる上で非常に重要なことであると思う。
- ・ とても魅力的なプログラムでした。参加した学生が羨ましかった。
- ・ 学生たちが自分の感性を生かしながら、自立した研究者として成長できる大変優れたプログラムであると感じた。
- ・ 教育プログラムとしては非常に優れていると思う。ただ、各人の役割がどのようになっているのかは、発表を聞いた範囲からはわからない。
- ・ ロボットに関して、想像力豊かに開発していることに感心した。

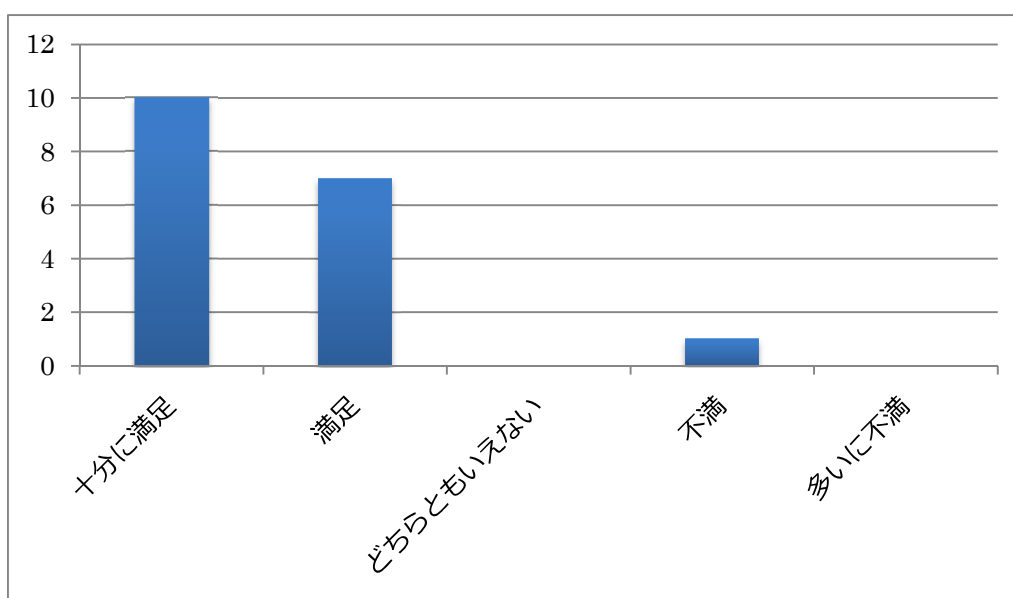


- ・ 学生のプレゼンが大変よく、本プロジェクトがよい方向に進んでいる一面をみることができました。
- ・ ロボット制作に関しては、もっと長期での取組が必要に思う。
- ・ 成果報告はもうすこし時間をとって多くのテーマ発表があればよいと感じた。
- ・ 技術者育成の点でも異分野の研究の融合という点でも面白いと思った。

平成 22 年度：

(a)本プロジェクトに参加した学生に対するアンケートの結果

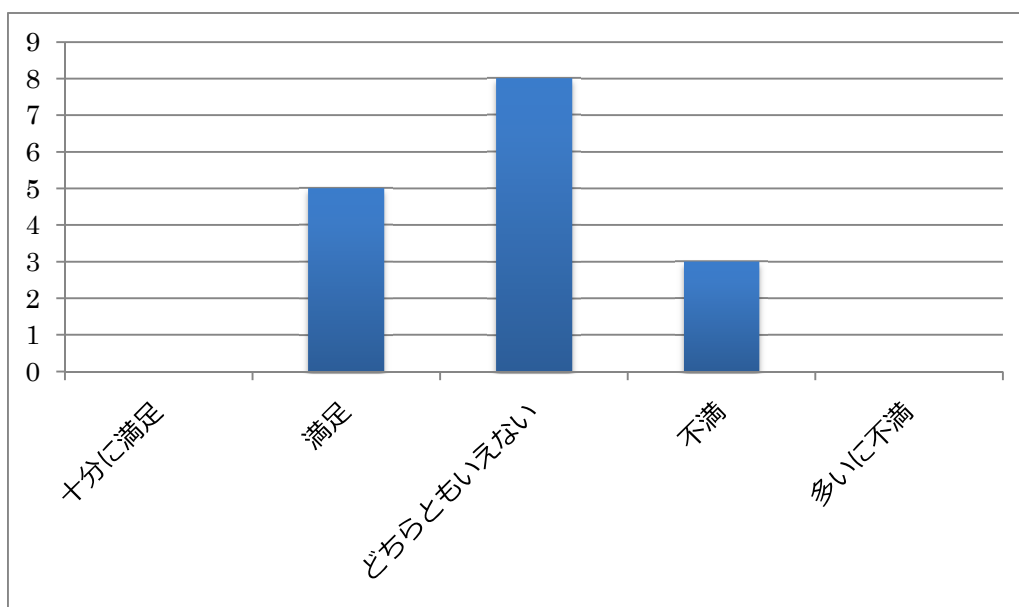
本教育プログラムに参加しての満足度を尋ねたところ、履修学生から次のような回答があった。



本プログラムの履修に対する満足度

この結果に見られるように、本プログラムに対しては、おおむね好評であったと考えられる。その理由としては、1)様々な考えやスキルを持つ人と出会えた、2)いいメンバーと一緒にモノ作りを楽しめた、3)最後に子どもたちに評価してもらえたことがうれしかった、4)結果として、ある程度の達成感が得られた、5)様々なことを学べた、などの意見があった。なお1名の履修者は、企画段階で自分のアイデアが採用されなかったことから、最後まで本プロジェクトに対して不満な様子を抱えていたと考えられる。

また、制作したロボットやインタラクティブメディアに対する達成度、満足度を尋ねたところ、履修学生から次のような回答があった。



制作したロボットに対する達成度

全体的には、自分たちの制作したロボットやインタラクティブメディアに対する評価はやや辛いものとなっている。その理由を尋ねたところ、1) まだまだ改善の余地が残されている、2) プログラムの作り込みが不十分である、3) 本来、計画していた機能までは実現できていない、4) スケジューリング能力に欠けており、制作予定が遅れた、などの意見があった。本来計画していたレベルを達成するためには、制作時間が十分ではないことに加え、スケジューリング、プロジェクトマネジメントなどに課題が残されていると考えられる。

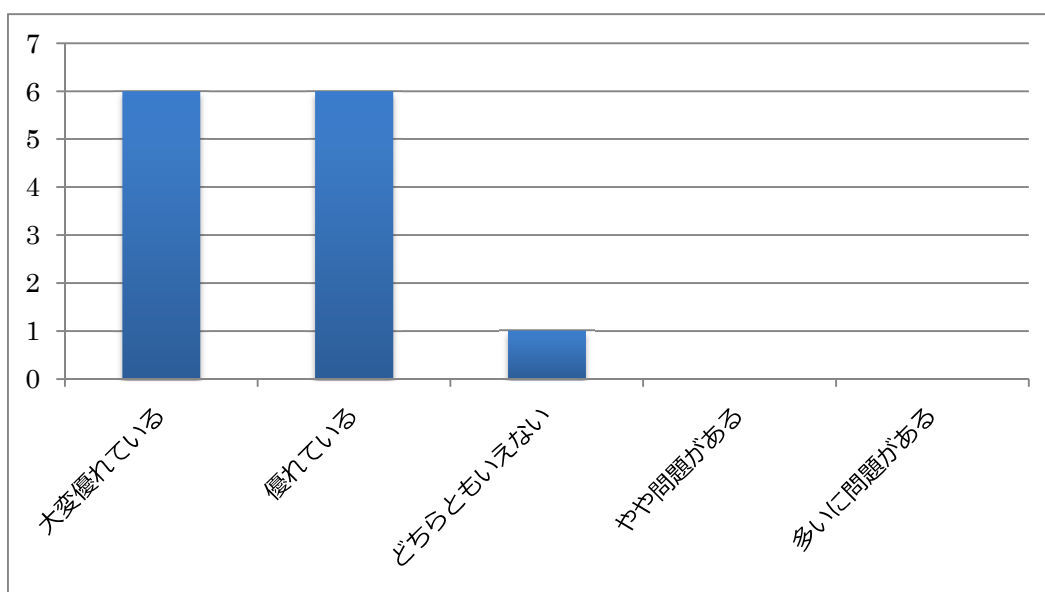
この教育プログラムに参加して、どのようなことを学んだかを尋ねたところ、次のような回答があった。1) 実践的なプログラミング、2) 3D-CAD(ソリッドワークス)のコツを学ぶことができた、3) PIC や AVR などのマイコンの使い方を学んだ、4) ロボットの企画立案から制作までのすべてのプロセスを学べた、5) スケジュール管理の甘さ、管理の難しさ、6) 他の参加者の考えや価値観との擦り合わせの大切さ、7) 役割分担や相談、報告の大切さ、8) プロジェクトの大変さ、などの意見があった。

その他の感想について尋ねたところ、次のような回答があった。1) 公開シンポジウムを2日間にして、1日目に子どもたちとのふれあいの場を設けたことは、非常によかった、勉強になった、2) 毎年、面白いコンセプトが生まれているので、プレゼン力の向上やスケジュール管理に配慮したい、3) メンターの負担が大きいため、リソースやプログラムのドキュメントをもう少し充実させたい、4) Wiki などの CMS に頼りすぎているので、全体の状況報告会などの頻度を増やした方がいい、5) メンターの数をもう少し増やして欲しい、6) どんなコンセプトのものを作るのか、プロジェクトの開始段階で十分な

コンセンサスが必要に感じた、7)もう少し広い作業スペースと時間が欲しい、などの意見があった。

#### (b) 学外の企業関係者、高専関係者に対するアンケートの結果

公開シンポジウムに参加していただいた企業関係者、高専関係者に、本教育プログラムに対する総合的な評価を求めたところ、次のような回答を得ている。



外部の関係者による本教育プログラムに対する総合的な評価

この結果に見られるように、学外の関係者からは、おおむね高い評価であったと考えられる。また、本教育プログラムや公開シンポジウムへのコメント、制作したロボットやインタラクティブメディアに対する感想などをお願いしたところ、次のような回答を得た。

- ・ 全体の完成度が高く、実際に触れることができたのでよかった。
- ・ 短期間でモノを完成させているところはすごい。異分野間でのコラボレーションもよい。
- ・ アイディア、コンセプトはどれも新鮮ですごいと思う。プレゼンをもう少し工夫してもよかった。
- ・ コンセプトの立案からロボットの制作、発表までを体験できるのがよい。いろいろな分野の人の交流できる場所もよい。プレゼンがすこし分かりにくかった。
- ・ 展示したロボットとのクオリティが高い。
- ・ 短期間でこれだけのことができるのはすごい。また、この教育プログラムが維持できていること、そのシステムが優れていると思う。芸術系とのコラボレーションも

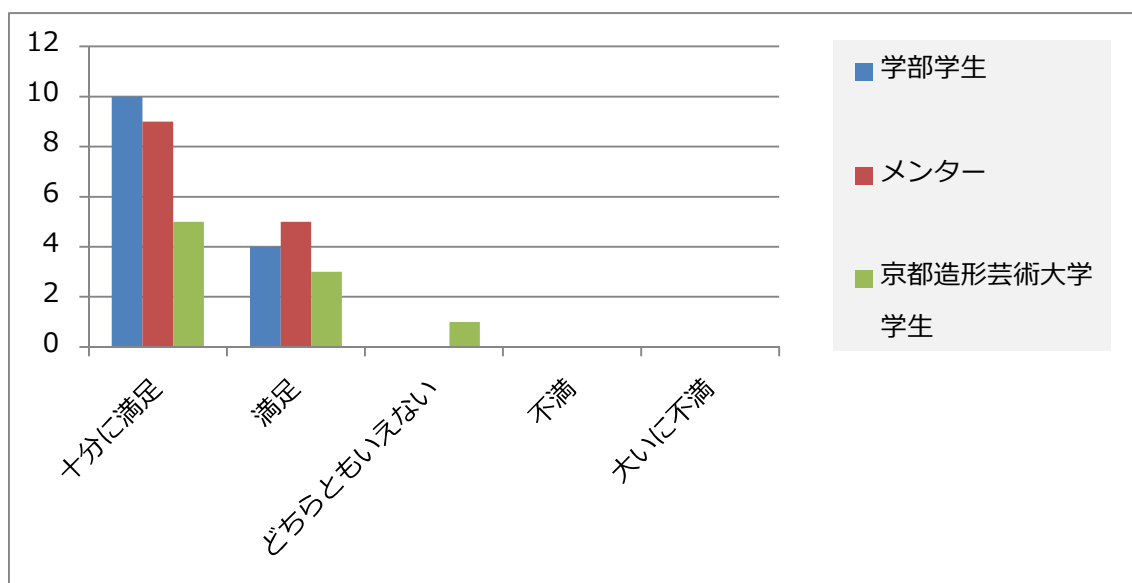
うまく行っているように思う。

- ・ 学生の自発性を引き出せている。大学の枠を越えた取組みであり、新しい教育のスタイルだと思う。
- ・ 目的とした機能が実現できていて、実用化できそうなものもあった。
- ・ シンポジウムでは、もう少し細かな休憩を入れるべきだった。講演の際にも、もう少し一般の人が立ち寄れる雰囲気にして欲しい。

平成 23 年度：

(a)本プロジェクトに参加した学生に対するアンケートの結果

本教育プログラムに参加しての満足度を尋ねたところ、本プロジェクトに参加した学生から次のような回答があった。

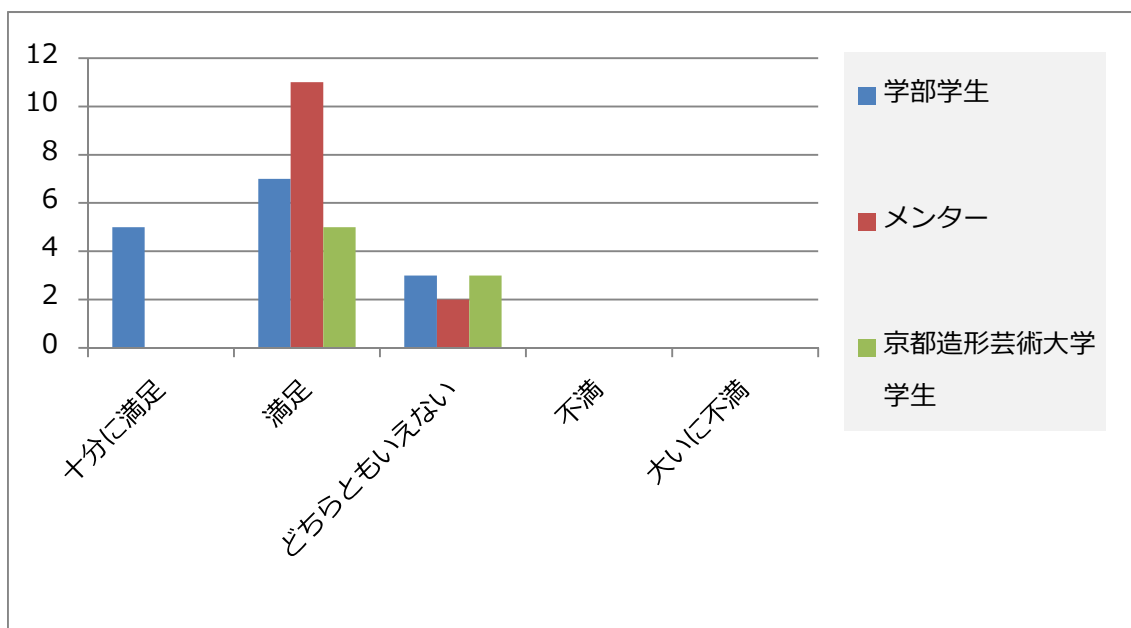


本プログラムの履修に対する満足度

この結果に見られるように、本プログラムに対しては、おおむね好評であったと考えられる。

その理由としては、1) ロボットを完成させ、実演できたところ、2) アイディアから制作まで体験でき、様々なことを学ぶことができたこと、3) 幅広い知識を身につけることができたこと、4) より実践的なプロジェクト運営を体験できたところ、5) 技術的なスキルを身につけることができた、などの意見があった。

また、制作したロボットやインタラクティブ・メディアに対する達成度、満足度を尋ねたところ、本プロジェクトに参加した学生から次のような回答があった。



制作したロボットに対する達成度

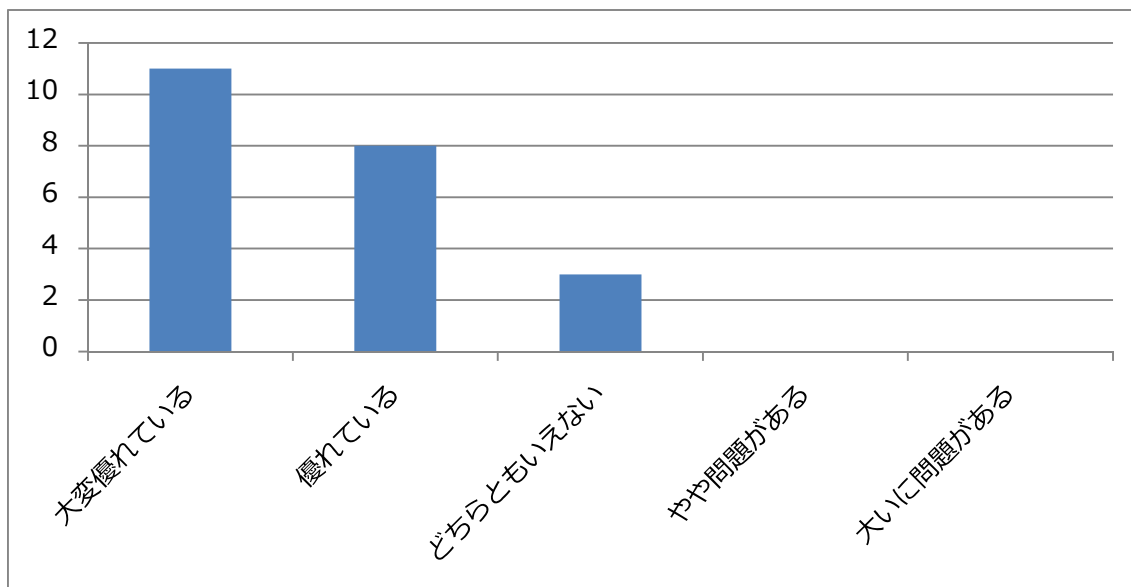
全体的には、自分たちの制作したロボットやインタラクティブ・メディアに対しては、半ば満足しつつも、幾つか課題を残していたようである。

その理由を尋ねたところ、1)まだやれることはあるが時間が足りなかった、2)完成度をもっと高めることができたから、3)デザインにもう少しブラッシュアップの余地があった、4)制作時間やコミュニケーション不足なところがあり「完璧」なところまで至っていないため、5)学内では思い通りに動作していたけれども、実演ではエラーが多かったため、などの意見があった。本来計画していたレベルを達成するためには、制作時間が十分ではないことに加え、コミュニケーション、スケジューリング、プロジェクトマネジメントなどに課題が残されていると考えられる。

この教育プログラムに参加して、どのようなことを学んだかを尋ねたところ、次のような回答があった。1)グループでのプロジェクトの進め方、2)スケジュール管理の大切さ、3)コミュニケーション、メンバーとの情報共有の大切さ、4)協働することで組織知が生まれること、5)「子どもたちは先生」であること、6)実践的なプログラミング、などの意見があった。

#### (b)学外の企業関係者、高専関係者に対するアンケートの結果

公開シンポジウムに参加していただいた企業関係者、高専関係者に、本教育プログラムに対する総合的な評価を求めたところ、次のような回答を得ている。



外部の関係者による本教育プログラムに対する総合的な評価

この結果に見られるように、学外の関係者からは、おおむね高い評価であったと考えられる。

また、本教育プログラムや公開シンポジウムへのコメント、制作したロボットやインタラクティブ・メディアに対する感想などをお願いしたところ、次のような回答を得た。

- ・ ロボットのデザイン面、機能面ともにレベルが非常に高い。
- ・ プロジェクトのコンセプトが画期的であり、劣化が感じられない。今後に期待したい。
- ・ 電気・電子・機械・情報等の複数の専門の方が協力しているのがすばらしかった。
- ・ ロボットに限らず、ものづくりとして実際にやってみるという経験を少しでも多くの人ができる良いと思った。
- ・ このままこれからのロボットの代表になってくれたらと思う。
- ・ 実際に成果物を作り、それを発表・評価するのは良い。
- ・ 新しいものを生み出していこうという姿勢がすばらしい。
- ・ 自分たちで一から企画し、それをチームで実現させること。
- ・ ユニークな発想を実現していること。
- ・ 大学間の共同プロジェクトの可能性を感じさせた。
- ・ パネルはどれも見やすくセンスがよかった。
- ・ 年々ロボットの完成度が上がっているとともにコンセプトや考え方が整理されてきているように思う。その反面「よく思いついたな」と思うような特殊なものは少なくなったかもしれない。

また改善すべきところを尋ねたところ、次のような回答があった。

- デモの説明において、全員がコンセプトを頭に入れて、アピールできるレベルになってほしい。
- プレゼンが少し分かりづらかった。
- 作った人などのプレゼンでは、ロボットのコンセプトや目的をうまく伝えるようにしてほしい。
- 説明者の対応が不十分で、質問をしないとロボットについての説明をしてくれないので残念だった。
- この魅力をもっと一般に分かるように伝えてほしい。

以上の履修学生に対するアンケートの結果、および学外の企業関係者、高専関係者に対するアンケート結果から、本教育プログラムに対する総合的な評価はおおむね良好であったと考えられる。