

# 若手組込み技術者を対象とした短期合宿型教育実習 LED-Camp4の実施報告

高瀬 英希<sup>1,a)</sup> 細合 晋太郎<sup>2</sup> 大栄 豊<sup>3</sup> 岡山 直樹<sup>4</sup> 桐畑 鷹輔<sup>5</sup> 谷口 一徹<sup>6</sup> 土本 幸司<sup>7</sup>  
星野 利夫<sup>8</sup> 宮崎 秀俊<sup>9</sup> 山本 健太<sup>10</sup> 山科 和史<sup>11</sup>

**概要:** LED-Camp は、組込みシステム分野の学部および修士学生、また社会人の若手技術者を対象とした短期合宿形式の勉強会である。モデル駆動開発やアジャイル開発といった組込みソフトウェアの先進的な開発技術を習得し、チーム形式での開発実践を経験できるところに特色がある。本稿では、2016年8月に実施した LED-Camp4 におけるカリキュラムを紹介し、実施報告を交えながらその教育効果を議論する。

**キーワード:** 組込みシステム, 若手技術者教育, モデル駆動開発, アジャイル開発, チームビルディング, ファシリテーション, 開発実習

HIDEKI TAKASE<sup>1,a)</sup> SHINTARO HOSOAI<sup>2</sup> YUTAKA OHE<sup>3</sup> NAOKI OKAYAMA<sup>4</sup> YOSUKE KIRIHATA<sup>5</sup>  
ITTETSU TANIGUCHI<sup>6</sup> KOJI TSUCHIMOTO<sup>7</sup> TOSHIO HOSHINO<sup>8</sup> HIDETOSHI MIYAZAKI<sup>9</sup>  
KENTA YAMAMOTO<sup>10</sup> KAZUSHI YAMASHINA<sup>11</sup>

## 1. はじめに

組込みシステム技術は著しく進展しており、近年の製造産業を支える重要な技術のひとつとなっている。組込みソフトウェアの大規模化および複雑化は進んでいる一方で、我が国における技術者の人材不足が問題として叫ばれている [1]。経済産業省による調査では、企業の人事担当者が学生に不足していると思う能力要素として、主体性やコミュニケーション力が上位に挙げられている [2]。このように、現在では、技術を習得した人材に加えて、それにコミュニケーション能力も備わった人“財”が求められているといえる。

この問題に対応するため、日本国内ではこれまでに様々な教育活動の取り組みが実施され、それぞれ効果を挙げてきた。2013年度から文部科学省が実施している取り組みと

して、大学院生向けの地域・分野を越えた実践的情報教育協働ネットワーク組込み分野 enPiT-Emb がある [3], [4]。北陸先端科学技術大学院大学では、大学院課程の一環として組込みシステム技術に特化した専門コースを開講している。東海大学では、社会人向けの専門職大学院として組込み技術研究科が開講されていた。名古屋大学では、社会人向けの組込みシステム人材育成プログラム NEP [5], [6] が実施されている。大学生および若手社会人の双方を対象としたものでは、2005年から2010年までに組込みシステム技術に関するサマースクール (SSEST) が実施され、文献 [7] において一定の教育成果を挙げられたことが報告されている。競技コンテスト型のもので、ET ソフトウェアロボットデザインコンテスト [8] がある。情報処理学会組込みシステム研究会主催のイベントとして、ESS ロボットチャレンジと呼ぶロボット教育を組込みシステムシンポジウムの特別企画として実施してきた [9]。本企画は10年以上の実績によって多くの卒業生を輩出しており、文献 [10] においてその効果が述べられている。

我々は、組込みシステム技術に携わる若手技術者のための新たな勉強会である LED-Camp<sup>\*1</sup> を企画し、2013年よ

<sup>1</sup> 京都大学  
<sup>2</sup> 九州大学  
<sup>3</sup> デンソー  
<sup>4</sup> アイシン・コムクルーズ  
<sup>5</sup> 島津エス・ディー  
<sup>6</sup> 立命館大学  
<sup>7</sup> LED-Camp 実行委員会  
<sup>8</sup> ヴィッツ  
<sup>9</sup> 黒龍堂  
<sup>10</sup> デンソークリエイト  
<sup>11</sup> 宇都宮大学  
a) led-camp@swest.toppers.jp

<sup>\*1</sup> 企画名の LED は、Learning Embedded software Development の頭文字を取っている。

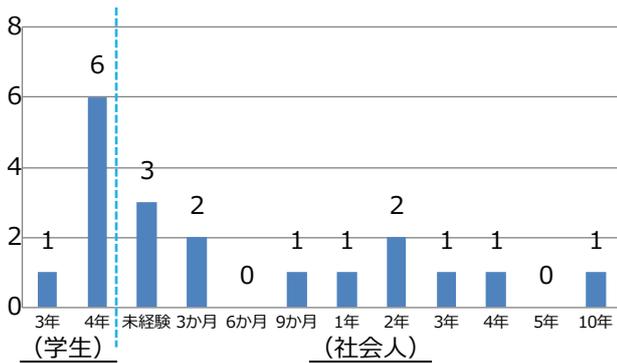


図 1 LED-Camp4 参加者の内訳および経験年数

り毎年 8 月に実施している。本企画は大学・大学院の学生および企業の若手技術者を対象としており、先進的な組み込みソフトウェアの開発技術に触れて習得できる場を提供しているところに特色がある。3泊4日の短期合宿形式であり、参加者は初対面同士のメンバーでチームを組んでより良い成果が挙げられるように開発課題に取り組む。なお、本企画をきっかけとして、組み込みシステム分野の裾野が広がって若手技術者同士のネットワークが形成されることにも期している。本企画は、我々が LED-Camp 実行委員会として主催し、組み込みシステム技術に関するサマワークショップ (SWEST) [11] 実行委員会および enPiT-Emb[4] などの共催で開催している。

本稿では、2016 年 8 月 22 日から 25 日に岐阜県下呂市にて実施した LED-Camp4 について報告する。4 回目の開催となった本企画では、全国各地の大学および企業から 19 名の参加者が集まった。参加者の内訳および経験年数を図 1 に示す。若手組み込み技術者の教育を目的として行った 3泊4日の実習内容を紹介し、参加者からのアンケート回答を振り返りながら、その教育効果について議論する。

本稿の構成は次の通りである。2 章では、LED-Camp4 の教育目標について述べる。3 章および 4 章では、教育内容としてカリキュラムおよび開発教材について述べる。5 章では、参加者のアンケート結果から本企画の教育効果を議論する。6 章では、本稿のまとめと今後の計画について述べる。

## 2. 教育目標

本章では、LED-Camp4 の実施にあたって我々が策定した教育目標について述べる。教育目標は、参加者が実習を通して得られる技術および経験の観点から検討している。

### (1) 組み込みソフトウェアの先進的な開発技術の習得

- a) 自律走行ロボットのモデル駆動開発
  - b) アジャイル開発手法 (スクラムフレームワーク)
- 組み込みシステムの開発経験が皆無もしくは浅い参加者に対して、ロボット制御を題材として組み込みシステムの基礎的な技術および先進的な開発手法の習得を狙う。組み込みシ

テムの特徴として、外部環境 (実世界) と密接に関わる処理を行うことで、特定の機能を実現するという点が挙げられる。すなわち、センサを用いて外部環境を検知・計測し、得られた値に応じた計算処理を行い、外部環境に対してモータ制御などのアクチュエーションを行う。LED-Camp4 では、組み込みシステムの先進的な開発手法として、モデル駆動開発およびスクラムフレームワークを取り上げた。前者は、UML の設計モデルからソースコードを自動生成する技術である。後者は、反復的かつ増分的に開発を進める開発手法である。

### (2) 最高の成果を挙げる開発チームの作り方の習得

- a) 目的の制定と方向性の合意
- b) タスクの適切な抽出と分担
- c) ふりかえりによるチームの改善

開発チームの生産性を向上させるためのチーム形成や運営の仕方を習得することを狙う。組み込みシステム開発の規模は増大しているため、開発現場においてプロジェクトを進行する際には、複数人のチームによって行うのが一般的になっている。チームとしての開発生産性は、チーム内における相互的な人間関係に大きく依存する。LED-Camp4 では、チームによるプロジェクトの成果を確実に挙げるために、ゴール (チーム内における目的の制定と方向性の共有)、プロセス (システム開発に必要なタスクの適切な抽出と割り当て)、および、改善 (ふりかえりによる反復的なチームの改善) の 3 点を習得することに注目した。

### (3) 技術者としてのコミュニケーション能力の向上

- a) 自分の能力と状況・感情を的確に開示する力
- b) 議論の中で自分の意見を論理的に話す力
- c) 過程や成果物を魅力的に伝える

開発現場の様々な場面において技術者に求められるコミュニケーション能力を向上させることを狙う。複数人によるチーム開発では相互的な意思疎通が発生しうるため、チーム内外に対するコミュニケーション能力はプロジェクトの進行と成果に大きな影響を与える。我々は、チーム開発の各場面で必要なコミュニケーション能力を具体化し、参加者に習得を期待する能力を明確に示した。すなわち、コミットメント能力 (自分の責務をチームメンバーに伝える)、論理的思考力 (議論のなかで論理的に話す)、および、プレゼンテーション能力 (成果物の魅力を伝える) である。

## 3. 実習内容

本章では、教育目標を達成するために我々が実施した LED-Camp4 の実習内容を紹介する。LED-Camp4 では、図 2 に示すカリキュラムで 3泊4日の合宿を実施した。講義および演習を 4 セッション受講したのちに、チーム開発実習を行う構成を取っている。

なお、LED-Camp4 の実施にあたって実行委員会が作成

	8/22(月)	8/23(火)	8/24(水)	8/25(木)
午前		モデル駆動開発演習	チーム開発実習	成果報告会
午後1	ガイダンス チームビルディング演習	チーム開発実習		SWEST18 基調講演 ポスター発表会
午後2	アジャイル演習 ロジカルシンキング演習		競技会 ふりかえり会	閉会式
夜	ナイトセッション		ナイトセッション	

図 2 LED-Camp4 の実習カリキュラム

した実習資料は、Web ページ \*2 にて一般公開している。興味のある方はご参照いただきたい。

### 3.1 事前実習

当日実習の内容の紹介に先んじて、開催の約 2 週間前から実施した事前実習について述べる。LED-Camp4 の実習期間は 4 日と限られるため、当日合宿における実習効果を最大化することを目的とした Web ベースの事前実習を行った。事前実習は、解説テキストおよびチュートリアルを Web ページにて用意し、参加予定者に e-learning ベースで実施していただいた。また、事前実習の支援のために、参加者用のメーリングリストを用意した。

事前実習で提供した内容は、次の通りである。

- チームビルディングの基礎知識の解説
- スクラムフレームワークの解説
- ロジカルシンキングの基礎知識の解説
- モデリングの基礎・UML 記法の解説
- モデル駆動開発の基礎知識の解説
- Python チュートリアル
- モデル駆動開発チュートリアル

これらの解説テキストおよびチュートリアルを進めることで、LED-Camp4 の当日合宿に向けて必要な基礎知識の習得や開発環境の準備を行うことができる。Web ベースの事前実習を進めていって理解できなかったところや実行エラー等の不具合が発生した場合には、参加者メーリングリストにそれらの詳細をメール投稿していただいて実行委員会から回答やフォローを行った。また、当日合宿 1 日目の実習終了後にもフォローアップを実施し、2 日目以降の実習内容には影響が出ないようにした。

### 3.2 チームビルディング演習

チームビルディングとは、「個の集まり」を「機能するチーム」にすることである。LED-Camp では、“初対面同士”の参加者 3~4 名でチームを組んで演習および実習を進

める形式を取っている。このため、チームによる実習の教育効果を阻害するいくつかの懸念が存在する。本セッションにおける演習では、このような懸念を除去あるいは低減して、チーム開発において参加者が能力を発揮できるようにすること、および、参加者が学ぶべきことに集中できるようにすることを狙った。具体的には、自己開示方法の獲得やチーム分けなどを目的とした演習を行った。本セッションは、教育目標の (2)-a および (3)-a に対応する。

まず、事前実習では、チームビルディングに関する解説資料を読み、チームビルディングにおける基礎概念を理解できるようにした。当日実習では、要望と考えを相手に正しく伝える力を養うため、自己開示方法を習得する演習を行った。自己開示方法とは、自身の思いを伝えるための体系的な方法のことである。自己紹介を例として、参加者同士で自己開示方法を実践した。次に、参加者全員で理想的なチームの要件を考え、チーム編成の方針と方法を議論した。つまり、LED-Camp4 では、実習チームの編成方法から参加者同士で議論して決めていただくという方法を採用した。具体的には、参加者各自にチーム編成の方針と方法を提案してもらい、ファシリテータが参加者全員の賛否を仰いだ。反対が多い場合は、どのような対案が考えられるか、全員が合意できる案が出るまで議論した。そして最後に、全員が合意した案に従って実際にチーム分けを行った。

### 3.3 アジャイル演習

LED-Camp4 では、アジャイルソフトウェア開発手法の 1 つであるスクラム [12] を先進的な開発技術として取り上げた。本セッションの目的は、スクラムを用いた開発手法の習得である。教育目標の (1)-b)、(2)-b) および (2)-c) に対応する。

まず、事前実習および当日の講義により、アジャイルソフトウェア開発および、スクラムフレームワークの基礎知識を解説した。本座学を通じて、スクラムの主要な用語やイベントおよび意義を理解し、フレームワークの全体的な流れを習得した。そして、講師の指導のもとで、スクラムフレームワークのスプリントの流れを例題によって体験した。例題としては、各バックログやふりかえりの付箋を掲げるためのかんばん作成を与えた。講師からかんばんの簡単な要件および例を提示し、各チームで作成すべきかんばんを検討してもらった。各チームの目指す目標要求の見積もりであるプロダクトバックログ、および、個々の要求に必要なタスクの割り出しであるスプリントバックログを作成し、これに基づいてタスク分担や実装を行った。2 スプリントを反復して行い、チーム開発が促進できるような機能となるように、各チームでかんばんを改善してもらった。

### 3.4 ロジカルシンキング演習

組込みソフトウェア開発を遂行する上で、論理的に思考

\*2 <http://swest.toppers.jp/LED-Report/Camp4/materials/>

し、かつ、自分の思考を論理的に説明するスキルは必須であるといえる。例えば、なぜそのような設計にしたのか、実装にしたのが、複数の案がある場合はなぜその案を選んだのかを説明する機会は、ソフトウェア開発において数多く存在する。LED-Camp4では、ロジカルシンキングに数多くあるアプローチのうち、ロジカルシンキングの基礎とも言える因果関係を取り上げた。何が結果で何が原因か、他に原因が無いのか、このような因果関係を考えられるようになることを目的とした。教育目標の(3)-b)に対応する。

事前実習では、ロジカルシンキングの因果関係に関する解説資料を与えた。当日合宿では、講師から例題を与え、それに対して、論理の飛躍のある思考や原因が足りない思考、原因と結果が逆転している思考が無いかを議論した。それぞれの思考をどのように修正すれば良いかを議論して修正することで、因果関係に基づく論理的思考を実践してもらった。

### 3.5 モデル駆動開発演習

LED-Camp4では、先進的な組込みソフトウェア開発技術として、モデル駆動開発(MDD: Model Driven Development)を取り上げた。モデル駆動開発とは、要求レベル/設計レベルのモデルを作成し、モデルからある程度自動的にソースコードを生成する開発技術である。自動的にソースコードを生成するためモデルとコードの一貫性保持が容易であり、開発工程の上流における検証が比較的容易であるという利点がある。本セッションでは、モデル駆動開発を用いた組込みソフトウェア開発の流れを習得することを目的とした。教育目標の(1)-a)に対応する。

まず、事前実習および当日の講義によって、UMLによるモデリング方法およびモデル駆動開発による組込みソフトウェア開発の基礎知識を解説した。そして、LED-Camp4のチーム開発実習において使用する開発教材およびMDDツールの解説を行った。その後、開発教材の基本的な動作の実現を課題としてモデル駆動開発を体験してもらった\*3。開発教材の振る舞いをUMLによって設計した上で、設計したモデルからソースコードを生成するようにした。

### 3.6 チーム開発実習

これまでの講義および演習で得た知識と技術をもとに、各チームで組込みソフトウェアの開発実習に取り組んだ。チーム開発実習における課題は4.2節で述べる。より良い成果が挙げられるように取り組み、かつ、直前に得られた学びを開発プロジェクトですぐに実践することで、それらの有効性と意義の理解を深めることができる。これによって、開発プロジェクトの開発対象や状況に応じて、アジャイル開発手法およびモデル駆動開発の適用を選択できる姿



図3 成果報告会の様子

勢が身につけられることになる。さらに、チームビルディングでの学びに基づき、多人数によるチームでの開発を実践する。チームビルディングの意義を理解し、メンバに自分の責務を伝える能力、議論における論理的思考力を培うことができる。これによって、円滑なチーム開発を実践できるようになる。チーム開発実習は、全ての教育目標の項目に対応する。

チーム開発実習は、基本的に各チームの裁量で開発を進める形としたが、スプリント全体のタイムボックスは実行委員会から提示し、タスクやスケジュール管理はスクラムに則った実践を促した。具体的には、スプリントごとにプロダクトバックログおよびスプリントバックログを見直すこと、各チームのペースに合わせてデイリースクラムと呼ばれるチーム内会議を適宜実施することである。なお、チーム開発実習中は常に実行委員が巡回し、質問や疑問点があればいつでも答えるようにした。

### 3.7 ふりかえりと成果報告会

LED-Camp4の実習で得られる参加者の学びを最大化するため、実習成果のふりかえりと成果報告会の機会を設けた。チーム開発で取り組んだ内容の経過とその結果を分析して報告資料としてまとめ、その結果を報告相手に伝える演習を行った。これによって、開発成果を分析・整理して報告資料としてまとめる力、その成果を報告相手と議論して成果を最大化する力を培う。また、他チームによる成果の報告も聴講し、説明に対して意見や疑問点を伝えて議論を交わした。本セッションの内容は、教育目標の(3)-b)および(3)-c)に対応する。成果報告会の様子を図3に示す。

## 4. 開発教材と実習課題

本章では、LED-Camp4のチーム開発実習における開発教材および実習課題について述べる。

### 4.1 開発教材の構成および開発の流れ

開発教材の組込みシステムは、iRobot社のCreate2[13]、Raspberry Pi3[14]および超音波測距センサURM37[15]によって構成される。なお、Raspberry Pi3の給電はCreate2

\*3 事前実習でもモデル駆動開発のチュートリアルを実施したが、この時は開発環境を確認する意味合いが強い課題としていた。

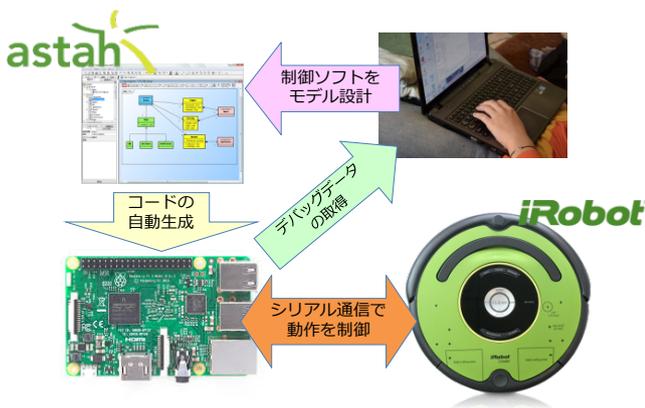


図 4 開発教材の構成および開発の流れ

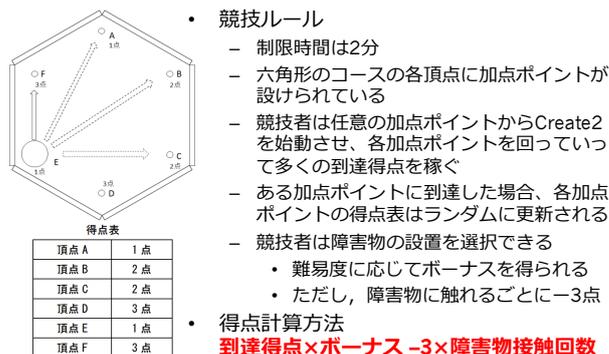


図 5 競技会のコースとルール

からレギュレータを介して行っている。

Create2の制御は、Create2上面にあるコネクタを用いたシリアル通信によって行う。シリアル通信では、モータ等を制御するコマンドを送信することで、Create2を制御することができる。また、Create2に搭載されているバンパーや落下防止センサ、車軸エンコーダ、壁検知のための赤外線センサなど様々なセンサの値を取得できる。LED-Camp4開発教材では、これらに加えて、任意の位置に取り付けた超音波測距センサによって前方にある物体との距離を取得することができる。

Raspberry Pi3は小型のLinuxコンピュータであり、WiFiネットワークよりSSHログインして利用することができる。開発環境・動作環境はRaspberry Pi3上に構築しているため、参加者は各自で持参するコンピュータに開発環境を構築する必要がない。また、チームで1台のRaspberry Pi3を共有して利用するため、開発コードの共有や動作の確認が行いやすい。

LED-Camp4では、Raspberry Pi3とCreate2をUSBシリアルケーブルで接続し、Raspberry Pi3よりシリアルコマンドを送受信することでCreate2を制御している。これらの制御コマンドはPythonのAPIライブラリ[16]として提供しており、Raspberry Pi3上にてPythonで作成したプログラムを動作させることで制御を行う。

Create2制御用のPythonソースコードは、モデル駆動開発によって自動生成する。開発の流れを図4に示す。今回はモデル設計ツールとしてastah\*[17]、MDDツールとしてastahプラグインであるastah m2t[18]を提供した。参加者は、制御プログラムを設計してastah\*上でクラス図とステートマシン図を記述する。設計したモデル図からastah m2tによってPythonプログラムを生成する。Raspberry Pi3上にPythonプログラムをSCP等のファイル転送プロトコルで転送し、開発教材のシステムを実行する。

モデルとソースコードの対応関係を追うことが容易であるため、本開発教材の規模はモデル駆動開発の理解を深めるには適切である。ただし、本来はこの程度のシステム規

模であれば、モデル駆動開発を採用する必要性は低い。

#### 4.2 実習課題

LED-Camp4におけるチーム開発実習の課題は、競技会のためのソフトウェアの開発、および、成果報告会のための展示物の作成を与えた。

競技会は、LED-Camp4実習3日目におけるチーム開発実習の終了後に行った。競技会の課題は、開発教材であるCreate2を制御し、競技会における規定のコース上を走行して制限時間内により多くの得点を取ることである。競技会のコースとルールの概要を図5に示す。競技の難易度は障害物の設置に応じて何段階かに分かれており、各チームは難易度を自由に選択できる。また、加点ポイントの到達ごとにランダムに更新される得点表の値に応じて、走行戦略として次にどの加点ポイントに向かうかを自由に選択できる。このようなルールの形式にした意図として、チーム開発実習の途中で難易度の変更を検討する場合に、開発方針を容易に変更できることが挙げられる。また、多様な走行戦略が考えられるため、各チームの開発状況や意図が設計モデルに反映されるようになる。

成果報告会における展示物としては、モデルシートおよびコンセプトシートからなる展示シートを作成することを課題とした。前者は、設計の成果物であるモデル図のことである。後者では、設計の思想やチーム開発のマネジメント、戦略、経験などから、チームとしてアピールできる点を自由にまとめてもらった。参加者のチームが作成した展示シートの一部を図6に示す。これらの展示シートをポスターパネルに貼り出し、成果報告会における説明資料として活用していただいた。

チーム開発において優秀な実習成果を挙げたチームには、実行委員会から表彰を行って賞状を授与した。表彰を設けることは、参加者にとっては賞の獲得を目的としてしまいがちになるため技術者教育の取り組みとしては適切ではないが、参加者のモチベーションを高めるには有効であった。

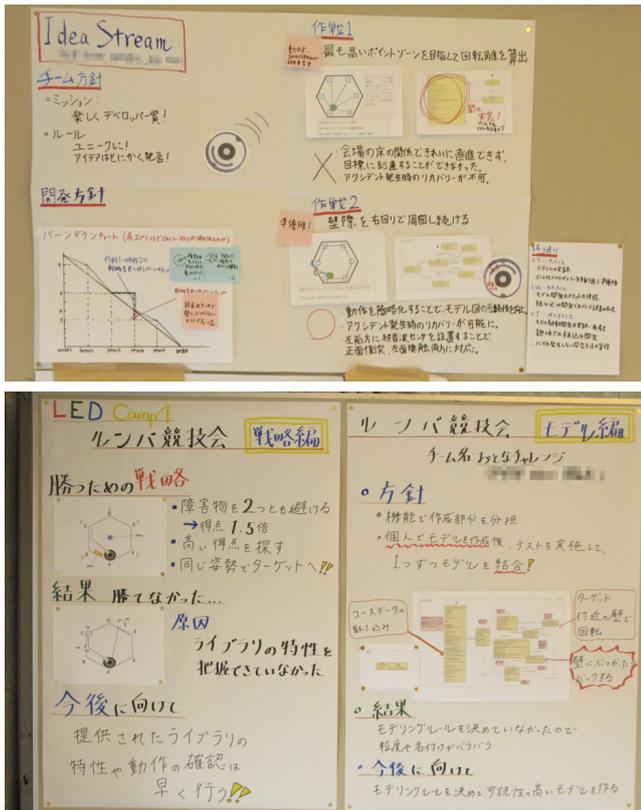


図 6 参加者の作成した展示シート

## 5. 実施結果

本章では、LED-Camp4 の参加者 19 名全員から回答を得たアンケート項目の結果<sup>\*4</sup>を交えて、教育目標の達成度や教育効果について議論する。アンケートは、実習内容の教育効果の測定、および、次回以降の企画の実施に向けた検討材料の獲得のために実施した。実習の各日の終了後に、その日の実習に該当する項目をそれぞれ回答してもらった。なお、実習用サーバ PC 上に Web ベースでアンケートシステムを用意し、参加者はアンケートに PC 入力で回答した。参加者の構成は、学生が 37 %、社会人が 63 %であった。社会人のうち 58 %が経験年数 1 年以下であった。参加者の専門分野は、ソフトウェアが 84 %、ハードウェアが 16 %であった。

### 5.1 参加目的について

LED-Camp4 への参加目的を自由記述で聞いたところ、組込みシステム開発の技術や知識の習得および経験の機会に関するものが多く見られた。多人数でのチーム開発を経験することに関する記述も多く挙げられた。アジャイル開発手法を実践できることへの関心や興味を挙げる記述も幾つかあった。また、他組織の参加者と知り合っ

<sup>\*4</sup> アンケートの全項目の回答は、[http://swest.toppers.jp/LED-Report/Camp4/LED-Camp4\\_Questionnaire.pdf](http://swest.toppers.jp/LED-Report/Camp4/LED-Camp4_Questionnaire.pdf) で公開している。

生や若手組込み技術者で交流できると交流することへの期待に関する記述も見られた。参加目的からは、参加者の LED-Camp4 に対するモチベーションは高かったことが見て取れる。

### 5.2 教育内容について

事前実習の内容が理解できたかを聞いたところ、それぞれのテキストについて、8 割から 9 割程度の参加者が「よく理解できた」または「まあまあ理解できた」と回答した。事前実習は初回の LED-Camp1 から継続して実施しているが、今回は参加者の理解が深まるように教材テキストの大幅な改訂を行った。本アンケート結果からは、この改訂の効果が表れたことが見て取れる。また、実習当日までに必要な知識の習得や環境準備を済ませられたことで、当日合宿の実習を効率的に進めることができ、その教育効果も向上できたと考えられる。ただし、事前実習は Web ベースであり実践が伴わないため、解説の一部については具体的な理解が及ばないものがあつたという指摘もあつた。

当日合宿におけるそれぞれの講義および演習について、参加者にとって有益な内容だったかを質問した。本項目の回答結果を表 1 に示す。同様に、得た知識や経験を今後の研究や開発の活動に活かしていきたいかを質問した。本項目の回答結果を表 2 に示す。

回答結果を見ると、ほぼ全ての項目で 9 割以上の参加者から肯定的な回答が得られた。チームビルディング演習とチーム開発実習については、特に評価が高かった。自由記述欄においても、チーム開発におけるメンバー間のタスク分担やコミュニケーションの重要性を認識したという意見が多く得られた。チームでの開発に取り組んだ経験はあるかの質問項目に対しては、58 %が日常的にまたは何度か経験したことがあると回答している。それにも関わらず、チーム開発実習によって開発プロジェクトを形成・運営する方法の新たな知見を得られたことは、LED-Camp4 が大きな実習成果を提供できたといえる。成果報告についても非常に高い評価が得られた。LED-Camp4 において向上を目指したコミュニケーション能力は、研究でも開発でも多くの場で必要となるスキルである。本演習を通して、成果のふりかえりや分析、プレゼンテーションの有効な方法を向上させる機会が提供できたといえる。また、これらの能力の向上によって、開発が有益になり効率化が進むだろうといった意見も得られた。

先進的な開発技術として取り上げたモデル駆動開発とアジャイル開発については、積極的な回答が他と比較するとやや評価が低い。これらの実習内容は、参加者の開発や研究の活動にとっては馴染みの薄いものであつたため、やや評価が低くなったことが考えられる。ただし、自由記述欄では、これらの技術の長所や使いどころが理解できたという回答は多く得られた。また、2 日目午前までに実施した

表 1 アンケート結果：各項目の実習内容が有益だったか

	非常に そう思う	まあまあ そう思う	あまり 思わない	全く思 わない
チームビルディング	15	2	2	0
アジャイル開発	10	9	0	0
ロジカルシンキング	8	8	3	0
モデル駆動開発	10	9	0	0
チーム開発	16	2	1	0
成果報告	15	4	0	0

表 2 アンケート結果：各項目の実習内容を活かしたいか

	積極的に 活かしたい	機会が あれば	あまり 思わない	全く思 わない
チームビルディング	13	6	0	0
アジャイル開発	11	7	1	0
ロジカルシンキング	12	6	1	0
モデル駆動開発	12	6	1	0
チーム開発	17	2	0	0
成果報告	17	2	0	0

4セットの講義・演習の内容がチーム開発実習に活かされたかという質問については、89%が活かすことができたという回答している。先進的な開発技術を限られた短い実習期間の中で反復的に実践する形式は、実習内容として提供した知識や技術の定着に役立ったと考えられる。

以上のことから、本企画は、経験の浅い技術者に対して、組込みソフトウェアの先進的な技術に触れ、チーム開発の実践によって技術者の能力を向上させる場を提供することができたと考える。

### 5.3 実習の全体について

LED-Camp4 全体の实習や内容に対する感想を聞いたところ、79%の参加者が「満足」、21%が「やや満足」であるという、全参加者から肯定的な回答を得られるという非常に高い評価を得られた。自由記述欄では、今回の実習内容で得られた成果を今後の研究や開発の現場に活かしていきたいという意見が多く得られた。LED-Camp4 に参加して何か新しい発見があったかの質問には、95%の参加者が「あった」と回答した。LED-Camp4 を通じて得られたと思う技術・知識や能力については、95%の参加者が「あった」と回答した。参加前と参加後で特に伸びたと思う技術・知識や能力については、84%の参加者が「あった」と回答した。これらの自由記述欄では、チームビルディングおよびチーム開発の重要性、アジャイル開発やモデル駆動開発の有用性に関する意見が挙げられていた。

運営環境についてもアンケートを取った。短期合宿という実施形式については、全員が適切であると回答した。普段の業務や学業にとらわれず短期集中で実習に打ち込める環境を整備できたといえる。ただし、3泊4日という実習期間については、適当と回答したのは53%にとどまり、47%が短いと回答した。実施形式が適切と回答した回答でも、

自由記述欄では実習期間の短さに対する指摘が挙がった。実行委員会としても、実習期間に対して教育内容を詰め込み過ぎたと考えている。短期集中型で組込みソフトウェアの開発技術を学ぶという形式は一定の評価を得たものの、今回の実習量はやはり期間に見合っていない。今後は、教育内容の取捨選択や各実習内容の効率的かつ効果的な実施を検討すべきと考えている。

以上の議論から、教育上の改善点や運営上の反省点はあるものの、LED-Camp4 の教育目標は達成できたと考える。

## 6. おわりに

LED-Camp は、若手組込み技術者を対象とした合宿形式の教育実習である。2016年8月に実施したLED-Camp4では、全国各地から集まった19名の参加者に対して、モデル駆動開発やアジャイル開発といった先進的な開発手法をチーム開発によって体験できる場を提供した。参加者のアンケート結果も交えて実習結果を議論したところ、本企画の狙った教育目標を達成できていることが確認できた。ただし、実施方法および教育内容には、まだまだ改善の余地があることも見つかった。

LED-Camp は、今年で4回目の実施となった。これまでの開催実績をふりかえり、その教育成果や運営活動に関する知見などをまとめて報告できればと考えている。なお、LED-Camp 実行委員会では、今後も継続した開催に向けて準備を進めている。本企画に興味を持たれた方は <http://swest.toppers.jp/LED-Camp/> にて最新の情報を参照されるか、LED-Camp 実行委員会 (Email: led-camp@swest.toppers.jp) までご連絡いただくと幸いです。

**謝辞** LED-Camp4 の開催にあたり多大な支援をいただきました SWEST 実行委員会および enPiT-Emb の関係者各位、ならびに、共催・後援団体、協賛企業の皆さまに深く感謝いたします。

### 参考文献

- [1] 経済産業省、独立行政法人情報処理推進機構：2008年版組込みソフトウェア産業実態調査報告書 (online), <http://sec.ipa.go.jp/reports/20080715.html> (2016.10.12).
- [2] 経済産業省：大学生の『社会人観』の把握と『社会人基礎力』の認知度向上実証に関する調査 (online), <http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/201006daigakuseinosyakaijinkannohaakutoninntido.pdf> (2016.10.12).
- [3] 福田晃：大学における実践的教育へのチャレンジャー開かれた教育への挑戦, 情報処理, Vol. 56, No. 1, pp. 56-57 (2015).
- [4] enPiT-Emb 分野・地域を越えた実践的情報教育協同ネットワーク組込みシステム分野 (online), <http://emb.enpit.jp/> (2016.10.12).
- [5] 名古屋大学組込みシステム人材育成プログラム (online), <http://www.nces.is.nagoya-u.ac.jp/NEP/> (2016.10.12).

- [6] 石田利永子, 他: 共同研究と公開講座による組込みソフトウェア技術者育成の取り組み, 日本工学教育協会「工学教育」誌, Vol. 60, No. 3, pp. 75–81 (2012).
- [7] 谷口一徹, 他: 学生および若手技術者による組込みシステム技術に関するサマースクールの実践, 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 12, pp. 3221–3237 (2011).
- [8] ET ソフトウェアロボットデザインコンテスト (online), <http://www.etrobo.jp/> (2016.10.12).
- [9] ESS ロボットチャレンジ (online), <http://www.qito.kyushu-u.ac.jp/ess/> (2016.10.12).
- [10] 久住憲嗣, 渡辺晴美編: 特集「分野を超えたものづくりと教育ー組込みシステム開発教育のためのロボットチャレンジー」, 情報処理, Vol. 56, No. 1 (2015).
- [11] SWEST 組込みシステム技術に関するサマーワークショップ (online), <http://swest.toppers.jp/> (2016.10.12).
- [12] Schwaber, K. and Sutherland, J.: The Scrum Guide (online), <http://www.scrumguides.org/> (2016.10.12).
- [13] iRobot Create2 (online), <http://www.irobot.com/About-iRobot/STEM/Create-2.aspx> (2016.10.12).
- [14] Raspberry Pi3 (online), <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/> (2016.10.12).
- [15] URM37 V3.2 Ultrasonic Sensor (online), [https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/URM37\\_V3.2\\_Ultrasonic\\_Sensor\\_\(SKU:SEN0001\)](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/URM37_V3.2_Ultrasonic_Sensor_(SKU:SEN0001)) (2016.10.12).
- [16] libcreate2py (online), <https://github.com/s-hosoai/libcreate2py> (2016.10.12).
- [17] astah システム設計、ソフトウェア開発支援ツール (online), <http://astah.change-vision.com/> (2016.10.12).
- [18] Astah m2t (online), <https://github.com/s-hosoai/astahm2t> (2016.10.12).