

第4回組込みシステム技術に関するサマースクール (SSEST4) 実施報告

高瀬 英希^{a)} 矢頭 岳人^{b)} 及川 達裕^{c)} 岩田英一郎^{d)} 池田健太郎^{e)} 畑 尚志^{f)}
川口 麻美^{g)} 飯野 敦資^{h)} 高井 日淑ⁱ⁾ 中島 広茂^{j)} 松葉 俊信^{a)} 吉村 悠^{a)}

a) 名古屋大学大学院情報科学研究科 b) 神奈川大学大学院理学研究科 c) 東海職業能力開発大学校
d) 埼玉大学大学院理工学研究科 e) 宮崎大学大学院工学研究科 f) 豊橋技術科学大学知識情報工学系
g) 群馬大学大学院工学研究科 h) 東京電機大学理工学部

i) 横浜国立大学大学院環境情報学府 j) 株式会社ガイア・システム・ソリューション

E-mail: ssest-committee@ertl.jp

あらまし 本稿では、2008年9月に開催した第4回組込みシステム技術に関するサマースクール (SSEST4) の実施報告を行う。SSEST4は、組込みシステム技術に関する教育活動であり、全国各地から集まった学生および若手社会人による実行委員会が、企画の運営や実習カリキュラムの策定を全て主体的に行うのが特徴である。本企画の募集対象は主に学生としており、普段の学習・研究では経験できない、組込みシステム開発の一連のプロセスを体感する機会を提供することが目的である。約10ヶ月にわたる実行委員会の活動内容を紹介し、参加者から得たアンケートおよび実施結果から本企画の学習効果と目的達成度を考察する。

キーワード 組込みシステム, 教育活動

SSEST4: Summer School on Embedded System Technologies 4

Hideki TAKASE^{a)}, Taketo YATO^{b)}, Tatsuhiko OIKAWA^{c)}, Eiichiro IWATA^{d)},

Kentaro IKEDA^{e)}, Hisashi HATA^{f)}, Mami KAWAGUCHI^{g)}, Atsushi IINO^{h)},

Hisumi TAKAIⁱ⁾, Hiroshige NAKASHIMA^{j)}, Toshinobu MATSUBA^{a)}, and Yu YOSHIMURA^{a)}

a) Graduate School of Information Science, Nagoya University b) Graduate School of Science, Kanagawa University c) Tokai Polytechnic College d) Graduate School of Science and Engineering, Saitama University e) Graduate School of Engineering, Miyazaki University f) Department of Knowledge-based Information Engineering, Toyohashi University of Technology g) Graduate School of Engineering, Gunma University h) School of Science and Engineering, Tokyo Denki University i) Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University j) GAIA System Solutions Inc.

E-mail: ssest-committee@ertl.jp

Abstract This paper reports activities for Summer School on Embedded System Technologies 4 (SSEST4) held on September in 2008. SSEST4 is an educational activity in embedded system technology. There are two characteristics of SSEST4. First, an executive committee of SSEST4 consists of students and young workers gathering from nationwide. Second, the committee perform independently from running to drawing up the learning curriculum. We set down students as main targets since they have little chance to experience a series of processes to develop an embedded system. Therefore, our purpose is to provide them with such an experience. We introduce the activities in the committee for ten months. Then we discuss educational effects on this activity and achievements of the purpose from examined the result of the learning curriculum and questionnaires.

Key words embedded systems, educational activity

1. はじめに

近年ますます進む組込みシステムの大規模・複雑化に伴い、システム開発技術者の人材不足が深刻な問題となっている。企業経営者を対象とした経済産業省の調査によれば、およそ8.8万人の組込みソフトウェア技術者が不足していると報告されている [1]。この問題に対処するため、情報処理推進機構 (IPA) は、組込みスキル標準 (ETSS) を制定し、組込みソフトウェア開発に携わる人材の育成と有効活用を促進している [2]。また、名古屋大学 NEXCESS [3] や九州大学 QUBE [4] に代表さ

れるような、各教育機関から社会人向けに専門的な知識やスキルを提供する教育プログラムが数多く実施されている。しかしながら、これらの教育プログラムは、普段から組込みシステム開発に従事する技術者のスキル向上が目的であり、学生や若手社会人を対象として開催されているものではない。

われわれは、学生および若手社会人が主体となり企画・運営する教育プログラム「組込みシステム技術に関するサマースクール (SSEST)」を2005年から実施している [5] [6]。SSESTの主な対象は、組込みシステム開発に興味を持つものの組込み分野の経験が浅い学生や若手社会人である。学生は、普段の学

習および研究生活では、組込みシステムの開発プロセスを経験する機会多くない。若手社会人は、業務としてシステム開発に携われるが、システムの一部のみを担当できるだけであり、業種によってはそれが組込み分野のシステムであるとは限らない。本企画は、これらの対象者に、組込み分野に深く触れる機会を提供し、将来の組込みシステム開発者に必要とされる技術力や総合的な問題解決能力を向上させることを目的としている。

本企画の実行委員会は、全国各地の学生と若手社会人の有志で構成される。このため、SSESTは、実施年ごとに実行委員会はほぼ一新されながら継続してきている。若手による主体的な企画運営・実施により、実行委員自身の企画運営能力を得ることも狙っている。ETロボコン[7]のような、学生参加の敷居が低い競技プログラムは存在するが、SSESTは、学生主体の運営であり、さらに、参加者はもちろんのこと、実行委員自身の成長に重点を置いているところが特徴である。なお、SSESTの実施は、組込みシステム技術に関するサマースクール(SWEST)[8]実行委員会の助成により実現されている。

本稿では、2008年9月に静岡県浜松市にて開催した「第4回組込みシステム技術に関するサマースクール(SSEST4)」の実施報告を行う。まず、2章にてSSEST4開催の目的を述べたのち、3章および4章で、本企画の実行委員会が行ってきた運営活動を紹介する。5章では、実行委員会が策定し参加者に対して実施した教育カリキュラムを解説する。6章で実習とアンケートの結果、さらには教育効果の考察を報告し、7章にてまとめと今後の計画を述べる。

2. 目 的

SSEST4のスローガンは、
『組込マーへの第一歩

～組込みシステム開発・設計の一連の流れを体感しよう～』である。“組込マー”とは、組込みシステム開発に関わる技術者をあらかず造語である。本企画の参加者＝組込マーの卵が、システム開発・設計の一連の流れを体感し、組込み分野に対する興味をより高めてもらうことによって、組込マーへと続く道の第一歩を踏み出せるように、という意図を込めている。

SSEST4の大きな目的は、組込み分野への“きっかけ”の提供である。募集対象は、組込みシステム開発に興味を持つ学生および若手社会人である。しかしながら、普段の生活において、複数人での組込みシステム開発に携われる機会はあまり多くない。スローガンにも含まれるとおり、まずは“やってみよう”のきっかけから始まり、本企画の実習を経験することによって、組込みに対する興味をさらに高めてもらうことを狙った。

本企画の教育プログラム検討にあたり、参加者が実習を通して達成すべき目的の観点から、目的設定に関する議論を重ねた。その結果、実行委員会として、参加者がSSEST4で得られるべきスキルや経験を次のように定めた。

- 組込み体験
- 組込みシステムの理解
- 組込みシステムの基礎的技術・知識の修得
- グループワークによるチーム開発・プロジェクト管理

組込みシステムには、パーソナルコンピュータなどの汎用システムとは異なるいくつかの特徴がある。まず、要求される機能や性能が明確であることが挙げられる。次に、システムはある程度特定の条件下での動作が想定されている。さらに、組込みシステムはハードウェアとソフトウェア協調動作によって要求される処理が実現される。これらの特徴を、座学だけではなく、体験によって理解できることを狙った。

実習は、委員会が用意する実習教材を参加者が開発する形で行う。教材には、参加者が組込み分野に固有のさまざまな要素技術の基礎知識を理解できる要素が含まれることが重要であると考えた。具体的には、ソフトウェアからのハードウェアデバイス制御、リアルタイムOS(RTOS)プログラミングといった技術である。これは、本企画に参加したことが、ただ“楽しかった”だけで終わるのではなく、組込み分野の確かな基礎技術力を参加者に身に付けてもらいたいと考えたためである。

実習では、組込みシステム開発の一連の流れに沿ったカリキュラムを策定した。そして、システム開発実習には、グループワークによる開発体制を採用し、メンバの役割分担やレビュー、進捗管理などのプロジェクト管理への意識付けを行った。これは、開発工程やプロジェクト管理の機会を提供すると同時に、グループ内での意思疎通や情報共有を促進してコミュニケーション能力の向上を狙うためである。

以上で述べてきた目的を達成することを目指し、SSEST4の実習は、事前実習と当日合宿で構成される形態をとった。事前実習では、当日合宿までに参加者各自で最低限の動作要求を満たす実習教材を作成し、これを通して組込み分野の基礎技術の修得を狙う。事前実習の期間は、当日合宿までの1ヶ月半と設定した。当日合宿は、特別講義とシステム開発実習で構成される。まず、特別講義による座学では、組込み分野の基礎知識とプロジェクト管理のスキルを体系的に学習する。そして、グループワークでのシステム開発実習によって、組込みシステム開発の一連の工程を体感すると同時に、プロジェクト管理技術およびコミュニケーション能力の向上を目指す。

最後に、これは参加者の観点とは異なるが、SSEST4では、参加者の組込マーへの“きっかけ”の提供とは別に、実行委員のメンバ自身の成長も目指した。実行委員にとっては、SSEST4という企画を作り上げて運営すること自体が大きな開発プロジェクトである。実行委員会は、教育カリキュラム策定や企画・運営といった活動を通して、参加者とは異なる様々な経験とスキルを獲得できる機会となった。

3. 運 営

3.1 実行委員会の運営手段

実行委員会は、全国各地の学生及び若手社会人で構成されており、直接会って議論を行うことは困難であった。そこで、議論を行う際にはメーリングリスト(ML)、PukiWiki[9](Wiki)、インスタントメッセージ(IM)などを用いた。IMは、リアルタイム性が高いため、主に定期的な会議に使用し、短時間で合意を得たい場合に役立った。しかし、IMは同じ時間を共有する必要があるため、参加人数が多いと日程調整に時間を要



図1 Wikiによる運営活動と実習支援

した。これに対し ML や Wiki は、同じ時間を共有する必要がなく、多人数での利用に適した。特に、Wiki は、データの蓄積・更新が容易で閲覧性が高く、プロジェクト管理情報や、作業の進捗情報の交換などに役立った（図1 右上）。実際の運営では、ML、Wiki を中心に使用し、IM で定期的な連絡をとる形で進めた。約10ヶ月の運営期間で、ML の投函数は約2,000通に、Wiki のFrontPage の閲覧数は約10,000回にのぼった。

3.2 実習の運営と支援

実行委員は、参加者が事前実習を行うために e-ラーニングサイトを構築した。このサイトでは、ハードウェア及びソフトウェアの基礎学習事項、当日合宿で使用する実機の製作手順を解説した（図1 左下）。このサイトの構築には、Wiki を使用した。Wiki を採用することで、実行委員数人による効率的な分担で効果的な e-ラーニングサイトを構築、運営する事ができた。さらに、自己紹介のページや、作業の進捗状況を示す表を設置し、参加者同士の情報を閲覧できるようにした。サイト上に自己紹介ページを設置することで、当日合宿前の参加者同士の交流を促した。また、作業の進捗状況を示す表を設置することで、進捗が把握できるようにした。当日合宿には、実行委員会は TA として参加し、参加者にチュートリアルを行ったり、参加者からの質問に答えたりして参加者の実習を支援した。

4. 活動の流れ

2007年11月に実行委員会が発足した。SSEST4では2008年7月中旬から事前実習を開始し、9月1日から3日間の当日合宿実習を行う。そのため、委員会の主なスケジュールは11月から7月が教材の準備期間、7、8月が合宿実習の準備となっている（図2）。具体的には11月から3月にかけて仕様検討や予備実験を行って実習教材のシステム仕様を策定し、4月にプロトタイプを、5月から6月にかけてプリント基板およびテキストの作成を行った。運営方針の確認やプリント基板の試作など調整を要する案件については、直接会合する機会を設けた。特に、2008年3月には2日間の委員会合宿を行い、実行委員全員でプロトタイプ作成と今後の運営指針の確認を行った。

SSEST4では基礎技術に重点を置いた実習を行うために基礎

	11~3	4	5	6	7	8
運営		広報	参加受付	合宿実習準備		
システム学習教材	教材検討	プロトタイプ作成	基板設計	テキスト作成		
基礎教材		予備実験	テキスト作成			
リハーサル参加者				リハーサル		
一般参加者						事前実習期間

図2 主なスケジュール

実習とプリント基板の提供を行った。基礎実習では LED とスイッチを使用した実習を行う。近代的な組込みシステムでは、設計時に MPU の動作を詳細に意識する必要がないため、システムの基本的な仕組みを学習する機会はない。そのため、SSEST4 では簡単なデバイスドライバを自作してもらい、マイコンや RTOS の役割を体験を通して学習できるようにした。半田付けの経験が乏しい参加者が多いと考えたため、システム開発実習前の半田付け練習の意味合いも持たせてある。基礎実習の準備には実行委員4名で、2ヶ月半程度の期間を要した。システム開発教材は部品点数が多いため、初心者がユニバーサル基板で作成するのは困難である。そこで、回路作成の難易度を抑えるため、実習教材専用のプリント基板を設計・外注し、参加者に提供した。プリント基板の外注では試作を複数回行い、設計に1ヶ月半程度の期間を要した。

6月および7月には、事前実習の分量や難易度の評価、教材の改善を行うためにリハーサルを実施した。リハーサルは3名の組込み初心者に協力を依頼し、一般参加者と同じ条件で教材開発を進めてもらった。そして、ヒアリング調査の結果をもとに、実習の分量や難易度を調整した。リハーサル参加者には、一般参加者と同様に当日合宿の実習にも参加していただいた。

運営のスケジュールとしては6~7月に参加受付、7~8月に事前実習サポートや合宿準備となっている。SSEST4への参加者数は、28名となった。広報活動は、学会や組込み分野の展示会などで随時行ったが、SSESTの活動を特に学生へ周知することが難しく今後の課題となっている。

5. 実習

参加者が行う実習は、1ヶ月半の事前実習と3日間の当日合宿である。組込みシステム開発の一連のプロセスを経験するには、当日合宿の期間では短すぎるため、事前実習で個別に要素技術の基礎を学習させることにした。

事前実習は、各参加者が個別に進める形式である。そのため、各人の空き時間や有する知識に合わせて自由に作業を進めることが可能である。一方、当日合宿は、グループで共同作業を行う形式である。同等の目的を持つ者同士が顔を合わせることにになり、参加者達にとって良い刺激になるであろう。また、短期間という制約の中で作業するため、成長を促す環境となることを期待できる。

5.1 実習教材

実習教材としてカラーライントレースカー (C-LTC) を設計

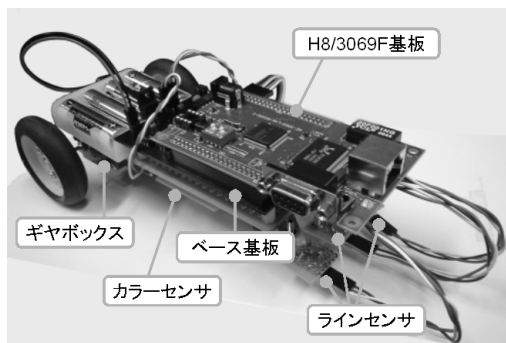


図3 実習教材

した(図3)。C-LTCとは、床面のラインに沿って走行するメカに色を識別する機能を拡張したものである。

構成は、入力部：ラインセンサ・カラーセンサ、制御部：マイコン、出力部：モータ・LEDとした。入力部のラインセンサは赤外線を床面に照射し、反射の有無により白と黒の判別を行う。また、カラーセンサとして、RGBの輝度を周波数に変換するモジュールを採用した。しかし、カラーセンサが出力する周波数情報をマイコンでそのまま色情報に変換処理することは、参加者には困難と判断したため、周波数情報をPICによって3bitの色情報に変換することにした。制御はマイコンで行い、タスクや時間資源を管理するために、RTOSを用いた。マイコンは、入手性とコストパフォーマンスを考慮し、H8/3069Fを選択した。RTOSは、オープンソースとして無料入手可能であり、かつ、RTOSの基本動作の学習に適しているという点からTOPPERS/JSP [10]を採用した。出力部のモータは走行用である。左右のモータを独立して制御でき、自由に旋回できる。プリント基板上のLEDは開発段階ではデバッグに活用できる。

5.2 事前実習

当日合宿を行う前に1ヶ月半の事前実習を行った。事前実習は個別に進めていく形式である。そのため、参加者に実習で使用する部品を配送し、参加者専用のeラーニングサイトとしてWeb上にテキストを公開した^(注1)。参加者の技術的な質問に対しては、技術情報共有のためにMLを利用して回答を行った。また、参加者に計画的に実習を進めさせるために、進捗の目安となる日程を示した。そして、実際の進捗状況を把握するため、実習項目と完了日を選択して入力するシステムを用意した。

事前実習での到達目標は、最低限動作するC-LTCの作成とした。最低限の動作は、緩やかなカーブで構成された楕円状のコースの走行と、停止状態での色識別とした。最低限の動作であるが、組込みシステム開発経験のない者が何の準備もなしにC-LTC作成に取り掛かることは、困難であると判断した。そこで、C-LTC作成の前に、より基本的な組込みシステムの学習項目を盛り込むことにした。事前実習をPart1から3までの

三部構成とし、ステップアップ形式でC-LTCを作成できるようにした。

Part1では、電子回路作成、マイコンのプログラミングを行う。Part1で作成する回路は、ユニバーサル基板にコネクタ・スイッチ・LED・抵抗・トランジスタなどの基本的な部品を付けるだけの単純なものであり、半田付けの練習が無理なくできる。作成した基板とマイコンを接続することで、スイッチ・LEDをマイコンで制御できる。マイコンのプログラミングはC言語を用いた。レジスタの直接操作でHWや割込み・タイマ機能を制御することでマイコンの基礎を学習する。スイッチ・LEDを使用するため目に見える形でマイコン動作を実感できる。

Part2では、RTOSを用いたプログラミングを行う。HWはPart1で扱ったものをそのまま利用する。RTOSの機能の学習として、タスク管理・時間資源管理を用いたプログラミングを行う。タスク管理機能を用いると、マルチタスクを簡単に扱えるため、複数機能を持つシステムの実装が容易になる。時間資源管理機能を用いることで、マイコンのタイマを直接使用せずに、リアルタイム制御が可能となる。

Part3では、電子回路作成、メカ作成、RTOSを用いたプログラミングを行い、C-LTCを作成する。ここまで示した各要素技術を用いて小規模なシステムを作成することで、組込みシステム開発の体感ができる。電子回路作成として、ラインセンサ基板・カラーセンサ基板・ベース基板を作成する。ベース基板には、回路作成の難易度を抑えるため、実行委員会で設計したプリント基板を使用した。メカ部分は、主にタミヤのワークキットの部品を利用した。HW部を作成したのち、C-LTCのHWを制御するデバイスドライバを作成する。そして、そのデバイスドライバを利用したアプリケーションを記述し、最低限の動作ができるC-LTCを完成させる。

5.3 当日合宿

当日合宿の期間は3日間であり、作業は4~5人のグループで行う。合宿における参加者の目標は、競技で完走可能なC-LTC開発とその成果報告書作成とした。合宿の1日目は、特別講義、チュートリアルを行い、その後、各グループで目標設定、要求分析を行なった。2日目は、詳細設計、実装、テスト、報告書作成を行なった。3日目は、テスト、デバッグ、報告書作成を行い、最後に、成果報告会、競技会を開催し、競技会の優勝チームと成果報告書の最優秀チームに対して、表彰を行った。

特別講義では、組込み分野の最先端で活躍する研究者およびシステム開発技術者の方を講師として招いた。講義は2つ行い、題目は、『ここが違う、組込みシステム』と『組込み開発体験：組込マーとして飯を食べていくために』であった。前者の講義では、組込みシステム固有の要求や特徴の体系的な解説を行い、後者では要求仕様とプロジェクト管理の方法論を示した。

チュートリアルでは、当日合宿の実習で特に重要な項目を実行委員から示した。内容は、実習の流れ、役割分担、成果報告書、レビュー、ハードウェア調整、D/A変換、カラーセンサについての説明である。チュートリアルの後は、グループでの作業となる。グループ内の役割分担、製作物の仕様定義、報告書作成、プロジェクト管理を主体的に行い、実際の開発プロジェ

(注1)：事前実習のeラーニングサイトは、現在は下記URLにて公開している。
<http://www.ert1.jp/SSEST/top/index.php?SSEST4>

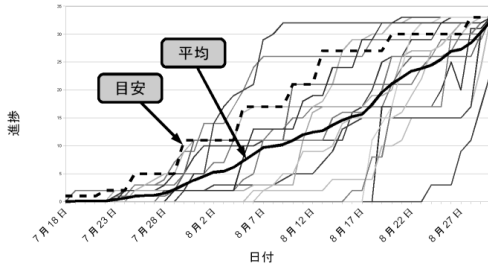


図4 事前実習の進捗ペース

クトの作業を体験する。

参加者は成果報告書を作成して、成果報告会でプレゼンテーションを行う。成果報告書のポイントとして、4点：“読み手を意識する”、“簡潔である”、“正確に事実のみを伝える”、“5W2Hを意識する”を示した。

競技は、白線のコースに沿って走行し、コース中に埋め込んだLEDの色に応じて要求された処理を行うレースである。競技の評価は、走行タイムを基本として、色識別による動作に応じて、ボーナス・ペナルティを付加する。競技コースは工夫の余地が大きくなるように、速度制限区間、一旦停止、分岐、Uターン、駐車など多くの競技ポイントを用意した。参加者は、競技内容に合わせて事前実習で作成したC-LTCを改良する。改良点として、競技コースに合わせたセンサの調整、走行中の色検出、分岐・Uターン制御が挙げられる。また、良い成績を狙うなら、参加者はさらなる改良をしなければならない。

6. 実習結果と考察

6.1 事前実習の進捗

事前実習の進捗報告システムに参加者が入力した情報を分析した。参加者は28名であるが、事前実習の項目すべてを完了した参加者は7名のみであった。また、進捗報告システムに一度も入力をしていない参加者は8名いた。事前実習を行わなかったのか進捗報告を怠ったのか、どちらであるかは、この結果からは判断できないが、いずれにせよ問題である。参加者募集の段階で、事前実習を行うことを強調し、事前実習を行う段階で進捗報告の重要性を示す必要があるだろう。

図4は、2008年7月18日から2008年8月31日までに実施した事前実習Part1～3の進捗ペースをまとめたグラフであり、進捗報告をしていない8名とリハーサルに参加した3名を除いた17名のデータを用いた。細い実線は各参加者、太い実線は参加者の平均、太い破線は実行委員が定めた目安の進捗ペースである。グラフより、平均値から離れたデータが多く分散が大きいことが分かる。すなわち、これは参加者によって実習の進め方が大きく異なることを意味している。参加者の空き時間に合わせて自由に進めることができるという、事前実習の特徴を活かしている。実行委員が定めた目安は、参加者の平均ペースより全体的に早いペースである。ここで、参加者が最初に報告入力した日付の平均を算出したところ、7月31日となった。参

表1 競技結果

班番号	第1走	第2走
1	失格	失格
2	失格	98秒60
3	失格	70秒88
4	失格	失格
5	99秒26	失格
6	失格	50秒46

加者の初動時期が遅いため、全体的に目安の方が早くなっている。また、平均ペースの最終日の到達点は、目安とほぼ同じ位置であるため、ほとんど実習は完了していることになる。つまり、平均的な参加者は、1ヶ月間で事前実習を済ませていることになる。事前実習期間は、余裕のある1ヶ月半としていたため、この期間設定は適していたと考えられる。

6.2 当日合宿の競技

当日合宿の競技会での競技結果を、表1に示す。完走の場合は走行タイムを、コースアウトで失格の場合はその旨を記した。当日合宿の競技会では、各グループ2回、全6グループで計12回の競技が行われたが、完走できたのは4回だけであった。さらに、2回とも失格になってしまったグループが2つあった。結果のタイムとしては、4位が1位の約2倍となり、大きな差が出た。工夫の余地を大きくできた完走率が下がってしまったと考えられる。最低限、完走するだけなら簡単であり、さらに、改善点を確保できるような競技を設定する必要がある。また、競技結果の良かったグループについては、役割分担や定期的なミーティングといった、プロジェクト管理とグループ開発がスムーズに行っていたという興味深い相関性がみられた。

6.3 アンケート結果

当日合宿の開始時に参加者28名にアンケートを配布し、終了後に回収、有効回答数28を得た。以下、アンケートの結果を示しつつ、本企画による学習効果と、2章で述べた目的の達成度について考察する。

参加者の構成は、学生が全体の64%で、残りの36%が社会人だった。また、組込みシステム開発の経験年数が1年未満という人が全体の89%であり、社会人では経験年数が半年以内の新人が多く、就業年数の長い人でも組込み分野とは関係が浅い職種だった。

事前実習の課題の量については、「ちょうど良かった」と81%の人が答えている。また、課題をすることによって教材に対する理解は深まったかという質問に対して、95%の人が「深まった」、「どちらかといえば深まった」と答えており、参加者は事前実習によって組込み技術について無理なく理解を深めることができたといえる。しかし、『マイコンや素子がどう動作するのか不明確』や『RTOSが理解できなかった』などの意見もあった。これらについては、より詳細な解説を追加する、もしくは、参考文献を紹介することで改善できるだろう。また、事前実習中に参加者の理解度をミニテストなどの形でチェックする仕組みを導入し、フィードバックを行うようにすれば、参加者の理解度を上げ、理解度をより定量的に評価できると考えら

れる。以上のことから、いくつか改善すべき点はあるが、参加者は組込み技術に関する基礎知識を身に付けたといえる。

当日合宿の開始時に実習グループのメンバを発表する形式について、「問題なく実習できた」、「最初は戸惑ったが、最終的には問題なく実習できた」という答えが74%だった。また、グループ内のコミュニケーションは上手くできたかという質問に対しては、「上手くできた」、「やや上手くできた」が63%、「普通だった」が30%、「ややうまくできなかった」が7%となっており、当日にグループを発表し初対面であったのにも関わらず、特に問題なく実習が進められたという回答が多かった。このことから、合宿でのグループワークが意思疎通や情報共有を促進してコミュニケーション能力の向上に役に立ったことがうかがえる。それは、当日合宿でコミュニケーション能力は向上したかという質問に、79%の人が「向上した」、「やや向上した」と答えていることから確認でき、『チームでのコミュニケーションのやり方はどのような場面でも役に立つと思います』や『マイコンの使い方や他の人との協力しての開発という新しい発見がありました』といった意見もあった。

一方、当日合宿の実習で難しかったと感じた項目について質問したところ、開発工程の上流工程（要求分析・仕様定義、概要設計・詳細設計）より下流工程（実装・コーディング、テスト・デバッグ）の方が難しく感じたかという質問に対して、96%の人が「非常に役立った」、「役立った」と答えていることから、講義が有効だったと考えられるが、下流工程についてもさらに詳しく参加者に提示する必要がある。

その他には、普段の学習・研究で触れる機会が少ないドキュメント・開発成果文書の作成を難しく感じたかという質問が多かった。実際に、『ドキュメントの作成が不慣れで大変であった』という意見も出た。3日間という短い期間での開発であることも併せて考えると、ドキュメントのテンプレートを用意するなどの改善策が考えられる。

組込みシステム開発の一連のプロセスについては、93%の人が「よく理解できた」、「まあまあ理解できた」、「何とか理解できた」と答えていた。『デバッグがソフトオンリーと比べて、こんなに大変とは思わなかった』や『ハードウェアの重要性が予想より非常に大きかった』といった意見も挙がった。また、組込みシステム開発に対して、考えの変化や新しい発見があったかという質問には、『身近に感じられるようになった』や『どのようなものなのか全く知らなかったので、やってみて興味をもちました』、『チームでの開発のやり方を学びました』といった意見が得られた。これらの考察から、参加者に組込み分野への“きっかけ”を提供し興味をさらに高めてもらうこと、組込みシステムの特徴を実際の体験で修得できる、という本企画での大きな目的を達成できたといえるだろう。

7. おわりに

本稿では、第4回組込みシステム技術に関するサマースクール(SSEST4)の企画目的と趣旨、実施内容について述べた。

本企画は、学生および若手社会人が主体的に企画・運営活動を行い、組込み分野の経験が浅い参加者に対して、組込みシステム開発に必要なとされるスキルや経験を包括的に体験する機会を提供することに特徴がある。実習結果を考察したところ、本企画の狙った実施・教育効果の達成が確認できたものの、運営・教育カリキュラム上の改善点も幾つか見つかった。

現在、SSEST 実行委員会は、また新たなメンバによって、2009年8月に石川県加賀市にて開催予定のSSEST5へ向けた企画・準備を進めている。SSEST5では、SSEST4で得た知見を活かし、組込み分野への興味をより高め、かつ組込みシステム開発の理解がより深まる教育プログラムを提供する。参加者募集は2009年6月中旬から行う予定である。本企画への参加に興味を持たれた方は、ホームページ(<http://www.ertl.jp/SSEST>)にて最新の情報を参照されるか、実行委員会 (Email: ssesst-committee@ertl.jp) までご連絡頂けると幸いである。

最後に、実行委員から見て、本企画の参加者は、非常に高い学習意欲を持ち、自発的に問題を発見、解決しようとする、熱意溢れる者達ばかりであった。本企画を体験した“組込マーの卵”たちが、近い将来、組込み産業の発展に寄与することを心から願っている。

謝辞

SSEST4は、「第10回組込みシステム技術に関するサマースクールワークショップ(SWEST10)」の助成と支援により実施しました。多くのご意見と貴重な経験の機会を頂きましたSWEST10実行委員会ならびに運営活動を支援頂きました共催団体・協賛企業の方々に、深く感謝致します。また、本企画の当日合宿における特別講演にて、有益な知識と技術の提供を頂きました中本幸一氏(兵庫県立大学)、茂田井寛隆氏(三菱電機株式会社)に感謝申し上げます。さらに、実行委員会の活動に理解を示し、様々なご指導を頂きました、実行委員の所属する研究室の教員および部署の上長の皆さまに、心より感謝致します。

文 献

- [1] 経済産業省, “2008年版組込みソフトウェア産業実態調査報告書,” 2008年.
- [2] 独立行政法人情報処理推進機構 組込みソフトウェア開発力強化推進委員会, “組込みスキル標準 ETSS2008,” 2008年.
- [3] 名古屋大学組込みソフトウェア人材養成プログラム, <http://www.nces.is.nagoya-u.ac.jp/NEXCESS/>.
- [4] 九州大学システム LSI 設計人材養成実践プログラム, <https://qube.slrc.kyushu-u.ac.jp/>.
- [5] 菅谷みどり, 今井陽平, 股中翔, 大山将城, 谷口一徹, 谷崎裕明, Chaiwat Sathawornwicht, 野田厚志, 松原豊, 茂田井寛隆, “スキル&コミュニケーションの向上を目的とした学生主催の教育プロジェクトの運営と実施,” 組込みシステムシンポジウム 2006 予稿集, pp.118-122, 2006年10月.
- [6] Y. Matsubara, M. Sugaya, I. Taniguchi, Y. Murakami, H. Kanai and H. Takada, “SSEST: Summer School on Embedded System Technologies,” in *Proc. of the 1st Asia-Pacific Workshop on Embedded System Education and Research (APESER)*, Taiwan, Dec 2007.
- [7] ET ロボコン, <http://www.etrobo.jp/>.
- [8] 組込みシステム技術に関するサマースクールワークショップ, <http://www.ertl.jp/SWEST>.
- [9] PukiWiki, <http://pukiwiki.org/>.
- [10] TOPPERS プロジェクト, <http://www.toppers.jp/>.