

経済産業省 平成 18 年度

産学協同実践的 I T 教育訓練基盤強化事業

組込みソフトウェア教育訓練プログラム開発・実証

事業報告書

平成 19 年 1 月

富士通株式会社

< 目次 >

1.	今回事業の背景と目的	1
1.1	今回事業の背景にある問題意識 ~ 産業界側 ~	1
1.2	今回事業の背景にある問題意識 ~ 高等教育機関側 ~	2
1.3	事業の目的	3
2.	実施体制	4
2.1	実施体制と各機関の役割.....	4
3.	教育訓練プログラムの内容	6
3.1	教育訓練の目的	6
3.2	教育訓練の概要（全体像）	6
3.3	教育訓練の特徴と実践性.....	7
3.4	カリキュラムにおける教育訓練の位置づけ.....	8
3.5	受講対象者	9
3.6	教育訓練の目標	10
3.7	実施形態	10
3.8	実施内容	12
3.9	講師・インストラクタ	32
3.10	教材	35
3.11	実施環境.....	38
4.	教育訓練プログラムの実施状況	39
5.	教育訓練プログラムの有効性評価	48
5.1	評価方法	48
5.2	評価結果と考察	57
6.	産学連携の状況と課題	63
6.1	産学連携による実施工程とその内容.....	63
6.2	産学連携による成果.....	65
6.3	産学連携による問題点および課題	74
7.	教育訓練プログラムの継続性評価	75
7.1	意思決定権限者による今年度事業の評価と継続の意向	75
7.2	次年度以降の実践的な I T 教育訓練の展開計画.....	75

7.3	産学連携の持続に向けた具体的な方策	76
7.4	高等教育機関側の変革に向けた具体的な方策	77
7.5	実践的な I T 教育訓練の実施に係るコスト分析	78
8.	まとめ	80

1. 今回事業の背景と目的

1.1 今回事業の背景にある問題意識 ～ 産業界側 ～

日本のIT産業において、国際競争力で優越する位置を確保できる分野のひとつとして組み込みソフトウェア開発がある。組み込みソフトウェアは、次のような市場で需要が飛躍的に拡大している。

- デジタルテレビ、DVD、オーディオシステムを始めとする情報家電市場
- ナンバーポータビリティ制度の導入と新規業者参入で更なる競争激化が予測される携帯電話市場
- ナビゲーションシステムから、車の走行上の「走らせる／曲がる／止める」といった車両制御全般技術に移行している自動車産業

上記3つの市場は、今後のIT産業界を支える主軸といえるものであり、大きく期待されている分野である。しかしながら、産業界においてその組み込みソフトウェアを開発するエンジニアの供給状況は、企業側の需要にまったく追いついていないのが現状である（不足人数推定7万人：経済産業省 2005年版 組み込みソフトウェア産業実態調査 報告書より）。また、日進月歩で進歩する飛躍中の分野であるため、エンジニアに求められる技術も多様化し、浮沈激しい状況にあるともいえる。実際、経験豊富な組み込みエンジニアであっても、確固とした体系的な基礎技術が備わっていなければ、急速な技術イノベーションに順応できないため、保有スキルがすぐに陳腐化し使い物にならなくなる傾向にある。

今、企業が求めているのは、組み込みソフトウェア新技術を吸収できる能力と意欲を持つ若い人材であり、最新技術においての体系的な基礎スキルを体得している人材である。この対応策として、企業側は、「即戦力となる人材」「確かな基礎技術を体得した人材」の輩出を高等教育機関に期待している。

富士通は、ITにおいて世界のトップメーカーであると自負しており、企業理念のひとつに「高い技術で地域へ貢献しつづける」を掲げている。

本事業における長崎大学との産学連携の実現で、富士通の持つ技術と経験が学生たちに直接活用されることは、若い人材に対して最新技術を伝達するという直接的な効果だけでなく、大学の更なる発展と長崎県の活性化にも繋がると期待している。

本プログラムは、富士通を含む組み込みソフトウェアに関連する企業が共通して深刻な問題と考えているエンジニア不足を、高等教育機関からの人材輩出で解消する上で有効な策の一つであり、育成をOJT依存から脱却できない企業に、体系的教育による既存人材の強化・育成に踏み込んで活用できる画期的な策と考えている。また、産業界として高等教育機関に求めるカリキュラム体系や、そのために必要となる大学教員のスキル移転の実現方法を産学連携で協議していく場ともなると考えられる。

1.2 今回事業の背景にある問題意識 ～ 高等教育機関側 ～

現在の大学教育では、ハードウェアとソフトウェアは別の体系とされ、電気電子工学科と情報システム工学科、というように別の学科に分かれている大学があることからわかるように、両方の教育を受けることが困難な現状といえる。つまり、組み込みソフトウェア開発において非常に重要となるハードウェアとソフトウェアの擦り合わせ等、実践的な技術やスキルを習得するための教育訓練プログラムが確立されていない。しかし、前述のように組み込みソフトウェアに対する人材ニーズが増大している昨今、企業がもっとも期待しているのは、ハードウェアとソフトウェアをつなぐこの部分における教育訓練であり、これが高等教育機関でのカリキュラムに不足していることが、技術人材における需給のミスマッチにつながっていると考えられる。その結果、学生たちが企業に就職する機会が減少している。この問題を解決することは就職機会の向上につながるものである。

しかしながら、この組み込みソフトウェア開発の最新技術と実務ノウハウは産業界に蓄積されていることから、高等教育機関での実践的教育は困難な現状である。さらに、進展を続ける組み込み分野においては、技術イノベーションのスピードが極めて速く、企業が活用する最新技術を教育に取り込んでいくことが困難であることも大きな課題となっている。また、大学という特性から、どうしても研究が優先される傾向にあり、実践的な技術から乖離していく傾向は否めない。更に、大学においては、学部内の学科も専門化・細分化されているため、組み込みソフトウェア開発のような、学科の専門をまたがるハードウェアとソフトウェアのすり合わせを必要とするような教育の実施に、どのように柔軟に取り組むかが大きな課題である。

長崎大学工学部情報システム工学科の使命は、高度なスキルと、歴史的に日本を牽引してきた「長崎マインド」を兼ね備えたエンジニアを社会に輩出していくことであるが、前述したように、現在人材ニーズが増大している組み込みソフトウェア開発の最新技術と実務ノウハウは産業界に偏在しており、大学単独での実践的教育は困難な現状である。そこで世界的IT企業であり、最新技術と豊富な実務ノウハウを持つ富士通との産学連携とその継続により長崎大学がその使命を果していくことは、大きな力になると考える。加えて、産学連携型の本プログラム実施が実現できれば、学生たちが関連する企業へ就職する機会の増加にもつながる可能性があり、就職状況の向上と新たな取り組みにより独自性を出していくことは、これから入学を希望する学生の増加にもつながるものと考えられる。

「企業ニーズにマッチした実践教育を提供する」

「学生の就職機会が増える」

「入学希望者が増える」

の循環に、地域企業側の

「早期戦力化人材を確保できる」

「企業競争力が向上する」

「雇用機会を増やす」

の循環が加わることによって、地域経済・産業活性化のプラスのスパイラルへ発展していくことが想定される。そのためにも、産業界の実務ノウハウを分析し、具体的に大学側で取り込める技術分野を特定していくこと、並びに、実際の教育を担う大学教員へのスキル移転をどのように実現させるかを、早急に検討する必要があると考えている。

1.3 事業の目的

本事業では、産業界における組込みシステムのソフトウェア開発技術を大学教育に取り入れ、産学協同により組込みソフトウェアに関する実践的教育を開発し、その有効性を実証する。また、その開発・実証を通じて、実践的教育を研究室から大学院、学部教育に自立的に展開していく上での課題や方策等を明らかにする。

本実証事業におけるプログラムでは、現場の第一線で活躍する富士通エンジニアやインストラクタの指導のもとに、市場の動向/予測や、組込みソフトウェア開発に関する基礎技術（ハードウェア技術、ソフトウェア技術、組込み C 言語など基礎要素）の理解を深めつつ、今後も標準的な学習ボードで実施可能な"音声出力する電卓"をPBL(Project Based Learning)にて展開することで補っていく。さらに実習を通しエンジニアとしてのやりがい、充実感、達成感を実感しながら、産業界の求める「基礎技術スキルと旺盛な興味・意欲を備えた早期に即戦力となる人材」の育成を推進することを目的とする。これらの点から、長崎大学と富士通との連携による今回事業の実施は合理的であり、意義深いものであると考える。

2. 実施体制

2.1 実施体制と各機関の役割

各機関の役割は表 2-1、実施体制は図 2-1 のとおりである。

表 2-1 各機関の役割

実施代表機関 / 連携機関	機関・団体名	役割
実施代表機関	富士通株式会社 長崎支店	<ul style="list-style-type: none"> ・教育訓練プログラムの設計・開発 富士通電子デバイス部門、ソフトウェア部門のエンジニアによる学生に学んで欲しい基礎技術項目のアドバイス ・教育訓練プログラムの実施 富士通電子デバイス部門、ソフトウェア部門のエンジニアによるサブ講師 ・教育訓練プログラムの有効性評価
教育訓練プログラム 導入・展開責任者	小栗 清（長崎大学 工学部 情報システム工学科 教授）	・大学側教育訓練プログラムの導入、展開責任者
企業内人材育成等責任者	赤塚洋一（富士通株式会社 長崎支店 支店長）	・企業側教育訓練プログラムの導入、展開責任者
高等教育機関	国立大学法人長崎大学	<ul style="list-style-type: none"> ・教育訓練プログラムの設計・開発 ・教育訓練プログラムの実施
連携機関 1	富士通オフィス機器株式会社	・教育訓練プログラムの設計・開発 テキスト開発部門による設計書、教科書、講義資料の作成
連携機関 2	株式会社富士通九州システムエンジニアリング	<ul style="list-style-type: none"> ・教育訓練プログラムの設計・開発 教育ビジネス部門による実績ある企業教育訓練の内容を反映させた開発 ・教育ビジネス部門による教育訓練プログラムの講師

連携機関 3	株式会社富士通ビー・エス・シー	・教育訓練プログラムの実施 エンベデッドシステム部門のエンジニアによるサブ講師
連携機関 4	株式会社富士通総研	・教育訓練プログラムの有効性評価 公共コンサルティング部門が担当 開発時設定した目的と達成指標に沿って受講者アンケートの作成、集計、評価を行い研修目標がどの程度達成されたか把握

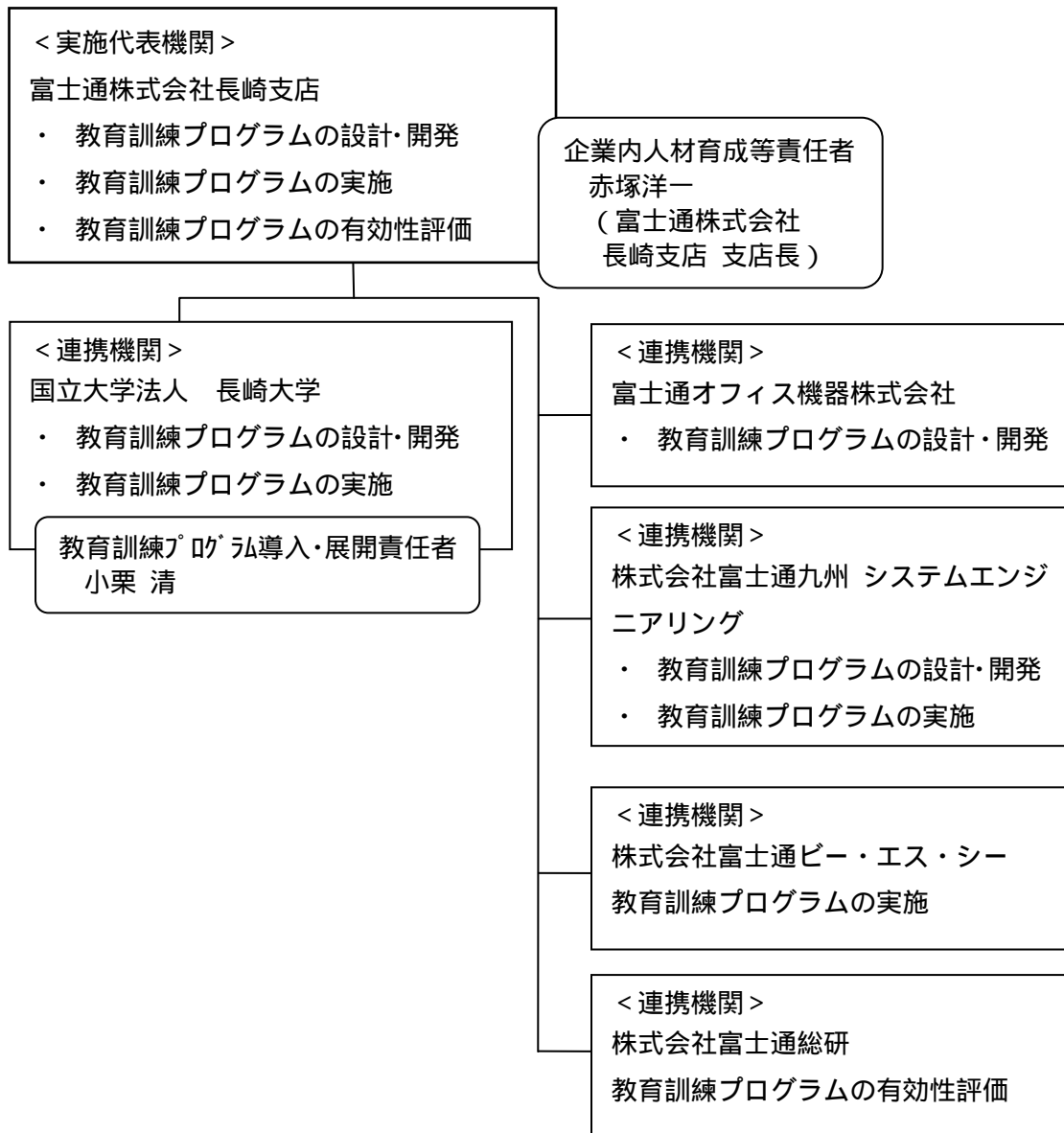


図 2-1 実施体制図

3. 教育訓練プログラムの内容

3.1 教育訓練の目的

1.で述べたとおり、組み込みシステムの高機能化が進展する中、ソフトウェアが飛躍的に大規模化し、メインフレームのソフトウェア開発規模を超えるケースも発生している。また、組み込みソフトウェア開発を行う高度人材の育成に対するニーズが急速に高まっている。しかしながら、長崎大学を始め、現在の大学教育では、組み込みシステムを構成するハードウェア開発とソフトウェア開発に関する教育が異なる教育体系と位置付けられている場合が多く、組み込みソフトウェア開発において非常に重要となるハードウェアとソフトウェアの擦り合わせ等、実践的な技術やスキルを習得するための教育訓練プログラムが確立されていない。

これらの問題意識のもと、本事業では、産業界における組み込みシステムのソフトウェア開発技術を大学教育に取り入れ、産学協同により組み込みソフトウェアに関する実践的教育を産学協同で開発し、その有効性を実証した。また、その開発・実証を通じて、教育訓練の有効性を示すとともに、実践的教育を研究室から大学院、学部教育に自立的に展開していく上で、の課題や方策等を明らかにすることを目的とした。

3.2 教育訓練の概要（全体像）

本教育訓練では、組み込みソフトウェア開発に関する一連のプロセスの体験を通じて、学生に、組み込みソフトウェア開発の基本知識を実践的に習得させるものである。

具体的には、長崎大学が所有する学習ボード（図 3-1）を用いて、“音声出力する電卓”をテーマとして、ハード・ソフトの連携や実時間制約の守り方等の基礎技術を学習した。

期間は、全10日間で実施し、前半5日間を講義と実機演習、後半5日間をPBLとした。これは前半で知識を習得させ後半で開発の流れを経験させるためであった。

前半（講義と実機演習）の特色は以下の3点である。

- 開発実務経験のある企業講師と、学生のレベルやこれまで受講してきた他の講義の内容を把握している大学講師が、掛け合い形式で解説を加える講義を行った。これは、開発現場の実務的な知識と、教育機関における体系的な知識の両方を、融合しながら取り入れるとともに、学生にとっても、変化のある講義となることをねらいとした。
- 毎朝、グループ発表を行い、前日学んだ事のポイントと他のグループへの質問の投げかけを行った。これは、学んだことをまとめて重要なポイントを抽出し、他者に伝える、他者から引き出すということで、より深く思考させ、思考をまとめさせることをねらいとした。
- 実務経験のある企業エンジニアをサブ講師にし、教育訓練進行のフォローとともに、



図 3-1 長崎大学が所有する学習ボード

講演の時間を設け、開発現場のエピソードや今回の教育訓練がどのように仕事で役立つかを話した。これは、学生に組込みという仕事のおもしろさ、今回の教育訓練の意義や活用可能性の高さを教えることをねらいとしたものである。

後半のプロジェクト型総合演習では、6名を1チームとし、開発にかかわる一連のプロセスを体験するほか、顧客の存在を意識したコミュニケーション能力やプロジェクトマネジメント等、大学だけでは教育が難しい要素を含んだ実践的な演習を行った。後半（PBL）の特色は以下の3点である。

- 企業のエンジニアを顧客役、上司役と位置づけて担当グループを決め、グループ内に入って指導をした。
- 上司レビューや顧客レビューを行った。これにより顧客を意識した内容や説明について実際の現場ではどのようにしているかについてアドバイスを加えた。
- 最終日に、成果発表会として各グループにアピールポイントを決めさせ、プレゼンテーションを行った。発表内容は大学講師と企業講師で評価し優秀なものに賞を与えた。

3.3 教育訓練の特徴と実践性

(1) 作成テーマ

準備可能な開発環境と開発期間の中で、割り込み制御やメモリ管理といった、組込みソフトウェア開発のベースとなる知識習得を効果的に盛り込むことのできるテーマを検討した結果、“音声出力する電卓”を作成テーマとした。割り込みやメモリの使い方に留意しながらも、最終的に音声出力される題材は、単に画面に数字が表示される視覚作用だけではなく聴覚にも作用するため、非常に強いインパクトを与え学生の開発への意欲を向上させる効果を生み出すことができると考えたためである。

(2) 開発環境

長崎大学で所有しているFPGA学習ボードには、シンプルなCPUである6502を教材として使用することで、短時間で基本的な技術の習得を可能とした。

(3) 言語

カリキュラム開発における企業側意見収集の際、CPUの基本を知る上でアセンブリ言語から習得することは重要であり、大学で基本を学んでいることで入社後教育での実務習得に効果的である、との意見があり、教育訓練の前半でアセンブリ言語の訓練を取り入れた。その後、組込みソフトウェア開発でもっとも多く使用されているC言語の訓練を行った。

(4) 講師

企業側講師と大学側講師がともにマイクを持ち、掛け合い形式で進行した。企業側講師が実務例を交えながら基本説明を行い、必要に応じ、学生のこれまでの履修内容やレベルを熟知している大学講師が補足コメントを加えるという形式である。企業講師、大学講師がそれぞれの得意なところを担当して講義を進めた。

(5) 企業エンジニアの参加

企業エンジニアがサブ講師として参加し、学生との交流につとめた。

講演においては、現在従事している業務、今回の教育訓練プログラムは実際の開発現場でどのように役立つのか、さらに組込みのおもしろさを伝えることに留意した。

PBLにおいては、顧客役や上司役としてグループに参加し、今回用いたプログラミングの方法以外にどのような手法があるか、またその手法の選択方法など現場の考え方や進め方を教えた。具体的には、リスクマネジメント技術があげられる。これは、事前に発生するリスクを回避や、リスクの発生において可能な限り影響を小さくする設計手法などである。今回の教育訓練で学生は、PBLの機能実装工程において、これまで企業がさまざまなトラブルを解決する中で蓄積してきた有効な開発手法を、具体的な指摘事項として指導されることで、「なぜそうなるのか」を納得しながら理解することが可能となった。

3.4 カリキュラムにおける教育訓練の位置づけ

本教育訓練は、「情報工学実験」として科目認定されている。長崎大学が認定科目として本講義に求める目標は、問題解決の設計能力を獲得することを最重要目標とし、与えられた制約のもとで目標達成できる能力を獲得することを2割、情報技術基礎の知識を養成することを1割という重みづけになっている。なお、長崎大学における情報システム工学科のカリキュラム全体を通した学習目標は表3-1のように設定されている。

表 3-1 学習目標

学習分野	学習目標
(A)(教養教育)	教養人文社会系の知識に基づいて、地球および人類の将来を保証するために多面的に物事を考える能力を養う。
(B)(技術者倫理)	情報システムが社会のさまざまな分野に及ぼす影響を総合的に理解する能力を養成し、情報技術者としての責任を自覚させる。
(C)(工学基礎)	(C1) 数学、自然科学に関する基礎知識が得られる。 (C2) それらを情報システム工学の専門分野に応用できる能力を得ることができる
(D)(情報技術基礎)	コンピュータとネットワーク、およびその基礎となる知識を養成する。
(E) (プログラミング能	(E1) プログラム開発環境を理解することができる。

力)	(E2) 経験に裏付けられたプログラミング能力を得ることができる。
(F) (情報数学)	情報処理技術を支える数学理論およびその思考方法と応用能力を養成する。
(G) (マルチメディア)	画像、音声などマルチメディア情報処理についての基礎原理とその応用技術を養成する。
(H) (設計能力)	(H1) 社会の要求を理解することができる。 (H2) 問題を解決するシステムを設計する能力を得ることができる。
(I) (コミュニケーション)	(I1) 社会人として、国際人として必要なコミュニケーション能力を取得することができる。 (I2) 自分の意見を他人に理解させるのに必要なプレゼンテーション能力が取得できる。
(J) (遂行力)	(J1) 必要な知識を自主的継続的に学習することができる。 (J2) 与えられた制約の基で目標を達成する能力を得ることができる。

表 3-2 情報工学実験 の学習目標

情報工学実験 の関係する学習目標	重要度
(D)(情報技術基礎)	10%
(H) (設計能力) H2 に関して	70%
(J) (遂行力) J2 に関して	20%

3.5 受講対象者

(1) 受講者募集方法

情報システム工学科において、本事業の教育訓練プログラムが必修科目に認定されたため、告知および募集に関しては、長崎大学の正規履修登録方法に基づき実施した。

(2) 受講者人数・属性

受講者の属性と人数を表 3-3 にまとめる。

表 3-3 受講者属性

開催回	受講者の特性	人数
講義 1	対象：情報システム工学科 3年生 受講要件： プログラミング演習 ・ 電子回路、論理回路、計算機アーキテクチャの履修を前提とする	61人

(3) 受講者サポート体制

メイン講師による講義の補完や、演習上で発生する疑問点、質問事項に関するサポートは、サブ講師5名とTA3名の体制で実施した。また、個人技術に依拠する全体の進捗状況との同期に加え、PBL時のグループ毎の進捗状況の同期をとるために、メイン講師、サブ講師、TAが定期的に打ち合わせを実施し、進捗状況の差異を最小の差幅で講義を進めることができた。

3.6 教育訓練の目標

本教育訓練においては、マイクロプロセッサを制御しハードウェアに物理的な動作をさせる組込みソフトウェアの仕組みを理解することを目標にした。具体的には、組込みソフトウェアがどのようなもので、どのような場所で使われているかを理解し、クロス開発環境での開発手順を習得するとともに、FPGAボードを6502マイクロプロセッサといくつかの入出力回路によって構成される設計データを使って、キー操作や結果を音声で知らせる電卓を作成できるようになることを目標とした。また、これを通じてソフトウェアエンジニアとしてのスキルを得ることを目標とした。

3.7 実施形態

3.7.1 講座形態

本事業における講座形態としては、「集中講義」の形態で実施した。学生は、ソフトウェア、ハードウェアのそれぞれに関する知識はある程度有している。しかしその両極の融合である「組込みシステム開発」の知識習得に初めて取り組むことを考慮すると、一般的な講義と同様の週1回の講義形式では、前回講義内容の振り返りに要する時間が必要になってくる。むしろ週1回の開催であっても、学生自身による復習でこの欠点を補うことは不可能ではない。しかし、組込みシステムを教科書やパソコン上の学習だけで理解することは難しい。組込みシステムに関する磐石な基礎を持つ人材育成のためには、CPUを搭載した学習ボード上で、

実際に手を動かす体感が不可欠である。よって学習ボードを利用できる時間が講義中だけであるという現状においては、学生自身の復習は困難であり、集中的に知識習得する講義形式が必要になってくる。

また、組込みシステムの開発は、アセンブラレベルから段階を経てC言語などのプログラミング技法を用いるが、初段のアセンブラレベルでの理解が特に重要である。そのアセンブラレベルでの理解には、学習ボードに触れる時間が分断されることなく、連続的に実際に手を動かして体感学習ができる集中形式が大きな効果をもたらすものと考えられる。

これらのことから今回の講義については集中講義形式を採用している（ただし、上記の条件は組込み開発学習の初期段階におけるものであり、組込みの基本が身についた後はこの限りではない）。

3.7.2 単位認定

今回の教育訓練は、単位認定が行われる。詳細を表 3-4 にまとめる。

表 3-4 教育訓練単位情報

学部学科	工学部 情報システム工学科
科目名称	情報工学実験
単位認定	有り
取得単位数	必修 1 単位

3.8 実施内容

3.8.1 講義内容

今回実施する教育訓練は、全 10 日（6 時間 / 日）で実施された。1 日あたりの教育訓練時間は長崎大学の時間割では 4 時限分にあたる。つまり、第 1 回から第 10 回までトータルすると、全 40 時限であり、長崎大学では 2 時限をひとコマで考えるため、全 20 コマの授業が開催されることになる。前半の 10 コマは演習を中心に構成した講義形式による講義、後半の 10 コマは、PBL による講義となる。なお、後半に開始する PBL においては、ひとつの製品を開発することを目的とするため、開発に必要な要素技術の習得を前半の講義で行う。これらを整理したものを表 3-5（次頁）に示す。また、表 3-6 に、各講義・演習の詳細な内容を示す。

表 3-5 講義内容

回数 (時間数)	開催日 時間	講義・演習内容	講師
第 1 回 (6h)	12/4 (月) 08:50 ~ 10:20	【オリエンテーション】 集中講義の全体ガイダンス 【講義】 組込みシステムの概要	略記説明： F J：富士通(株)、 F Q S：(株)富士通九州シ ステムエンジニアリン グ、 B S C：(株)富士通ビー・ エス・シー メイン講師 F Q S) 中尾 サブ講師 F J) 浅山 B S C) 奥澤 F Q S) 吉田、木村
	12/4 (月) 10:30 ~ 12:00	【講義】 組込みソフトウェア開発の基礎	
	12/4 (月) 12:50 ~ 14:20	【講義】 アドレス空間	
	12/4 (月) 14:30 ~ 16:00	【講義】 メモリマップ	
第 2 回 (6h)	12/5 (火) 08:50 ~ 10:20	【講義】 レジスタ	メイン講師 F Q S) 中尾 サブ講師 F J) 山口 B S C) 奥澤 F Q S) 吉田、木村
	12/5 (火) 10:30 ~ 12:00	【講義】 I / Oポート	
	12/5 (火) 12:50 ~ 14:20	【演習】 アセンブラ言語によるメモリアクセス	
	12/5 (火) 14:30 ~ 16:00	【演習】 科目認定のための評価対象課題演習	

回数 (時間数)	開催日 時間	講義・演習内容	講師
第3回 (6h)	12/6 (水) 08:50~ 10:20	【講義】 割込みプログラム	メイン講師 F Q S) 中尾 サブ講師 F J) 三笥 B S C) 奥澤 F Q S) 吉田、木村
	12/6 (水) 10:30~ 12:00	【講義】 (続) 割込みプログラム	
	12/6 (水) 12:50~ 14:20	【演習】 割込みを使用したプログラム演習	
	12/6 (水) 14:30~ 16:00	【演習】 科目認定のための評価対象課題演習	
第4回 (6h)	12/7 (木) 08:50~ 10:20	【講義】 メモリ空間、セグメント	メイン講師 F Q S) 中尾 サブ講師 F J) 三笥 B S C) 奥澤 F Q S) 吉田、木村
	12/7 (木) 10:30~ 12:00	【講義】 周辺装置の制御、DMAの仕組み	
	12/7 (木) 12:50~ 14:20	【演習】 C言語によるプログラム演習	
	12/7 (木) 14:30~ 16:00	【演習】 科目認定のための評価対象課題演習	

回数 (時間数)	開催日 時間	講義・演習内容	講師
第5回 (6h)	12/8 (金) 08:50~ 10:20	【演習】 オーディオデータ再生プログラム演習	メイン講師 FQS)中尾 サブ講師 FJ)白井 BSC)奥澤 FQS)吉田、木村
	12/8 (金) 10:30~ 12:00	【演習】 オーディオデータ再生プログラム演習	
	12/8 (金) 12:50~ 14:20	【講義】 画面への文字出力方法 【演習】 画面への文字出力プログラム演習	
	12/8 (金) 14:30~ 16:00	【演習】 科目認定のための評価対象課題演習	
第6回 (6h)	12/11 (月) 08:50~ 10:20	【PBL説明】 プロジェクト発足	メイン講師 FQS)中尾 サブ講師 FJ)高山 BSC)高橋、幸田 FQS)吉田、木村
	12/11 (月) 10:30~ 12:00	【PBL演習】 分析工程	
	12/11 (月) 12:50~ 14:20	【PBL演習】 分析工程	
	12/11 (月) 14:30~ 16:00	【PBL演習】 分析工程レビュー	

回数 (時間数)	開催日 時間	講義・演習内容	講師
第7回 (6h)	12/12 (火) 08:50 ~ 10:20	【PBL 演習】 設計工程	メイン講師 F Q S) 中尾 サブ講師 F J) 高山 B S C) 高橋、幸田 F Q S) 吉田、木村
	12/12 (火) 10:30 ~ 12:00	【PBL 演習】 設計工程	
	12/12 (火) 12:50 ~ 14:20	【PBL 演習】 設計工程レビュー	
	12/12 (火) 14:30 ~ 16:00	【PBL 演習】 実装工程	
第8回 (6h)	12/13 (水) 08:50 ~ 10:20	【PBL 演習】 実装工程	メイン講師 F Q S) 中尾 サブ講師 F J) 高山 B S C) 高橋、幸田 F Q S) 吉田、木村
	12/13 (水) 10:30 ~ 12:00	【PBL 演習】 実装工程	
	12/13 (水) 12:50 ~ 14:20	【PBL 演習】 実装工程	
	12/13 (水) 14:30 ~ 16:00	【PBL 演習】 実装工程	

回数 (時間数)	開催日 時間	講義・演習内容	講師
第9回 (6h)	12/14 (木) 08:50~ 10:20	【PBL演習】 実装工程	メイン講師 FQS)中尾 サブ講師 FJ)小林 BSC)高橋、小田 FQS)吉田、木村
	12/14 (木) 10:30~ 12:00	【PBL演習】 テスト工程	
	12/14 (木) 12:50~ 14:20	【PBL演習】 テスト工程	
	12/14 (木) 14:30~ 16:00	【PBL演習】 製品(音声出力電卓)内部レビュー 納品(最終レビュー)	
第10回 (6h)	12/15 (金) 08:50~ 10:20	【成果発表会準備】 プレゼンテーション資料作成	メイン講師 FQS)中尾 サブ講師 FJ)小林 BSC)高橋、小田 FQS)吉田、木村
	12/15 (金) 10:30~ 12:00	【成果発表会】 グループ成果発表	
	12/15 (金) 12:50~ 14:20	【成果発表会】 グループ成果発表	
	12/15 (金) 14:30~ 16:00	【成果発表会】 総評	

表 3-6 講義内容詳細

第1回～第5回 個人講義 共通事項	
前提スキル	電子回路、論理回路、計算機アーキテクチャ
講師・インストラクタ 所属・氏名	<p>【講義・演習】 メイン講師 FQS) 中尾 洋一 サブ講師 FJ) 浅山明彦、山口真弘、三笥智史、臼井徹三 BSC) 奥沢清史 FQS) 吉田隼人、木村尋司 講師・インストラクタ詳細は 3.9 を参照</p>
使用環境 (演習用)	Linux搭載パソコン
使用教材	学習ボード (1) 組み込みソフトウェア教本 (2) 組み込みソフトウェア演習問題 (3)

第6回～第10回 PBL演習 共通事項	
前提スキル	本教育訓練プログラムの前半 5 日間の要素技術
講師・インストラクタ 所属・氏名	<p>【演習】 メイン講師 FQS) 中尾 洋一 サブ講師 FJ) 高山和久、小林康浩 BSC) 高橋朋宏、幸田 良、小田祥寛 FQS) 吉田隼人、木村尋司 講師・インストラクタ詳細は 3.9 を参照</p>
使用環境 (演習用)	Linux搭載パソコン
使用教材	学習ボード (1) 音声出力機能付き電卓 要求仕様書 (4) ドキュメント雛形 (5)

回数	第 1 回
日時	2006 年 12 月 4 日 (月)
テーマ	ガイダンス
目標	組込みシステム開発の全体像および要素技術の位置づけを確認し、本講義で学習する内容や、本講義の進め方等について理解する。
講義 (8:50 ~ 10:20)	
講義内容	<p>組込みシステムの概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 組込みシステムとは ・ 組込みシステムの特徴 ・ 組込みスキル標準
講義 (12:50 ~ 16:00)	
講義内容	<p>組込みソフトウェア開発の基礎</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 学習ボードの説明 ・ 基本的な開発手順 ・ CPUを使用するための基礎知識

回数	第 2 回
日時	2006 年 12 月 5 日 (火)
テーマ	CPU (6502 プロセッサ)
目標	6502 プロセッサ命令を理解し、学習ボードの操作を習得する。
講義 (8:50 ~ 10:20、12:50 ~ 14:20)	
講義内容	<p>レジスタ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ アキュムレータ、インデックスレジスタ、プログラムカウンタ、スタックポインタ、プロセッサステータスレジスタ <p>I/Oポート</p>
演習 (14:30 ~ 16:00)	
演習内容	<p>アセンブラ言語によるメモリアクセス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ メモリへのデータ格納方法 ・ データの移動 ・ インクリメント、デクリメント

回数	第 3 回
日時	2006 年 12 月 6 日 (水)
テーマ	割込みとキー入力回路の制御
目標	割込みが発生したときのプログラムを理解する。
講義 (8:50 ~ 12:00)	
講義内容	割込みプログラム <ul style="list-style-type: none"> ・ N M I 割込み ・ I R Q 割込み ・ 割込み処理ルーチン
演習 (12:50 ~ 16:00)	
演習内容	アセンブラ言語による割込み処理 <ul style="list-style-type: none"> ・ キー入力による割込み処理

回数	第 4 回
日時	2006 年 12 月 7 日 (木)
テーマ	C 言語による演算プログラム
目標	6 5 0 2 プロセッサに乗算を行わせることができる。
講義 (8:50 ~ 12:00)	
講義内容	C 言語を使用した開発手順 <ul style="list-style-type: none"> ・ サンプルによる動作確認 ・ コンパイル / アセンブル / リンク ・ メモリ空間、セグメント、周辺装置の制御
演習 (12:50 ~ 16:00)	
演習内容	16 キーの制御 <ul style="list-style-type: none"> ・ キー入力値の取得 ・ 入力値を使用した計算 ・ 配列の使用、入力値の変換

回数	第 5 回
日時	2006 年 12 月 8 日 (金)
テーマ	音声出力、画面出力
目標	DMA とタイマー割り込みによる音声出力回路制御と画面への文字出力を理解する。
講義 (8:50 ~ 10:20)	
講義内容	割り込みを使った高度なプログラミング <ul style="list-style-type: none"> ・ DMA の仕組み ・ ダブルバッファの仕組み ・ オーディオデータの再生 ・ 画面への文字出力
演習 (10:30 ~ 12:00、12:50 ~ 16:00)	
演習内容	割り込みを使った高度なプログラミング演習 <ul style="list-style-type: none"> ・ 音の再生、停止 ・ 入力キー別に再生音を変化させる ・ キーボード入力による画面表示

回数	第 6 回
日時	2006 年 12 月 11 日 (月)
テーマ	P B L による “ 音声出力する電卓 ” の開発
目標	プロジェクトによる開発の概要を理解する。
P B L 説明 (8:50 ~ 10:20)	
講義内容	ガイダンスと P B L の概要説明 <ul style="list-style-type: none"> ・ P B L の作業フロー、毎日の流れ ・ 音声出力電卓要求仕様書の配布 ・ 仕様の説明
前提スキル	本事業の前半 5 日間の要素技術
講師・イラスト 所属・氏名	F Q S) 中尾 洋一
P B L 演習 (12:50 ~ 16:00)	
演習内容	グループ分割 <ul style="list-style-type: none"> ・ 6 人を 1 グループとし、全 10 グループに分割 ・ グループ内役割の説明 リーダー、アセッサー、テクニカル、品質管理、ドキュメント管理 プロジェクト発足 <ul style="list-style-type: none"> ・ 役割の分担、上司役・顧客役の配置 ・ 開発体制の上司レビュー

回数	第7回
日時	2006年12月12日(火)
テーマ	PBLによる“音声出力する電卓”の開発
目標	分析工程、設計工程から各工程レビューを実施できる。
PBL演習(8:50~12:00、12:50~16:00)	
演習内容	<p>要求仕様の分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 要求仕様書をもとに仕様分析を行う。 ・ 分析が終了した時点で上司にレビューを行う。 ・ 仕様の顧客レビューを行う。 <p>設計工程</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 全体のフローチャート作成 ・ モジュール構成設計 ・ 詳細処理設計 ・ 設計書の上司レビューを行う。

回数	第8回
日時	2006年12月13日(水)
テーマ	PBLによる“音声出力する電卓”の開発
目標	設計の確定とテスト項目を設定できる。
PBL演習(8:50~16:00)	
演習内容	<p>最終設計の確定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 全体のフローチャート作成 ・ モジュール構成設計 ・ 詳細処理設計 ・ 設計書の上司レビューを行う。 <p>テスト項目の決定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 正常系 ・ 準正常系 ・ 異常系

回数	第 9 回
日時	2006 年 12 月 14 日 (木)
テーマ	P B L による “ 音声出力する電卓 ” の開発
目標	設計書に従い、機能を実装できる。
P B L 演習 (8:50 ~ 16:00)	
演習内容	ガイダンスとオープンシステム概論 <ul style="list-style-type: none"> ・ 特論と演習の関係 ・ オープンシステムと要素技術 ・ 各要素技術の概要

回数	第 10 回
日時	2006 年 12 月 15 日 (金)
テーマ	P B L による “ 音声出力する電卓 ” の開発
目標	プロジェクト成果のプレゼンテーションができる。
P B L 演習 (8:50 ~ 10:20)	
演習内容	発表準備 <ul style="list-style-type: none"> ・ 成果のまとめ ・ ドキュメント整理 ・ 資料作成
成果発表会 (10:30 ~ 16:00)	
発表内容	成果発表会 <ul style="list-style-type: none"> ・ グループ別発表 ・ 成績評価 ・ 総評

3.8.2 教授方法

本事業の教授方法を簡便に記述すると次の4点になる。

- 受講者全員への学習ボード配布
- ダブルマイク講義による産学一体進行
- 顧客の存在を意識させるPBL
- 企業講師による現場体験談

以下、各々について詳細を記す。

(1) 学習ボードの配布

本教育訓練においては、個々人に1台の学習ボードを配布し、一人一人が、じっくり学習ボードに触れることができるように配慮した。大学における授業の多くは、演習問題を行う際、パソコン上で作成し、実際の動作確認はサンプル的に代表の1台だけを操作して、学生全員で動きを確認するといった形式がほとんどである。また、企業の開発現場でも、製品ターゲットは1台のみで、パソコン上のシミュレーションで開発を行い、機能検証時のみ実機で動作させることがほとんどである。そこで本教育訓練においては、これまでの大学の授業でも、企業の開発現場でも得られにくい環境、つまりじっくりボードに触れたり、繰り返しデータを転送したりできるよう学習ボードの占有環境を実現することで、自分の疑問や好奇心、探究心に対して、遅延なくリアルタイムに実験や実証を行えるようにした。また、今回の教育訓練の講座形態を集中講義にしたことで、前授業の振り返りの講義時間が短縮でき、カリキュラムの調整で実習時間を多く取れる等の相乗効果を生み、加速度的に学習効果を得ることができたと考えられる。

(2) ダブルマイク講義

企業側講師が実務例を交えながら基本説明を行い、学生のこれまでの履修内容やレベルを熟知している大学講師がこれに補足するという形式で行った。企業講師、大学講師がそれぞれの得意なところを担当するとともに、両者がともにマイクを持ち(ダブルマイク)掛け合い形式で進行することで、実務的な知識と、これまでに培ってきた体系的な知識を紐付けながら習得することができたと考えられる。

(3) 顧客の存在を意識させるPBL

今回の教育訓練では、後半の5日間をPBL演習で実施した。そこでは、個人による演習だけではなく、役割を分担したプロジェクト開発を行った。その際に、個人に与えられた役割を全うしながらひとつのソフトウェア開発だけにとどまらず、企業において必要となる顧客とのコミュニケーションと、企業内での組織的なコミュニケーションの双方を交えた形で

実施した。具体的には、6人1グループで構成し、主な役割を「リーダー」「アセッサー」「テクニカル」「品質管理」「ドキュメント管理」と振り分ける。各グループには、サブ講師を「顧客役」「上司役」として割り当てる。組込みソフトウェアを開発する中で必要となる「企業組織としての承認プロセス」や「顧客の要望とソフトウェア開発側からの提案を摺り合わせるためのネゴシエーション」など、ドキュメントの作成も含めてプロジェクトを進めることで、開発現場の感覚に近い体験を可能とした。

(4) 企業講師の体験談

組込み分野の現場第一線で開発に携わる企業からの講師陣が、仕事をしていく中での体験談や学生時代の実体験を通じて、学生時代にやるべきこと、自らがやっていた役立ったことなどをスピーチし、学生の今後のマインド向上へつなげる工夫をおこなった。

3.8.3 対象とする知識領域

今回の教育訓練で受講者に習得させる知識項目について、表 3-7 に（中心的な内容として学習する項目）（周辺事項として学習する項目）として記す。

表 3-7 Computer Science：知識項目一覧

DS. Discrete Structures		HC. Human-Computer Interaction	
DS1. Functions, relations, and sets		HC1. Foundations of human-computer interaction	
DS2. Basic logic		HC2. Building a simple graphical user interface	
DS3. Proof techniques		HC3. Human-centered software evaluation	
DS4. Basics of counting		HC4. Human-centered software development	
DS5. Graphs and trees		HC5. Graphical user-interface design	
DS6. Discrete probability		HC6. Graphical user-interface programming	
PF. Programming Fundamentals		HC7. HCI aspects of multimedia systems	
PF1. Fundamental programming constructs		HC8. HCI aspects of collaboration and communication	
PF2. Algorithms and problem-solving			
PF3. Fundamental data structures			
PF4. Recursion		GV. Graphics and Visual Computing	
PF5. Event-driven programming		GV1. Fundamental techniques in graphics	
AL. Algorithms and Complexity		GV2. Graphic systems	
AL1. Basic algorithmic analysis		GV3. Graphic communication	
AL2. Algorithmic strategies		GV4. Geometric modeling	
AL3. Fundamental computing algorithms		GV5. Basic rendering	
AL4. Distributed algorithms		GV6. Advanced rendering	
AL5. Basic computability		GV7. Advanced techniques	
AL6. The complexity classes P and NP		GV8. Computer animation	
AL7. Automata theory		GV9. Visualization	
AL8. Advanced algorithmic analysis		GV10. Virtual reality	
AL9. Cryptographic algorithms		GV11. Computer vision	
AL10. Geometric algorithms		IS. Intelligent Systems	
AL11. Parallel algorithms		IS1. Fundamental issues in intelligent systems	
AR. Architecture and Organization		IS2. Search and constraint satisfaction	
AR1. Digital logic and digital systems		IS3. Knowledge representation and reasoning	
AR2. Machine level representation of data		IS4. Advanced search	
AR3. Assembly level machine organization		IS5. Advanced knowledge representation and reasoning	
AR4. Memory system organization and architecture		IS6. Agents	
AR5. Interfacing and communication		IS7. Natural language processing	
AR6. Functional organization		IS8. Machine learning and neural networks	
AR7. Multiprocessing and alternative architectures		IS9. AI planning systems	
AR8. Performance enhancements		IS10. Robotics	
AR9. Architecture for networks and distributed systems		IM. Information Management	
OS. Operating Systems		IM1. Information models and systems	
OS1. Overview of operating systems		IM2. Database systems	
OS2. Operating system principles		IM3. Data modeling	
		IM4. Relational databases	
		IM5. Database query languages	
		IM6. Relational database design	

OS3. Concurrency	IM7. Transaction processing	
OS4. Scheduling and dispatch	IM8. Distributed databases	
OS5. Memory management	IM9. Physical database design	
OS6. Device management	IM10. Data mining	
OS7. Security and protection	IM11. Information storage and retrieval	
OS8. File systems	IM12. Hypertext and hypermedia	
OS9. Real-time and embedded systems	IM13. Multimedia information and systems	
OS10. Fault tolerance	IM14. Digital libraries	
OS11. System performance evaluation		
OS12. Scripting	SP. Social and Professional Issues	
NC. Net-Centric Computing	SP1. History of computing	
NC1. Introduction to net-centric computing	SP2. Social context of computing	
NC2. Communication and networking	SP3. Methods and tools of analysis	
NC3. Network security	SP4. Professional and ethical responsibilities	
NC4. The web as an example of client-server computing	SP5. Risks and liabilities of computer-based systems	
NC5. Building web applications	SP6. Intellectual property	
NC6. Network management	SP7. Privacy and civil liberties	
NC7. Compression and decompression	SP8. Computer crime	
NC8. Multimedia data technologies	SP9. Economic issues in computing	
NC9. Wireless and mobile computing	SP10. Philosophical frameworks	
PL. Programming Languages	SE. Software Engineering	
PL1. Overview of programming languages	SE1. Software design	
PL2. Virtual machines	SE2. Using APIs	
PL3. Introduction to language translation	SE3. Software tools and environments	
PL4. Declarations and types	SE4. Software processes	
PL5. Abstraction mechanisms	SE5. Software requirements and specifications	
PL6. Object-oriented programming	SE6. Software validation	
PL7. Functional programming	SE7. Software evolution	
PL8. Language translation systems	SE8. Software project management	
PL9. Type systems	SE9. Component-based computing	
PL10. Programming language semantics	SE10. Formal methods	
PL11. Programming language design	SE11. Software reliability	
	SE12. Specialized systems development	
	CN. Computational Science	
	CN1. Numerical analysis	
	CN2. Operations research	
	CN3. Modeling and simulation	
	CN4. High-performance computing	

表 3-8 Software Engineering : 知識項目一覽

CMP Computing Essentials		VAV Software V & V	
CMP.cf Computer Science foundations		VAV.fnd V&V terminology and foundations	
CMP.ct Construction technologies		VAV.rev Reviews	
CMP.tl Construction tools		VAV.tst Testing	
CMP.fm Formal construction methods		VAV.hct Human computer UI testing and evaluation	
		VAV.par Problem analysis and reporting	
FND Mathematical & Engineering Fundamentals		EVL Software Evolution	
FND.mf Mathematical foundations		EVO.pro Evolution processes	
FND.ef Engineering foundations for software		EVO.ac Evolution activities	
FND.ec Engineering economics for software			
PRF Professional Practice		PRO Software Process	
PRF.psy Group dynamics / psychology		PRO.con Process concepts	
PRF.com Communications skills (specific to SE)		PRO.imp Process implementation	
PRF.pr Professionalism			
MAA Software Modeling & Analysis		QUA Software Quality	
MAA.md Modeling foundations		QUA.cc Software quality concepts and culture	
MAA.tm Types of models		QUA.std Software quality standards	
MAA.af Analysis fundamentals		QUA.pro Software quality processes	
MAA.rfd Requirements fundamentals		QUA.pca Process assurance	
MAA.er Eliciting requirements		QUA.pda Product assurance	
MAA.rsd Requirements specification & documentation			
MAA.rv Requirements validation			
DES Software Design		MGT Software Management	
DES.con Design concepts		MGT.con Management concepts	
DES.str Design strategies		MGT.pp Project planning	
DES.ar Architectural design		MGT.per Project personnel and organization	
DES.hci Human computer interface design		MGT.ctl Project control	
DES.dd Detailed design		MGT.cm Software configuration management	
DES.ste Design support tools and evaluation			

表 3-9 Computer Engineering：知識項目一覽

CE-ALG Algorithms		CE-CAO Computer Architecture and Organization	
CE-ALG0 History and overview		CE-CAO0 History and overview	
CE-ALG1 Basic algorithmic analysis		CE-CAO1 Fundamentals of computer architecture	
CE-ALG2 Algorithmic strategies		CE-CAO2 Computer arithmetic	
CE-ALG3 Computing algorithms		CE-CAO3 Memory system organization and architecture	
CE-ALG4 Distributed algorithms		CE-CAO4 Interfacing and communication	
CE-ALG5 Algorithmic complexity		CE-CAO5 Device subsystems	
CE-ALG6 Basic computability theory		CE-CAO6 Processor systems design	
		CE-CAO7 Organization of the CPU	
		CE-CAO8 Performance	
		CE-CAO9 Distributed system models	
		CE-CAO10 Performance enhancements	
CE-CSE Computer Systems Engineering		CE-CSG Circuits and Signals	
CE-CSE0 History and overview		CE-CSG0 History and overview	
CE-CSE1 Life cycle		CE-CSG1 Electrical Quantities	
CE-CSE2 Requirements analysis and elicitation		CE-CSG2 Resistive Circuits and Networks	
CE-CSE3 Specification		CE-CSG3 Reactive Circuits and Networks	
CE-CSE4 Architectural design		CE-CSG4 Frequency Response	
CE-CSE5 Testing		CE-CSG5 Sinusoidal Analysis	
CE-CSE6 Maintenance		CE-CSG6 Convolution	
CE-CSE7 Project management		CE-CSG7 Fourier Analysis	
CE-CSE8 Concurrent (hardware/software) design		CE-CSG8 Filters	
CE-CSE9 Implementation		CE-CSG9 Laplace Transforms	
CE-CSE10 Specialized systems			
CE-CSE11 Reliability and fault tolerance			
CE-DBS Database Systems		CE-DIG Digital Logic	
CE-DBS0 History and overview		CE-DIG0 History and overview	
CE-DBS1 Database systems		CE-DIG1 Switching theory	
CE-DBS2 Data modeling		CE-DIG2 Combinational logic circuits	
CE-DBS3 Relational databases		CE-DIG3 Modular design of combinational circuits	
CE-DBS4 Database query languages		CE-DIG4 Memory elements	
CE-DBS5 Relational database design		CE-DIG5 Sequential logic circuits	
CE-DBS6 Transaction processing		CE-DIG6 Digital systems design	
CE-DBS7 Distributed databases		CE-DIG7 Modeling and simulation	
CE-DBS8 Physical database design		CE-DIG8 Formal verification	
		CE-DIG9 Fault models and testing	
		CE-DIG10 Design for testability	
CE-DSP Digital Signal Processing		CE-ELE Electronics	
CE-DSP0 History and overview		CE-ELE0 History and overview	
CE-DSP1 Theories and concepts		CE-ELE1 Electronic properties of materials	
CE-DSP2 Digital spectra analysis		CE-ELE2 Diodes and diode circuits	
CE-DSP3 Discrete Fourier transform		CE-ELE3 MOS transistors and biasing	
CE-DSP4 Sampling		CE-ELE4 MOS logic families	
CE-DSP5 Transforms		CE-ELE5 Bipolar transistors and logic families	
CE-DSP6 Digital filters		CE-ELE6 Design parameters and issues	
CE-DSP7 Discrete time signals		CE-ELE7 Storage elements	
CE-DSP8 Window functions		CE-ELE8 Interfacing logic families and standard buses	
CE-DSP9 Convolution			

CE-DSP10 Audio processing		CE-ELE9 Operational amplifiers	
CE-DSP11 Image processing		CE-ELE10 Circuit modeling and simulation	
		CE-ELE11 Data conversion circuits	
		CE-ELE12 Electronic voltage and current sources	
		CE-ELE13 Amplifier design	
		CE-ELE14 Integrated circuit building blocks	
CE-ESY Embedded Systems		CE-HCI Human-Computer Interaction	
CE-ESY0 History and overview		CE-HCI0 History and overview	
CE-ESY1 Embedded microcontrollers		CE-HCI1 Foundations of human-computer interaction	
CE-ESY2 Embedded programs		CE-HCI2 Graphical user interface	
CE-ESY3 Real-time operating systems		CE-HCI3 I/O technologies	
CE-ESY4 Low-power computing		CE-HCI4 Intelligent systems	
CE-ESY5 Reliable system design		CE-HCI5 Human-centered software evaluation	
CE-ESY6 Design methodologies		CE-HCI6 Human-centered software development	
CE-ESY7 Tool support		CE-HCI7 Interactive graphical user-interface design	
CE-ESY8 Embedded multiprocessors		CE-HCI8 Graphical user-interface programming	
CE-ESY9 Networked embedded systems		CE-HCI9 Graphics and visualization	
CE-ESY10 Interfacing and mixed-signal systems		CE-HCI10 Multimedia systems	
CE-NWK Computer Networks		CE-OPS Operating Systems	
CE-NWK0 History and overview		CE-OPS0 History and overview	
CE-NWK1 Communications network architecture		CE-OPS1 Design principles	
CE-NWK2 Communications network protocols		CE-OPS2 Concurrency	
CE-NWK3 Local and wide area networks		CE-OPS3 Scheduling and dispatch	
CE-NWK4 Client-server computing		CE-OPS4 Memory management	
CE-NWK5 Data security and integrity		CE-OPS5 Device management	
CE-NWK6 Wireless and mobile computing		CE-OPS6 Security and protection	
CE-NWK7 Performance evaluation		CE-OPS7 File systems	
CE-NWK8 Data communications		CE-OPS8 System performance evaluation	
CE-NWK9 Network management			
CE-NWK10 Compression and decompression			
CE-PRF Programming Fundamentals		CE-SPR Social and Professional Issues	
CE-PRF0 History and overview		CE-SPR0 History and overview	
CE-PRF1 Programming Paradigms		CE-SPR1 Public policy	
CE-PRF2 Programming constructs		CE-SPR2 Methods and tools of analysis	
CE-PRF3 Algorithms and problem-solving		CE-SPR3 Professional and ethical responsibilities	
CE-PRF4 Data structures		CE-SPR4 Risks and liabilities	
CE-PRF5 Recursion		CE-SPR5 Intellectual property	
CE-PRF6 Object-oriented programming		CE-SPR6 Privacy and civil liberties	
CE-PRF7 Event-driven and concurrent programming		CE-SPR7 Computer crime	
CE-PRF8 Using APIs		CE-SPR8 Economic issues in computing	
		CE-SPR9 Philosophical frameworks	
CE-SWE Software Engineering		CE-VLS VLSI Design and Fabrication	
CE-SWE0 History and overview		CE-VLS0 History and overview	
CE-SWE1 Software processes		CE-VLS1 Electronic properties of materials	
CE-SWE2 Software requirements and specifications		CE-VLS2 Function of the basic inverter structure	
CE-SWE3 Software design		CE-VLS3 Combinational logic structures	
CE-SWE4 Software testing and validation		CE-VLS4 Sequential logic structures	
CE-SWE5 Software evolution		CE-VLS5 Semiconductor memories and array structures	
CE-SWE6 Software tools and environments		CE-VLS6 Chip input/output circuits	
CE-SWE7 Language translation		CE-VLS7 Processing and layout	
CE-SWE8 Software project management		CE-VLS8 Circuit characterization and performance	

CE-SWE9 Software fault tolerance		
		CE-VLS9 Alternative circuit structures/low power design
		CE-VLS10 Semi-custom design technologies
		CE-VLS11 ASIC design methodology
CE-DSC Discrete Structures		CE-PRS Probability and Statistics
CE-DSC0 History and overview		CE-PRS0 History and overview
CE-DSC1 Functions, relations, and sets		CE-PRS1 Discrete probability
CE-DSC2 Basic logic		CE-PRS2 Continuous probability
CE-DSC3 Proof techniques		CE-PRS3 Expectation
CE-DSC4 Basics of counting		CE-PRS4 Stochastic Processes
CE-DSC5 Graphs and trees		CE-PRS5 Sampling distributions
CE-DSC6 Recursion		CE-PRS6 Estimation
		CE-PRS7 Hypothesis tests
		CE-PRS8 Correlation and regression

3.9 講師・インストラクタ

(1) 講師・インストラクタの要件

本事業における講師要件としては、組み込みソフトウェア開発に精通していることはもちろんであるが、組み込み開発技術にとどまらず、教育技術としての経験と実績をもつメイン講師が必要となる。また、本事業のカリキュラム構成はPBLを含むグループ活動が全体の半分以上を占める。そのため、現役で組み込みソフトウェア開発に従事していること、具体的には、要求仕様の分析、設計、開発に関する各工程を理解し、かつ実務経験としての実績があることが要件となる。

(2) 講師・インストラクタ経歴等

本事業における、メイン講師には、組み込み開発系企業の新人研修カリキュラム開発および講師実績の豊富な人材を採用した。

サブ講師に関しては、学生との密接なコミュニケーションが取り易い立場にあるため、リアルな開発現場の経験や思考を交え、グループ進捗をフォローしながらメイン講師と連携して全体の同期を行える人材を採用した。

表 3-10 講師・インストラクター一覧

氏名	所属・役職	役割 (担当回)	経歴・実績
中尾 洋一	(株)富士通九州システムエンジニアリング ソリューション技術統括本部	メイン講師 (全回)	組み込み開発に従事したのち、組み込み開発系企業における新人・中途技術研修、Java 研修の講師等に従事。
浅山 明彦	(株)富士通 ソフトウェア事業本部	サブ講師 (第1回)	組み込みシステム開発、オペレーティング・システム、ミドルウェア開発に従事。
山口 真弘	(株)富士通 ソフトウェア事業本部	サブ講師 (第2回)	組み込みシステム開発、主にファームウェア開発に従事。
三笥 智史	(株)富士通 ソフトウェア事業本部	サブ講師 (第3,4回)	組み込みシステム開発、主に音声テクノロジーに関する開発に従事。
臼井 徹三	(株)富士通 ソフトウェア事業本部	サブ講師 (第5回)	組み込みシステム開発、オペレーティング・システム、ミドルウェア開発に従事。

高山 和久	(株)富士通 電子デバイス事業本部	サブ講師 (第6~8回)	組み込みシステム開発、主に暗号化分野の開発に従事。
小林 康浩	(株)富士通 電子デバイス事業本部	サブ講師 (第9,10回)	組み込みシステム開発、主にリアルタイム OS (iTRON) の開発に従事。
奥沢 清史	(株)富士通ビー・エス・シー エンベデッドシステム本部	サブ講師 (第1~5回)	エンベデッドシステム開発において、プロジェクトマネージャの育成等に従事。
高橋 朋宏	(株)富士通ビー・エス・シー エンベデッドシステム本部	サブ講師 (第6~10回)	エンベデッドシステム開発、主に通信系の分野に従事。
幸田 良	(株)富士通ビー・エス・シー エンベデッドシステム本部	サブ講師 (第6~8回)	エンベデッドシステム開発、主に通信系の分野に従事。
小田 祥寛	(株)富士通ビー・エス・シー エンベデッドシステム本部	サブ講師 (第9,10回)	エンベデッドシステム開発、主に海外向けの基地局用 DSP 開発に従事。
吉田 隼人	(株)富士通九州システムエンジニアリング ソリューション技術統括本部	サブ講師 (全回)	組み込み開発系企業における新人技術研修の講師等に従事。
木村 尋司	(株)富士通九州システムエンジニアリング ソリューション技術統括本部	サブ講師 (全回)	IT全般、主にソフトウェア開発、ネットワーク研修の講師等に従事。

表 3-11 講師・インストラクタ選定理由

氏名	所属・役職	選定理由
中尾 洋一	(株)富士通九州システムエンジニアリング ソリューション技術統括本部	企業における、組み込み新人研修等を多数の講師経験があり、メイン講師として最適な対応が可能であり、効果的な指導ができる。
浅山 明彦	(株)富士通 ソフトウェア事業本部	現役で組み込みシステム開発に従事しており、組み込み分野の時流や業界の文化に精通しているため、幅広いリアルな指導ができる。

山口 真弘	(株)富士通 ソフトウェア事業本部	ファームウェア開発等現役で組み込みシステム開発に従事しており、組み込み分野の時流や業界の文化に精通しているため、幅広いリアルな指導ができる。
三笥 智史	(株)富士通 ソフトウェア事業本部	組み込みシステム開発、特に音声テクノロジー開発に従事しており、音声出力において、業界の技術や慣例を幅広く指導ができる。
臼井 徹三	(株)富士通 ソフトウェア事業本部	現役で組み込みシステム開発に従事しており、組み込み分野の時流や業界の文化に精通しているため、幅広いリアルな指導ができる。
高山 和久	(株)富士通 電子デバイス事業本部	様々な組み込みソフトウェア開発の実績があり、組み込み分野の動向を交えて、実際の開発現場の経験を活かした幅広い指導ができる。
小林 康浩	(株)富士通 電子デバイス事業本部	様々な組み込みソフトウェア開発の実績があり、特に開発環境自体の開発に携わっているため、実際の開発現場の経験を活かした幅広い指導ができる。
奥沢 清史	(株)富士通ビー・エス・シー エンベデッドシステム本部	組み込みシステム開発におけるプロジェクトマネージャーの指導に従事しているため、プロジェクト進行に関する指導ができる。
高橋 朋宏	(株)富士通ビー・エス・シー エンベデッドシステム本部	組み込みシステム開発に従事。特に携帯電話などの通信系組み込み分野の開発を担当しており、時代の流れに合わせた業界動向を含めて指導ができる。
幸田 良	(株)富士通ビー・エス・シー システムビジネス本部 エンベデッドシステム事業部	組み込みシステム開発に従事。特に携帯電話などの通信系組み込み分野の開発を担当しており、時代の流れに合わせた業界動向を含めて指導ができる。
小田 祥寛	(株)富士通ビー・エス・シー システムビジネス本部 エンベデッドシステム事業部	組み込みシステム開発に従事。特に携帯電話などの通信系組み込み分野の開発を担当しており、時代の流れに合わせた業界動向を含めて指導ができる。
吉田 隼人	(株)富士通九州システムエンジニアリング ソリューション技術統括本部	教育分野における実績があり、進行のペースなどを調整しながら学生の理解を向上できる。
木村 尋司	(株)富士通九州システムエンジニアリング ソリューション技術統括本部	Linux、ソフトウェアプログラミングに精通しており、C言語における学生の質問に迅速に対応かつ指導ができる。

3.10 教材

(1) 教材の要件

組込みソフトウェア開発を理解する上で大切なのは、プログラミング、動作確認、デバッグをする際に、CPUやメモリの動きをパソコン上でシミュレーションするだけでなく、自らの手を動かしてボード上で体感することである。また、機械語命令を使ったメモリアクセスを演習しておくことは、CPUの理解やアドレス空間の理解においても、大きな糧となる。そのためには、CPUが搭載された学習ボードが必要となる。なお、学習ボードといっても、そこに搭載されているCPUの選択によっては、初期の段階における組込みソフトウェア開発の理解において、むしろ障壁になることもあるため、最適なCPUの選択も必要となる。CPUの選択によって、演習を行う場合の機械語命令にも違いが出てくるため、学習ボードに合わせた内容の教科書や演習問題が必要となる。これらをまとめると、教材の要件は以下の3点になる。

- 学習ボード
- シンプルなCPU
- 学習ボードの動作に合わせた教科書と演習問題

(2) 使用教材

a. 学習ボード

学習ボードに関しては、長崎大学で設計し、実際の授業等でも利用しているものを採用した。この学習ボードは、FPGAを搭載しており、CPUの選択に広範囲に対応できる点と、学習ボード設計者が以下に挙げる5点に配慮しているため、効率的な学習が可能であると判断した。

採用学習ボードの配慮点

- VGAインターフェイスにより画面表示ができる
- 音を出力できる
- キー入力ができる
- USB接続により、パソコンと高速通信ができる
- 基板上のCPUやROM、RAM等の配置が見易い(周辺構成が理解できる)

b. シンプルなCPU

FPGA上に再現するCPUには6502を採用した。6502は非常にシンプルであり機械語命令数も非常にコンパクトである。機械語命令が少ないCPUでも機能実現に不向きな、いわゆる「使えない」CPUはたくさんある。しかしながら、6502はApple

やファミリーコンピュータ、Atariなどに採用されていたCPUである。シンプルな作りでありながら、コンピュータを基本から理解することを考えた場合、もっとも適したCPUである。

c. 教科書、演習問題

学習ボード、CPUに合わせた内容で、教科書および演習問題の開発を行った。アドレス空間、メモリマップ、レジスタに関する理解を、アセンブラレベルで演習できることを考慮して開発した。高度な演習に力点をおくことも大切であるが、シンプルなCPUだからこそ理解できる基礎を中心にするすることで、時代とともに進展していく技術にもしっかりと対応できる力を身につけることができるようになっている。

演習問題に関しては、基礎をしっかり理解できるように配慮した比較的やさしい基本問題と、やや知識を必要とするオプション問題で構成し、ステップアップ形式で学習できるように配慮した。以下、表 3-12 にまとめた。

表 3-12 使用教材一覧

教材番号	教材の名称	使用講義	形態	教材の内容・特徴
1	FPGA 学習ボード	情報工学実験 全回	機材	CPUを中心に連携するROM、RAM、スイッチ等が、構成を理解し易いように配置された、長崎大学において設計された学習用ボード。
2	組込みソフトウェア教本	情報工学実験 第1回 ～第5回	書籍	コンピュータを理解しやすいCPUとして採用した6502に合わせた演習内容が記載した、本事業のために開発した教本。
3	組込みソフトウェア 演習問題	情報工学実験 第1回 ～第5回	紙文書	PBL演習に必要な要素技術の理解を定着させるため、6502の命令群に合わせた演習問題。
4	音声出力機能付き電卓 要求仕様書	情報工学実験 第6回 ～第10回	紙文書	PBL演習の開発テーマとして提示される仕様書。今回のPBL演習内容に適した記述構成になった仕様書

5	ドキュメント雛形 (スケジュール表、作業時間表、モジュール構成設計書、モジュール一覧表、詳細処理設計書、ファイル一覧表、テスト仕様書兼成績書、トラブルレポート、連絡票)	情報工学実験 第6回 ~第10回	紙文書	PBL演習で、プロジェクト展開上必要になるドキュメント類の雛形。企業で使用される形式に類似した形で、主に必要とされているドキュメントを選択した。
---	---	------------------------	-----	--

表 3-13 教材選定理由一覧

教材番号	教材の名称	選定理由
1	FPGA 学習ボード	FPGAによって様々なCPUを実現でき、シンプルな6502を実現でき、画面出力、音声出力、および、実機ベースでデバックを行うことができる。
2	組込みソフトウェア教本	CPUとして採用した6502に合わせた演習内容にするため、新たに書き起こす必要があった。
3	組込みソフトウェア演習問題	PBL演習で必要な要素技術の理解を定着させるため、6502の命令群に合わせた演習問題を作成する必要があった。
4	音声出力機能付き電卓要求仕様書	PBL演習の開発テーマとして提示される仕様書。今回のPBL演習内容に適した記述構成になった仕様書を作成した。
5	ドキュメント雛形 (スケジュール表、作業時間表、モジュール構成設計書、モジュール一覧表、詳細処理設計書、ファイル一覧表、テスト仕様書兼成績書、トラブルレポート、連絡票)	PBL演習で、プロジェクト展開上必要になるドキュメント類の雛形。企業で使用される形式に類似した形で、主に必要とされているドキュメントを選択した。

3.11 実施環境

本教育事業で使用した環境を表 3-14 にまとめた。

表 3-14 実施環境

機材・環境	数量	詳細
プロジェクタ	1 台	テキストの投影、学習ボードからの出力を投影
FPGA学習ボード	62 枚	演習に使用 セット内容：学習ボード本体、USBケーブル、電源、VGAケーブル
スピーカー	62 個	音声の出力に使用
パソコン	62 台	シンクライアント OS：RedHatLinux9
コンパイラ	62 個	CC65コンパイラ
プリンタ	2 台	ネットワークプリンタ PBL時の関連ドキュメントの印刷に使用
ネットワーク環境	-	<ul style="list-style-type: none">・教室内環境としては、全70台がLANを構成・今回の授業では、講師用端末に共通資料等を保存しておき、各学生の端末からアクセスしてもらう方法で資料配布・PBL時の作成成果物の収集場所として使用

4. 教育訓練プログラムの実施状況




今回の教育訓練は当初、教育訓練の受講を希望する学生を募り、冬期休暇中に集中開催し単位認定を行わない短期特別講義を想定したものであったが、長崎大学として検討を進めていた「先端情報工学」の構想と、本事業が目的としているカリキュラムが、非常にマッチしたものであることが判明し、急遽、単位認定を行った。そのため、開催期間を通常学期中に、他の講義科目と並行して実施することとなり、その結果、すでに他の講義を履修登録している学生は、本教育訓練と他講義が重複する事態が発生した。本教育訓練への欠席が多発する時間に関しては、学生の進捗ズレを防ぐため、休講とすることで対処した。カリキュラムの全体進行に関しては、担当教授と検討したり、学生の理解の様子をみたりしながら、進行スピードの調整等を行った。教育訓練プログラムの実施状況を表 4-1 にまとめる。

表 4-1 教育訓練プログラムの実施状況



略記説明：




F J：富士通(株)、F Q S：(株)富士通九州システムエンジニアリング、



B S C：(株)富士通ビー・エス・シー、F O M：富士通オフィス機器(株)、F R I：(株)富士通総研

回	実施日 時間帯	実施場所	講師名	産業界側 参加者	学校側 参加者	出席 学生数	実施状況・反省点等	備考
1	12月4日 (月)	長崎大学 文教キャンパス	メイン講師 FQS)中尾	事務局 FOM)荒木	担当教授 小栗 清	出席数/履修者 60名/61名	<p>流れ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・集中講義の全体ガイダンス ・組込みシステムの概要 ・休講(講師打ち合わせ) ・組込みソフトウェア開発の基礎 ・アドレス空間、メモリマップ <p>内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・授業初日であり、オリエンテーションとして、これからの全体スケジュール説明と授業における到達目標の確認を行った。 ・組込みソフトウェア開発の基礎講義を行った。 <p>反省点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・集中講義への形態変更に伴う、重複講義の発生を事前に調整しきれず休講とした。これは反省点でもあり、今後の課題でもある。 <p>計画との差異や変更点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2時限目に他講義を受ける学生が集中したため、担当教授と協議し休講とした。 	  
	8:50～ 10:20		サブ講師 FJ)浅山					
	休講 10:30～ 12:00		BSC)奥澤					
	12:50～ 14:20		FQS)吉田					
	14:30～ 16:00		FQS)木村					






												
2	12月5日 (火)	長崎大学 文教キャンパス	メイン講師 FQS)中尾	事務局 FOM)荒木	担当教授 小栗 清	出席数 / 履修者 60名 / 61名	<p>流れ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・レジスタ、I/Oポート ・休講（講師打ち合わせ） ・アセンブリ言語によるメモリアクセス ・科目認定のための評価対象課題演習 <p>内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・レジスタや信号の入出力の基礎に関する講義を行った。 ・学習ボードによるアセンブリ言語に関する実機演習を行なった。 ・最後に一日のまとめとして、演習問題を実施し、提出をもって終了した。 <p>反省点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・休講の発生によりカリキュラムの圧縮が必要となったため、やや早く進行せざるを得なかった。それに伴う影響は、サブ講師によるサポートで吸収させ緩和させた。 <p>計画との差異や変更点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2時限目に他講義を受ける学生が集中したため、担当教授と協議の結果、休講とした。 					
	8:50 ~ 10:20		サブ講師 FJ)山口									
	休講 10:30 ~ 12:00		BSC)奥澤									
	12:50 ~ 14:20		FQS)吉田									
	14:30 ~ 16:00		FQS)木村									


3	12月6日 (水)	長崎大学 文教キャンパス	メイン講師 FQS)中尾	事務局 FOM)荒木	担当教授 小栗 清	出席数 / 履修者 60名 / 61名	<p>流れ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 割込みプログラムの基礎講義 ・ 割込みを使用したプログラム演習 ・ 科目認定のための評価対象課題演習 <p>内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 講義の冒頭に前日の実機演習の最後におこなった演習問題の解説を行った。 ・ アセンブリ言語による周辺装置制御(割込み制御)の基礎講義を行った。 ・ いくつかの課題を解いていく形で、学習ボードによる実機演習を行った。 ・ 最後に一日のまとめとして、演習問題を実施し、提出をもって終了した。 <p>反省点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 1日の講義時間の中で実機演習の割合が大きくなってきたことで、学生の理解に差が出る場面が生じた。 <p>計画との差異や変更点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 個人による実機演習を、2人でペアを組ませ、演習において、お互いに意見を交わしたり、他方が演習につまずいている際には助け合ったりしながら、学生どうして考え、発見せさせるように変更した。これにより反省点であげた学生の理解の差を吸収させた。 	 
	8:50 ~ 10:20		サブ講師 FJ)三笥					
	10:30 ~ 12:00		BSC)奥澤 FQS)吉田					
	12:50 ~ 14:20		FQS)木村					
	14:30 ~ 16:00							

4	12月7日 (木)	長崎大学 文教キャンパス	メイン講師 FQS)中尾	事務局 FOM)荒木	担当教授 小栗 清	出席数/履修者 60名/61名	<p>流れ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メモリ空間、セグメント ・周辺装置の制御、DMA の仕組み ・C 言語によるプログラム演習 ・科目認定のための評価対象課題演習 <p>内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・講義の冒頭に前日の実機演習の最後におこなった演習問題の解説を行った。 ・メモリ空間、セグメント、周辺装置制御、DMA の仕組みに関する基礎講義をおこなった。 ・いくつかの課題を解いていく形でC 言語によるプログラム演習を実施した。 ・最後に一日のまとめとして、演習問題を実施し、提出をもって終了した。 	
	8:50 ~ 10:20		サブ講師 FJ)三笥					
	10:30 ~ 12:00		BSC)奥澤 FQS)吉田					
	12:50 ~ 14:20		FQS)木村					
	14:30 ~ 16:00							
5	12月8日 (金)	長崎大学 文教キャンパス	メイン講師 FQS)中尾	事務局 FOM)荒木	担当教授 小栗 清	出席数/履修者 60名/61名	<p>流れ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オーディオデータ再生プログラム演習 ・オーディオデータ再生プログラム演習 ・画面への文字出力方法 ・画面への文字出力プログラム演習 ・科目認定のための評価対象課題演習 	
	8:50 ~ 10:20		サブ講師 FJ)白井					
	10:30 ~ 12:00		BSC)奥澤 FQS)吉田					
	12:50 ~ 14:20		FQS)木村					
	14:30 ~ 16:00							

							<p>内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・講義の冒頭に前日の実機演習の最後におこなった演習問題の解説を行った。 ・オーディオ再生に関する実機演習を行った。 ・画面にキャラクタを表示するための基礎講義を行った。 ・画面にキャラクタを表示するための実機演習を行った。 ・いくつかの課題を解いていく形で C 言語によるプログラム演習を実施した。 ・最後に一日のまとめとして、演習問題を実施し、提出をもって終了した。 	
6	12月11日 (月)	長崎大学 文教キャンパス	メイン講師 FQS)中尾	事務局 FOM)荒木	担当教授 小栗 清	出席数 / 履修者 60名 / 61名	流れ	
8:50 ~ 10:20	サブ講師 FJ)高山		・プロジェクト説明					
休講 10:30 ~ 12:00	BSC)高橋		・プロジェクト発足					
12:50 ~ 14:20	BSC)幸田		・休講(講師打ち合わせ)					
14:30 ~ 16:00	FQS)吉田		・分析工程					
	FQS)木村		・分析工程レビュー					
		内容	<ul style="list-style-type: none"> ・前半の5日間から形式が変わるため、初めに PBL の概要説明を行った。 ・PBL のためのグループ分けを行い、役割分担を行った。あわせてサブ講師の役割として「顧客役」、「上司役」になることを伝えた。 ・PBL 開発で行うテーマ“音声出力する電卓”の要求仕様書を発表した。 					

							計画との差異や変更点 ・各工程のレビューに関しては、当初、教室内で行うことを想定していたが、別室の確保ができたため、レビュー時に別室に移動してレビューをおこなった。	
7	12月12日 (火)	長崎大学 文教キャンパス	メイン講師 FQS)中尾	事務局 FOM)荒木	担当教授 小栗 清	出席数 / 履修者 60名 / 61名	<p>流れ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計工程 ・休講（講師打ち合わせ） ・設計工程レビュー <p>内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・初日に行った要求仕様の分析結果から設計を行った。 ・設計工程の中間レビューを実施した。進行が早いグループは設計が完了し、最終レビューに入る場面も見られた。 <p>反省点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・グループ内のコミュニケーションが円滑でない点に関しては、サブ講師としても対応が難しく、PBL 上の試練として見守るべきか、全体の進捗と同期するために補助を行うか、事前に基準を煮詰めきれていなかった点があった。 ・ドキュメント類の印刷が始まったが、オフィスソフトのバージョンの影響で、印刷が困難な状況を招いてしまった。また、出力可能なプリンタ数も少なかった。 	 
	8:50 ~ 10:20		サブ講師 FJ)高山					
	休講 10:30 ~ 12:00		BSC)高橋					
	12:50 ~ 14:20		BSC)幸田					
	14:30 ~ 16:00		FQS)吉田 FQS)木村					
8	12月13日 (水)	長崎大学 文教キャンパス	メイン講師 FQS)中尾	事務局 FOM)荒木	担当教授 小栗 清	出席数 / 履修者 60名 / 61名	<p>流れ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実装工程 	

	8:50 ~ 10:20		サブ講師 FJ)高山				内容 ・上司と顧客に承認された設計書をもとに、“音声出力する電卓”の機能実装工程を行った。	
	10:30 ~ 12:00		BSC)高橋				反省点 ・グループによっては、技術的に高い知識を持った学生が先走りする場面があった。	
	12:50 ~ 14:20		FQS)吉田					
	14:30 ~ 16:00		FQS)木村					
9	12月14日 (木)	長崎大学 文教キャンパス	メイン講師 FQS)中尾	事務局 FOM)荒木	担当教授 小栗 清	出席数 / 履修者 60名 / 61名	流れ ・実装工程 ・テスト工程 ・製品内部レビュー ・納品（最終レビュー） ・成果発表会事前説明	
	8:50 ~ 10:20		サブ講師 FJ)小林				内容 ・実装が終了したグループからテスト工程を実施した。翌日の成果発表会に向けたドキュメント整理と、追加機能の実現等、各グループが最後調整を行った。	
	10:30 ~ 12:00		BSC)高橋				・成果発表会の評価項目と、発表時間の調整を行った。	
	12:50 ~ 14:20		BSC)小田					
	14:30 ~ 16:00		FQS)吉田					
			FQS)木村					

10	12月15日 (金)	長崎大学 文教キャンパス	メイン講師 FQS)中尾	事務局 FOM)荒木	担当教授 小栗 清	出席数 / 履修者 60名 / 61名	流れ ・成果発表会 ・表彰	
	8:50 ~ 10:20		サブ講師 FJ)小林				内容 ・成果発表会を行った。	
	10:30 ~ 12:00		BSC)高橋 BSC)小田				・全 10 グループ、1 グループあたり 20 分の持ち時間で、グループ内での各役割として行った作業、自グループの電卓におけるアピールポイントを発表した。	
	12:50 ~ 14:20		FQS)吉田 FQS)木村				・PBL において苦労した点、学習できた点、全体の感想を発表した。最後は、発表をもとに優秀と評価した上位2グループに表彰を行った。	
	14:30 ~ 16:00							

5. 教育訓練プログラムの有効性評価

5.1 評価方法

今回の教育訓練プログラムの有効性評価にあたっては、以下(1)個人演習課題、(2)受講生による個人演習課題提出時アンケート、(3)成果発表会におけるグループ評価、(4)成果発表会における個人評価の4つの評価方法を用いた。

(1)(2)は演習課題提出によって、受講者個人の評価データを得るものであり、(3)は成果発表会及び成果発表に至る課題への取り組みプロセスによって、受講生5～6人からなるグループの評価データを得るものである。また(4)は、グループの中で受講者個人がどのような役割を果たしたかについて、成果発表会及び発表会までのプロセスから評価データを得るものである。

(1)(2)については、本教育訓練プログラムの前半においては講義中心であり、この講義の理解度や受講生との水準の整合性等の面から見た本教育訓練プログラムの有効性を見るべく、また、産学協同による講義の形態という特徴に対する受講生からの評価を収集すべく、個々人からの自由な所感を得ることとした。

(3)(4)については、システム開発現場のチーム作業を念頭に置き、どのようにグループの成果を上げるか、その中でどのように個人の力を発揮することができたか、等を見ることによって、産業界に貢献することができる人材育成という観点から有効な教育訓練プログラムとなっているか否かを評価すべく、グループ全体及びグループ内での役割ごとに評価項目を設定し、評点を付与する方式によって、メイン講師及びすべてのサブ講師による評価を行った。

(1)～(4)の評価方法は、本教育訓練プログラム実施体制上の評価を行う機関が、既存の人材育成業務に携わった知見から適当と判断した評価方法を適用したものである。

(1) 個人演習課題

教育訓練の前半(2日目から5日目まで、計4日間)に、図5-1～図5-4の4種類の個人演習課題を提示し、受講生全員に提出を求めた。

情報工学実験 課題1 12/05

【問題】

UNIVERSITYという文字列をメモリ上(\$0600~\$0609番地)に格納し、次の(A)、(B)を実現してください。

- (A) UNIVERSITYの部分をそれぞれディクリメントし、\$0610~\$0619番地に格納。
- (B) 文字列を反転させて、\$0620~\$0629番地に格納。

【実習内容】

メモリ内の値の操作
ディクリメント

【使用ディレクトリ】

/en/test/ 新規に作成して下さい。

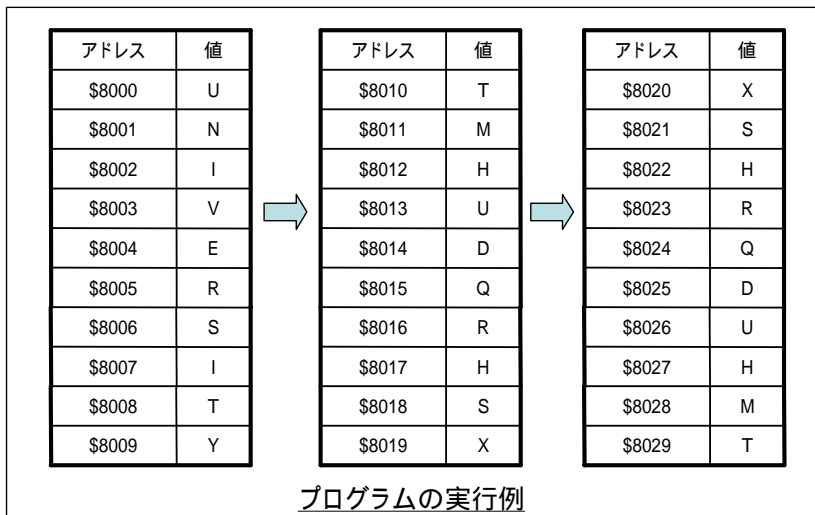
【ファイル名】

test1.s 新規に作成して下さい。

【プログラムの概要】

文字列は、次のように変化します。

UNIVERSITY ----> TMHUDQRHSX ----> XSHRQDUHMT



【提出物】

学籍番号:
名前:
感想:

@@test1.s-----
'test1.sの内容'
@@

というメールを exiii000@cis.nagasaki-u.ac.jp に送ってください。
件名は必ず「exiii_no1_学籍番号」として下さい。

図 5-1 個人演習課題 課題1(2日目)

図 5-1 は講義 2 日目に出題した課題 1 である。課題 1 では、各アドレスに割り当てられた文字をディクリメントや並んでいる順序を変えるような操作を、アセンブリ言語を使って行わせることによって、メモリアクセス方法、メモリマップ、アセンブリ言語プログラミングの理解度を確認した。

情報工学実験 課題2 12/06

【問題】

0～9のキーを利用し、1桁の減算を行うプログラムを作成してください。

処理手順は、以下のとおりです。

- (A) 第1の入力を\$8001番地に格納します。
- (B) 第2の入力を\$8002番地に格納します。
- (C) 減算を行い、結果を\$8003番地に格納します。

【実習内容】

キーボード割込み処理

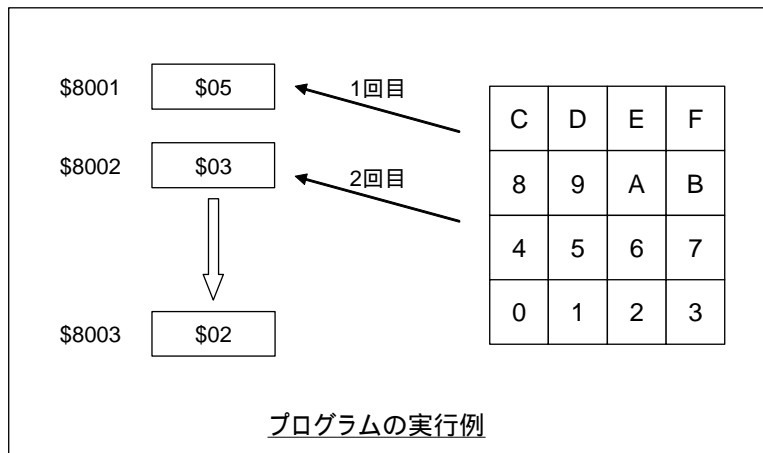
【使用ディレクトリ】

/em/test/

【ファイル名】

test2.s 新規に作成して下さい。

【プログラムの概要】



【提出物】

学籍番号:
名前:
感想:

```
@@test2.s-----  
「test2.sの内容」  
@@
```

というメールを exiii000@cis.nagasaki-u.ac.jp に送ってください。
件名は必ず「exiii_no2_学籍番号」として下さい。
また、@@は必ず半角で入力してください。

図 5-2 個人演習課題 課題2 (3日目)

図 5-2 は講義3日目に出題した課題2である。課題2では、周辺装置の16キーを使用した1桁の減算プログラムを作成させることによって、16キーによる割込みの仕組みおよび割込みプログラミングの理解度を確認した。また、メモリアクセスの復習も兼ねている。

情報工学実験 課題3 12/07

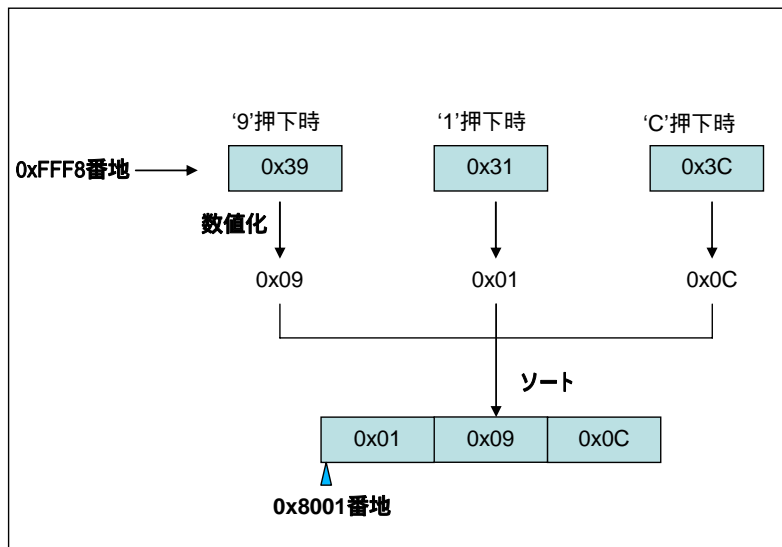
【問題】
キー入力が3回行われたとき、各入力値を0x8001～0x8003番地に昇順で格納するプログラムを作成してください。

【実習内容】
キー入力値の取得方法
入力の数値化方法

【使用フォルダ】
/em/test/

【ファイル名】
test3.s 新規に作成して下さい。

【プログラムの概要】



プログラムの実行例

【提出物】

学籍番号:
名前:
感想:

@@test3.s-----
'test3.sの内容'
@@

というメールを exiii000@cis.nagasaki-u.ac.jp に送ってください。
件名は必ず「exiii_no3_学籍番号」として下さい。
また、@@は必ず半角で入力してください。

図 5-3 個人演習課題 課題3 (4日目)

図 5-3 は講義 4 日目に出題した課題 3 である。課題 3 では、周辺装置の 16 キーから入力した 3 つの入力値を昇順に並び替える C 言語プログラムを作成させることによって、メモリアクセス、キー入力の数値化の仕組み、C 言語プログラミングの理解度を確認した。

情報工学実験 課題4 12/08

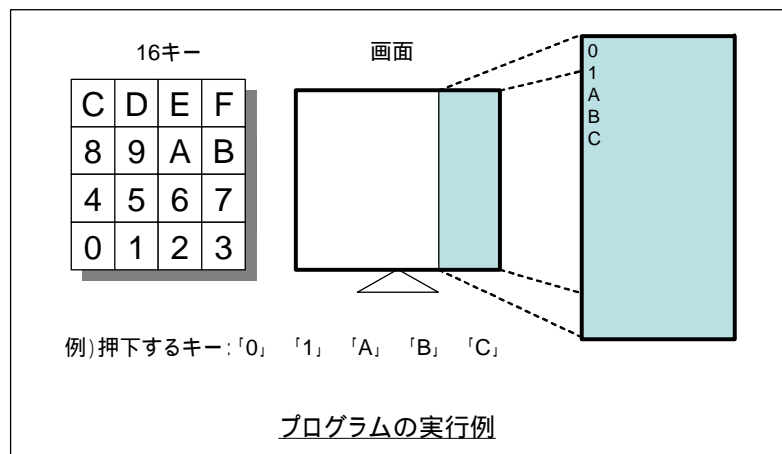
【問題】
入力した文字を画面上に表示するプログラムを作成してください。
キーレイアウトは次のようにし、キー入力を画面上の文字表示領域左上から縦に表示してください。但し、61回以上のキー入力時の処理については、考えなくてよいものとします。

【実習内容】
キーボード入力と画面表示

【使用フォルダ】
/em/test/

【ファイル名】
test4.c 新規に作成して下さい。

【プログラムの概要】



【提出物】

学籍番号:
名前:

感想:

@@
「test4.sの内容」
@@

というメールを exiii000@cis.nagasaki-u.ac.jp に送ってください。
件名は必ず「exiii_no4_学籍番号」として下さい。
また、@@は必ず半角で入力してください。

図 5-4 個人演習課題 課題4 (5日目)

図 5-4 は講義 5 日目に出題した課題 4 である。課題 4 では、周辺装置の 16 キーから入力した文字列をディスプレイに表示するプログラムを作成させることによって、ディスプレイに文字列を表示させる仕組みとメモリアドレスとディスプレイ表示位置の関係およびディスプレイ表示プログラミングの理解度を確認した。

(2) 受講生による個人演習課題提出時アンケート

(1)の提出時には、あわせて受講者に所感(自由記述文、文字数制限なし)の提出を行わせた。この所感は、当日の講義及び演習課題に関する理解度や満足度、学習意欲、講義や演習課題と学生の知識・理解度との整合などを見るために提出を求めたものである。

以下は所感の例である。

表 5-1 受講者の所感の例(1日目)

実際に動作を確認でき、なるほどなと思った。
授業で習った事を実際ボードを実装するのは楽しかった。
時間が短くてすごく焦って作りました。
リンクや、キーボードに転送する手順がまだ分からないのでしっかり勉強しようと思った
感想を書く時間がありませんでした。

この所感は品詞ごとに分解(形態素解析)し、出現頻度の分析によるテキストマイニングを行った。これによって、講義の進行につれて受講者の理解度や認識、受講意欲等がどのように変化していくかを見ることとした。さらに、後述する成果発表会での成績や課題の正誤とも関連を見ることとした。

なお、この分析には、奈良先端科学技術大学院大学松本研究室で開発された形態素解析ツール ChaSen(茶筌)を用いた。解析にあたっては、IT教育訓練及び本講座において特徴的な単語、例えば「C(言語)」「IF(文)」等の品詞分解にあたっては名詞として認識されるよう修正作業を行った。

(3) 成果発表会におけるグループ評価

教育訓練最終日において、グループごとの演習成果発表を行った。この場において、メイン講師及びすべてのサブ講師が審査員として各グループの発表を評価した。

メイン講師及びすべてのサブ講師は、いずれもプログラム開発及び教育訓練において異なった経験を有している。また今回の教育訓練プログラムにおいては、全員が顧客役もしくは上司役の立場でいずれかのグループに深く関わっており、この面でも受講者に対して異なった知見を得ている。

このような複数の評価者がグループ評価を行うことによって、成果発表会当日のみならず、本教育訓練プログラム全体に対しての評価を行うことができ、かつ個人ごとのバイアスを打ち消しあった評価が得られたと考える。

具体的には各グループに対して、「要求仕様を満たしているか」「プレゼンテーションのクオリティ」「アピールポイントの良さ」の3点において、全審査員が高い順に5点

～2 点の4段階の評価を行った。グループ全体に対する評価であることから、同じグループに属する学生にはすべてに同じ評価点が適用された。

「要求仕様を満たしているか否か」は、今回の発表会向けに提示された課題「音声出力できる電卓」の詳細の仕様を、発表したプログラムが満たしているか否か、であり「プレゼンテーションのクオリティ」は、MSPowerpoint 等によって作成されたスライド及び口頭での発表の品質の高低を見たものである。また「アピールポイントの良さ」は提示された要求仕様を充足するだけでなく、そこにグループ独自の工夫を行った点や、自ら付加的に設けた機能等をどのようにアピールしたかを評価するものである。

具体的なグループ評価を含んだ評価表を表 5-2 の上段に示す。

(4) 成果発表会における個人評価

成果発表会での発表では「各グループでの役割をどのようにつとめたか」を発表項目の一つとして位置づけ、その役割において具体的にとった行動や成否、反省点等を発表させた。これによってグループ構成員である受講者個人を評価した（役割得点）。

役割は、「リーダー」「アセッサー」「テクニカル」「品質管理」「ドキュメント管理」の5種類であり、各グループにおいてすべての役割に最低1名を配している。各グループの人数によっては、アセッサーやテクニカルには2名を配する場合があった。

各役割に対する評価項目は以下のとおりである。

a. リーダー

リーダーについては「グループの統制」「窓口としての対応」「負担の公平化」の3つの評価項目を用いた。「グループの統制」は全体的なスケジュール管理や役割分担、トラブルや作業の遅れに対する対応等のマネジメントがきちんと行われたか、「窓口としての対応」は、上司（役）や顧客（役）、また講師との連絡対応が適切であったか否か、「負担の公平化」は、メンバーへの作業負荷を公平に割り振り、作業の進捗によって修正行動をとることができたかを見た。

b. アセッサー

アセッサーについては「どのような貢献をしたか」「全体のスケジュール管理漏れの調整」「問題点の指摘」の3つの評価項目を用いた。「どのような貢献をしたか」は、文字通りグループの評価者・観察者として、グループにプラスとなるようななどのような行動をとったかであり、「全体のスケジュール管理漏れの調整」は、主にリーダーが行う全体のスケジュール管理に対して、漏れや重複、ムダがないかを管理しこれを調整できたか否か、「問題点の指摘」は各役割の連携する領域や各領域ではカバーしづらい領域、あるいはプロジェクト全体をとおした問題点の指摘を適切に行うことができたか否かを評価するものである。

c. テクニカル

テクニカルについては「設計統括」「モジュール分割と割り振り」「技術的なサポート」の3つの評価項目を用いた。「設計統括」は、テクニカル部分をマネジメントし、プロ

グラム設計全体を統括する役割を十分に果たせたか否かを評価し、「モジュール分割と割り振り」は、モジュールに分割した作業を各メンバーに対して割り振りが適切に行えたか否か、「技術的なサポート」はグループメンバーに対して技術的なサポートを行うことができたか否かを評価するものである。

d. 品質管理

品質管理については「テスト項目による仕様のチェック」「トラブルレポートの内容確認と対応」「納品プログラムのバージョン管理」の3つの評価項目を用いた。「テスト項目による仕様のチェック」はテスト項目の設定とこれによる仕様の充足具合を十分にチェックしているか否か、「トラブルレポートの内容確認と対応」はトラブルレポートの内容についてこれを判断・理解し、適切な対応をとることができたか否か、「納品プログラムのバージョン管理」については納品・発表すべきプログラムのバージョンを適切に管理することができたか否かを評価するものであった。

e. ドキュメント管理

ドキュメント管理においては「ドキュメントの整理」「ドキュメントバージョン管理」「ドキュメントの整理バックアップ」の3つの評価項目を用いた。「ドキュメントの整理」はプロジェクト作業中に発生する主要なドキュメントを整理・分類することができたか否か、「ドキュメントバージョン管理」はプロジェクト作業中に発生する主要なドキュメントのバージョンをわかりやすくきちんと管理できたか否か、「ドキュメントの整理バックアップ」は、ドキュメントを整理するのみならず適切なタイミングと手法でバックアップしていたか否かを評価した。

評価項目はグループ全体への評価と同様に、全審査員が5点～2点の4段階の評点のいずれかを、受講者ごとに付した。

(3) 及び(4)の具体的な評価項目を含んだ評価シートを表5-2の中～下段に示す。

表 5-2 成果発表会における評価シート

情報工学実験 成果発表会 評価シート				学生 a	学生 b	学生 c	学生 d	学生 e	学生 f
評価者名:									
グループ総合:				×グループ					
要求仕様を満たしている	2	3	4 5	グループ全体への評価					
プレゼンテーションのクオリティ	2	3	4 5						
アピールポイントの良さ	2	3	4 5						
リーダー:									
グループの統制	2	3	4 5						
窓口としての対応	2	3	4 5						
負担の公平化	2	3	4 5						
アセッサー:									
どのような貢献をしたか	2	3	4 5						
全体のスケジュール管理漏れの調整	2	3	4 5						
問題点の指摘	2	3	4 5						
テクニカル:				個人への評価					
設計統括	2	3	4 5						
モジュール分割と割り振り	2	3	4 5						
技術的なサポート	2	3	4 5						
品質管理:									
テスト項目による仕様のチェック	2	3	4 5						
トラブルレポートの内容確認と対応	2	3	4 5						
納品プログラムのバージョン管理	2	3	4 5						
ドキュメント管理:									
ドキュメントの整理	2	3	4 5						
ドキュメントバージョン管理	2	3	4 5						
ドキュメントの整理バックアップ	2	3	4 5						
グループ得点									
役割得点									
最終個人得点									

5.2 評価結果と考察

5.2.1 評価の結果

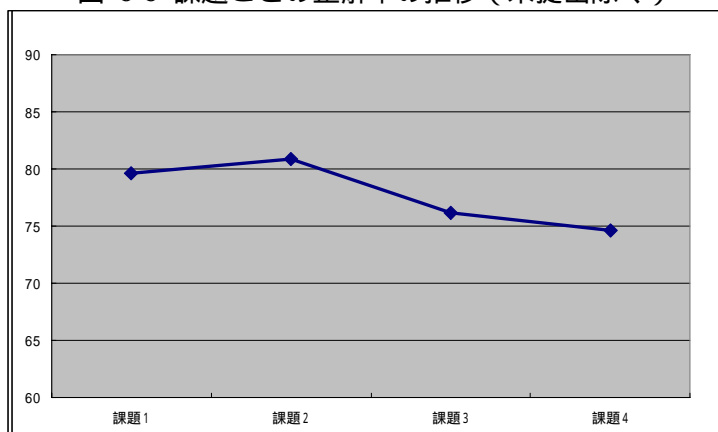
(1) 個人演習課題

個人演習課題の結果は表 5-3、図 5-5 のとおりであった。

表 5-3 個人演習課題における評価結果

得点	人数	割合
4	33	49.3%
3	15	22.4%
2	2	3.0%
未提出もしくはコンパイルエラー	17	25.4%
	67	100.0%

図 5-5 課題ごとの正解率の推移（未提出除く）



ほぼ半数が4課題すべてで正解を得ており、講義についての理解度が高く、また講義と個人演習課題が適切に整合していると考えられる。また、課題ごとの正解率はいずれもほぼ75～80%の間におさまっており、課題の難易度にむらがないことがわかる。

(2) 受講生による演習課題提出時アンケートに基づく評価

演習課題提出時のアンケートのうち、キーワードとして意味の見出せる品詞について、日次で出現頻度の高いもの上位30は以下のとおりとなった。

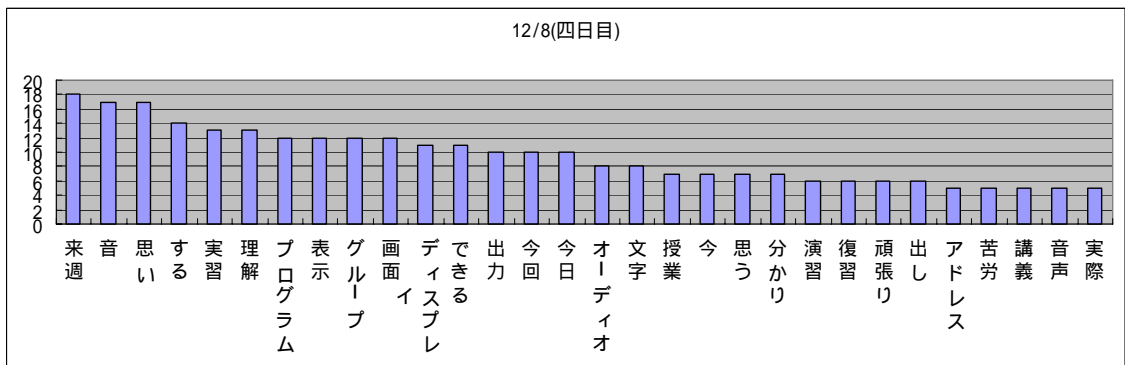
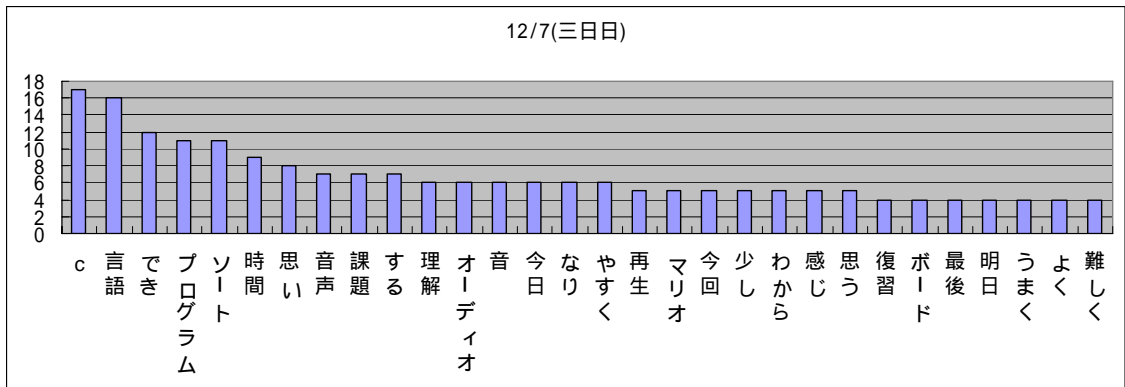
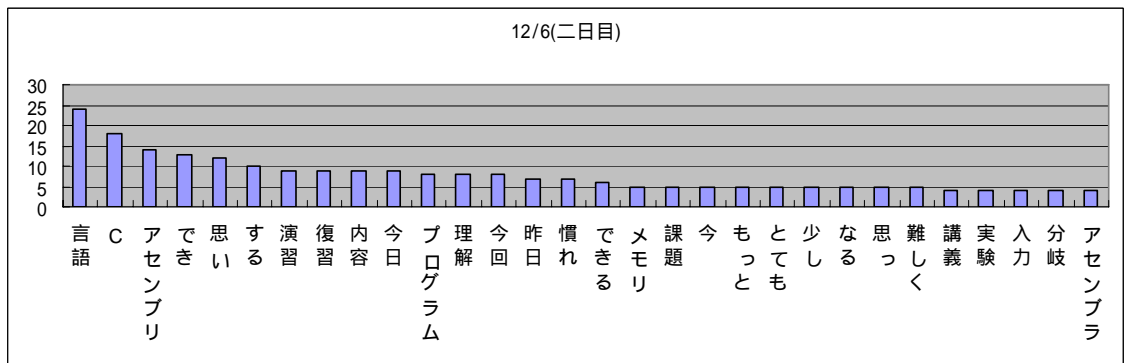
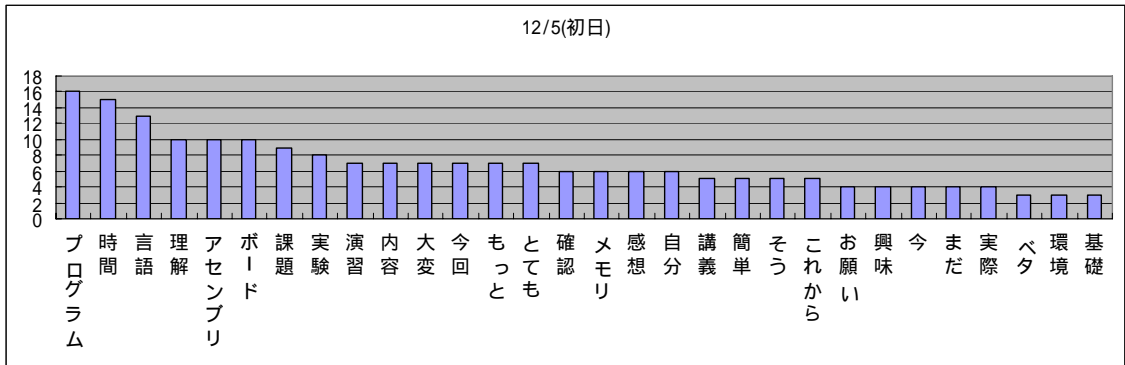


図 5-5 演習課題提出時アンケートでのキーワード（出現頻度上位30）

前半は「プログラム」「言語」「C」などソフトウェアの学習項目についての単語の出現が多く、後半になると「音（音声）」「オーディオ」「表示」「ディスプレイ」など、具体的なハードウェア名称が出現しているとおり、ソフトとハードが共に動作する組込みソフトウェアの教育訓練のねらいに適っているといえる。

また、「実習」「演習」の単語も上位に見られ、講師が翌週のグループ実習にと関連づけ・動機づけて講義を行った成果が現れていると言える。

また、教育訓練前半の4日間の個人演習課題が満点でなかったにも関わらず、教育訓練後半のグループ演習の成果発表で10グループ中上位3グループに入った受講者を、特に教育訓練の効果が高かった「成績上昇グループ」と設定する。この上昇グループのみのアンケートの中の単語（4日間）出現の頻度を見ると次のようになる。

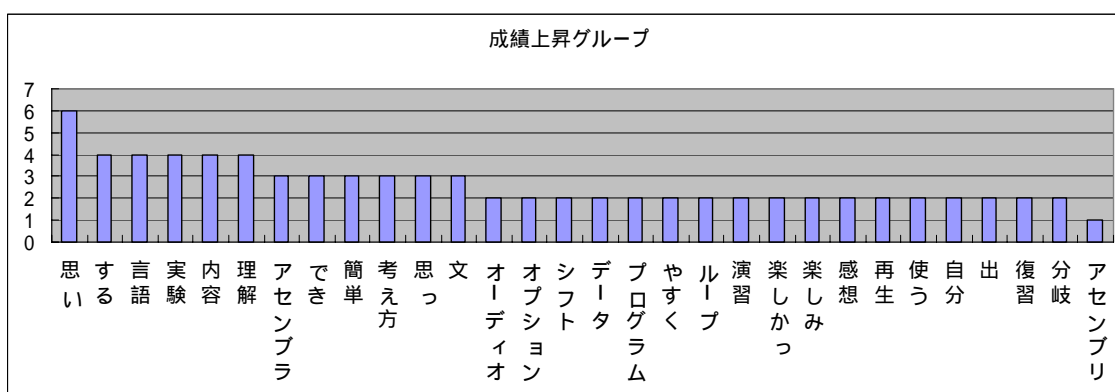


図 5-6 「成績上昇グループ」における演習課題提出時アンケートでのキーワード（出現頻度上位30）

全体では下位であった「楽しかった」「楽しみ」「(わかり・つくり等) やすく」などが見られ、成績上昇グループにおいて本教育訓練プログラムが積極的に取り組みやすい、楽しみながら学べる内容であったことが推測される。

特に、今回の教育訓練プログラムの特徴である産学協働、及び組込みソフトウェアの学習という点についてあげられた所感のうち、代表的なものは表 5-4 のとおりであった。

表 5-4 産学協働、及び組込みソフトウェアの学習についての所感で代表的なもの

目に見えて動くものの方が、自分たちが作り終わった後の達成感が何倍も違います。
欲を言うなら1週目、2週目と2プロジェクト(=グループ演習)やりたかったです
普段とは違った雰囲気新鮮さがありました
社会に出た時に近い感じで本当にいい経験でした。インターンシップでしたことと類似点が多かった

先生たちは十分に準備し、しかも熱心に手伝ってもらってありがとうございました。
メイン講師の説明はとてもわかりやすく、大学の講義を担当してほしいと思うくらいでした
会社のことがリアルにわかりました。今年だけでなく来年も後輩たちにもこういう形式で学べばいいんじゃないかと思います
技術者はコミュニケーション能力が欠けている人が多いと思っていたが、今回の実験でコミュニケーションの大切さがよくわかった

ハードウェアとソフトウェアの動きを連携させて学ぶことへの関心の惹起、また産学協働でねらった効果、特に7章で記述する長崎大学小栗教授の継続性への評価と同様、教育手法や講師人材の魅力を、受講者も充分に感じていることが推測された。

(3).成果発表会におけるグループ評価及び成果発表会における個人評価

成果発表会のグループ及び個人の評価結果は図 5-7 のとおりであった。また、各グループで同じ役割に 2 名を配した状況は表 5-5 のとおりであった。

図 5-7 成果発表会におけるグループ及び個人の評価結果¹

グループ総合:					Aグループ	Bグループ	Cグループ															
要求仕様を満たしている	2	3	4	5	4	3.5	3.5															
プレゼンテーションのクオリティ	2	3	4	5	3.5	3.5	3.75															
アピールポイントの良さ	2	3	4	5	4	3.25	3.25															
リーダー:					10.3	9.8	10.3															
アセッサー:					11.0	10.8	9.8															
テクニカル:					11.3	11.0	10.3															
品質管理:					10.0	10.3	9.5															
ドキュメント管理:					9.4	9.5	9.8															
グループ得点					69	61.5	63															
役割得点					6.8	7.3	7.5	6.7	6.3	6.2	6.5	7	7.3	7.3	6.8	6.3	6.8	6.5	7	6.7	6.8	6.5
最終個人得点					76	76	77	76	75	75	68	69	69	69	68	68	70	70	70	70	70	70

グループ総合:					Dグループ	Eグループ	Fグループ															
要求仕様を満たしている	2	3	4	5	3.75	3.5	3.75															
プレゼンテーションのクオリティ	2	3	4	5	3.5	3.25	3.25															
アピールポイントの良さ	2	3	4	5	4.25	3	3.75															
リーダー:					10.5	10.5	11.3															
アセッサー:					10.0	9.3	9.0															
テクニカル:					11.3	9.8	10.8															
品質管理:					9.3	10.5	10.0															
ドキュメント管理:					10.5	9.8	9.8															
グループ得点					69	58.5	64.5															
役割得点					7	6.7	7.5	6.2	7	0	7	6.2	6.2	6.5	7	6.5	7.5	5.7	6.3	7.2	6.7	6.5
最終個人得点					76	76	77	75	76	69	66	65	65	65	66	65	72	70	71	72	71	71

グループ総合:					Gグループ	Hグループ	Iグループ	Jグループ																				
要求仕様を満たしている	2	3	4	5	4.25	4	4	4																				
プレゼンテーションのクオリティ	2	3	4	5	3.5	4.25	4.5	3.5																				
アピールポイントの良さ	2	3	4	5	4.5	4	4	4.5																				
リーダー:					10.3	11.8	11.5	10.8																				
アセッサー:					10.3	9.0	10.5	9.0																				
テクニカル:					11.8	10.1	10.8	12.0																				
品質管理:					10.0	9.8	10.3	9.3																				
ドキュメント管理:					10.5	9.5	9.9	9.5																				
グループ得点					73.5	73.5	75	72																				
役割得点					6.8	14	15	6.7	6.7	7	8.7	6	7.5	6	6.5	6.3	7.7	7	7.2	6.8	6.8	6.3	7.2	6	6	8	6.2	6.3
最終個人得点					80	88	89	80	80	81	82	80	81	80	80	80	83	82	82	82	82	81	79	78	78	80	78	78

成績上位グループ

○ 役割得点 8.0 以上

¹ 単位に反映する都合上、すべてのグループ得点は全審査員の評点に 6 を乗じている (ex. グループ A : 4+3.5+4=11.5 11.5*6=73.5)

表 5-5 役割分担者が 2 名以上いたグループの分布

グループ名	役割分担者が 2 名いた役割
グループ A	ドキュメント管理
グループ B	アセッサー
グループ C	テクニカル
グループ D	ドキュメント管理
グループ E	アセッサー
グループ F	アセッサー
グループ G	アセッサー、テクニカル
グループ H	テクニカル
グループ I	ドキュメント管理
グループ J	アセッサー

総合評価とグループ得点の関係を見ると、要求仕様の充足とアピールポイントが優れていることが、成績上位グループにおいて例外なくみられる。一方でプレゼンテーションのクオリティについては必ずしも高くなくても成績上位に入っているグループがあり、審査員（メイン講師及びサブ講師）が成果発表会だけでなく演習過程を充分観察した結果評点をつけていることが推察される。

役割得点とグループ得点を見ると、最下位のグループについての役割得点は総じて低く、また役割得点が出したメンバーが属するグループは上位グループに入っているが、その一方で最上位のグループは特に役割得点が高いメンバーがいるわけではない（ややリーダーの役割得点が高い）。総じて役割得点の高低やばらつきについては、グループ得点が上位のグループと下位のグループとで決定的な差は見られないと言える。

役割得点が出したメンバーは従前から高い能力を有していたと仮定すると、そうでない受講者においても本教育訓練プログラムが有効であり、グループ単位では上位の成績を納めることができたと考えられる。

また、役割分担別に、成績上位 / 下位の決定的要因になっているか否かをみると、リーダー、アセッサー、テクニカル、品質管理、ドキュメント管理いずれの役割においても「この役割担当者の評点が低い（高い）とグループ全体の評価も低い（高い）」というような決定的な役割は見られなかったが、テクニカルが 2 名いたグループについては総合評価も高い傾向はみられた。

今回のようなプロジェクト型の演習において、開発現場でのプロジェクトを経験していない受講者が、割り振られた役割を充分把握してそれにふさわしい行動をとることは容易ではなく、どの役割に優秀な人材が配置されたかによって、総合的な評価が左右されることは少ないと推測される。

6. 産学連携の状況と課題

6.1 産学連携による実施工程とその内容

産学協同で実施した工程について、表 6-1 に一覧として示す。以下、産業側と学校側が果たした役割の詳細を、それぞれ記述する。

(1) 富士通の果たした役割

a. IT産業等における問題点とニーズ把握

(株)富士通、(株)富士通の関連会社、(株)富士通の協力会社を対象として以下の点について調査した。

- 組み込み人材の現状
- 組み込み人材のニーズ
- 企業内新人教育カリキュラム
- 採用の動向

b. 教育訓練プログラムの設計・開発工程

1) カリキュラム開発

IT産業等における問題点とニーズ把握から、大学のカリキュラムで不足している企業で保有しているもの、学生に組み込みソフトウェア開発分野に興味を持たせ、就職先として検討させる方法を話し合った。また、大学での使用可能環境（教室、学習ボード、パソコン）おおよそ11月～1月末までの間で開催可能な期間について確認し、大学の環境、開催可能時期に合わせてカリキュラムを開発することにした。カリキュラムの開発は企業でベースを作成し、大学側がチェックする方法で行った。

2) 教材調達

学習ボードは、次年度以降も費用をかけずに調達できることも考慮し、長崎大学で所有している物を採用した。大学で所有する学習ボードの仕様に関する部分は、大学で開発、全体の流れは企業で開発を行った。教育訓練で使用するテキストは、学習ボードの仕様に合わせて企業側で書き下ろした。最後に大学で他の講義との整合性や学生のレベルなどに合わせた内容をチェックする方法で行った。

3) インストラクタ調達

メイン講師は、企業側講師が実務例を交えながら基本説明を行い、サブ講師は、豊富な開発経験を活かした知識と実践的手法で学生のサポートを行うこととした。

c. 教育訓練プログラムの実施工程

1) 受講者募集

情報システム工学科において、長崎大学の正規履修登録方法に基づき実施した。

2) 施設機材

施設機材に関しては、長崎大学に設置されている機材を利用した。

3) 受講者サポート

企業からは、eラーニング（C言語の基礎）をASP形式で提供し、プログラミングに不安な学生に対するサポートを行った。

(2) 長崎大学の果たした役割

a. IT産業等における問題点とニーズ把握

長崎大学側では以下の点を調査した。

- 既存講義の内容
- 学生のレベル
- 就職先動向

b. 教育訓練プログラムの設計・開発工程

1) カリキュラム開発

大学側は、学生がこれまで他の講座で実施した内容やレベルを熟知しているので、企業がベースとして設計したカリキュラによる学習効果のシミュレーションを行い、企業が求める人材像と大学側の教育構想を連携させた内容となる開発を行った。

また、学習ボードの開発元でもある大学側が仕様書を提供し、これまでの講義で蓄積してきた教材活用としてのノウハウ提供を行った。

2) 受講者募集方法

本事業の教育訓練プログラムを必修科目「情報工学実験」と認定し、正規履修手続きに基づいて募集することとした。

3) 教材調達

学習ボードを受講者全員に配布できる数量を調達した。

4) インストラクタ調達

大学側から3名のTAを調達した。選定にあたっては、以下の点を考慮した。

- 本教育訓練で使用する学習ボードを使った講義の経験がある。
- 学生サポートの経験がある。
- 開講前のカリキュラム事前説明に参加できる。

c. 教育訓練プログラムの実施工程

1) 受講者募集

本事業の教育訓練プログラムを必修科目「情報工学実験」と認定し、正規履修手続きに基づいて募集した。受講者の特性を以下に示す。

- 対象：情報システム工学科 3年生
- 受講要件：プログラミング演習・、電子回路、論理回路、計算機アーキテクチャを履修していること

2) 施設機材

情報システム工学科の演習教室を使用した。施設環境を以下に示す。

- プロジェクタ
- F P G A 学習ボード
- スピーカー
- パソコン
- プリンタ 2台 ネットワークプリンタ

- ネットワーク環境

詳細は 3.11 を参照

3) 受講者サポート

企業講師とともに学生がこれまで受講してきた講義やレベルを熟知する教授がマイクをもち補足を行った。また、集中講義形態への変更に伴って他講義との重複が発生する学生で、欠席しなければならなくなった場合は、T A 3 名による補講を実施することで講義進行との遅れを吸収した。

6.2 産学連携による成果

IT 産業等における問題点とニーズの把握における産学連携の成果を一覧にまとめたものを表 6-2 に示す。また、設計開発、実施、評価における成果一覧を表 6-3～表 6-5 に示す。以下、詳細を記述する。

(1) 設計開発

a. IT 産業等における問題点とニーズ把握

今回の教育訓練の設計開発においては、これまで産学が各々考えてきた認識に差異がないかといったことから議論を進めた。つまり、大学側が考える即戦力（として活躍してくれるであろう人材像）と、企業が求める現実的な“即戦力人材”との差異を見つけ出す議論を行った。

その結果、企業が求める即戦力人材とは、“のみがはやい”、“ピンとくる”人材であることが見えてきた。“のみこみがはやい”、“ピンとくる”人材とは、指示に対して“イメージを持てる人材”ということであった。

イメージを持つには、以下の二つの基礎知識を持つ必要があることで合意した。

- 組込みに関する知識を立体的に習得しておくことであり、具体的には、アナログ情報（自然現象をセンサーから取り込む）とデジタル情報の知識の習得
- 組込みソフトウェア開発においてグループで開発を遂行する工程を理解

以下、議論で得た意見を記載する。

1) 企業における組込み人材の現状

企業としては、以下の2点を問題としており、早急に対応する必要があることがわかった。

- C 言語を使える人材が不足している。特に 30 代前半までの層で C 言語が使える人材が不足している。
- 協力企業に仕事を依頼することもあるが、組込み人材は不足しており、協力会社内で教育も整備されておらず、現場で時間をかけて習得してもらおうケースが多い。

2) 組み込み人材に対するニーズ

企業が求める人材像と、起因する背景には、以下の点が挙げられた。

- 即戦力で且つ新技術をどんどん吸収できる能力、意欲ある人材の起用と育成が急務である。
- 業界技術の多様化と、新技術の激しい浮沈で、特定のプロでも能力がないと直ぐに使い物にならなくなるため、基礎知識があり、入ってきた信号がどのように変化し、最終的にはどのように処理されるのかといったイメージをつかめる人材を求めている

3) 企業における新人教育カリキュラム内容

企業における新人教育カリキュラムは、以下のような内容である。

- C言語の言語教育、及び、サンプルプログラムの開発を実施
- リアルタイムOSのアーキテクチャ（タスクスイッチ・割り込み制御・排他制御等）及び、組み込みシステム開発の基礎用語、作法等の教育の実施
- 組み込みシステム開発で標準的に活用されている状態遷移表をベースとした、設計手法教育の実施
- 富士通で策定した開発標準（工程区分、工程内の作業内容、アウトプット）の教育を実施
- テスト項目の抽出方法、確認方法等の教育を実施

4) 大学における現状

ハードウェアとソフトウェアは別の体系で構成されていた。例えば電気電子工学科と情報システム工学科といったように専門的な分野に二分化され、この影響により両方の教育を受けることが困難な状況が生まれていた。しかし実際の企業においても必要とされているのはハードウェアとソフトウェアをつなぐ部分であり、その要望に応じることができるカリキュラムは未整備であったといえる。情報系の学科でソフトウェアに関する高度な技術を身に付けた場合でも、画面に文字が表示される実際の仕組み等がブラックボックスのまま、最後まで分かったという感覚がもてないというフラストレーションを学生に与えていた。

5) 就職先動向

長崎大学の学生の進路決定は学部卒業後すぐに就職する場合と大学院進学後に就職する場合で大きく異なっている。学部卒業後すぐに就職する場合はOS上のソフトウェア開発が中心となる情報サービス業が多く、大学院進学後に卒業する場合は全体を見渡しての開発が必要となる電子機器メーカーが多くなっている。組み込みソフトウェア実践開発プログラムを実施すれば、学生のハードウェアに近いところが分かっていないという苦手感がなくなり、学部卒業後すぐに就職する場合と大学院進学後に就職する場合の違いがなくなると思われる。

b. カリキュラム開発

産学が連携して教育訓練システムの設計開発を行うことで、不足分の追加と大学だけでは困難であった実践的 P B L のカリキュラムの開発ができた。成果を以下に示す。

1) 前半 5 日間の講義と演習

- 企業の組込みカリキュラムの流れを基本とし、準備可能な開発環境と開発期間の中で、割り込み制御やメモリ管理といった、組込みソフトウェア開発のベースとなる知識習得を効果的に盛り込むことのできるテーマを検討した結果、大学側からの提案で"音声出力する電卓"とした。
- 割り込みやメモリの使い方に留意しながらも、最終的には、音声が出力される効果は、ただ単に画面に数字が表示される視覚作用に加え、聴覚にも作用するため、非常に強いインパクトを与え、学生の開発への意欲を向上させる内容とした。

2) 後半 5 日間のプロジェクト型総合演習

- 企業のプロジェクト演習のカリキュラムを基本とし、6 名を 1 チームとし、開発にかかわる一連のプロセスを体験するほか、顧客の存在を意識したコミュニケーション能力やプロジェクトマネジメント等、大学だけでは教育が難しい要素を含んだ実践的な内容とした。

3) 教材調達・開発

- 基本部分は企業で作成したが、大学が保有する学習ボードの仕様にかかわる部分の開発と、他の講義との整合性、学生のレベルに合っているかを大学で担当した。
- 内容は、アドレス空間、メモリマップ、レジスタに関する理解を、アセンブラレベルで演習できることを考慮して開発した。
- 高度な演習に力点をおくことも大切であるが、シンプルな C P U だからこそ理解できる基礎を中心にするすることで、時代とともに進展していく技術にもしっかりと対応できる力を身につけることができるようにした。
- 演習問題に関しては、基礎をしっかりと理解できるように配慮した比較的やさしい基本問題と、やや知識を必要とするオプション問題で構成し、ステップアップ形式で学習できるようにした。

c. インストラクタ調達

企業から延べ 1 2 名のサブ講師が参加した。サブ講師の役割は、講義のフォローだけではなく、組込み分野の現場第一線で開発に携わる企業からの講師陣が、仕事をしながらでの体験談や学生時代の実体験を通じて、学生時代にやるべきこと、自らがやっていて役立ったことなどスピーチすることで講義および組込み業界への動機付け

の役割を果たした。

(2) 実施

メイン講師は、企業側講師と大学側講師がともにマイクを持ち、掛け合い形式で進化した。企業側講師が実務例を交えながら基本説明を行い、大学講師は学生がこれまで他の講義で実施した内容やレベルを熟知しているので、必要に応じて補足コメントを加えるという形式で行った。企業講師、大学講師がそれぞれの得意なところを担当して講義を進めた。

企業エンジニアがサブ講師として参加し、現在従事している業務、今回の教育訓練プログラムは実際の開発現場でどのように役立つのかの他、組込みのおもしろさを伝えた。

PBLにおいては、顧客役や上司役としてグループに参加した。今回用いたプログラミングの方法以外にどのような手法があるか、またその手法の選択方法など現場の考え方や進め方を教えた。その他、企業から講師がくるという事は学生にとって刺激になった。

(3) 評価

a. 知識スキル伸長評価

前半5日間(内4日間)の終了時に、学習内容の総まとめとしての演習課題の提出を行わせた。演習課題の正解率を確認することで、日次の伸長評価を行った。

また、産学で連携して作成してカリキュラムを作成したが、特に学生からのアンケートでは、学習ボードを使ったアセンブリ言語や音声部分の学習について興味を持つことがわかった。興味が知識スキルの引き金と考えるならば、この部分のスキルについて伸張したのではないかと考察する。

～学生からのアンケートの抜粋～

- アセンブリ言語でプログラムを書いたのは久しぶりだったので最初はまいち理解できませんでしたが、だんだん慣れてきて、ボード上で確認することに楽しさを覚えました。
- 去年の実験でもアセンブリ言語を取り扱ったが、その時はただのプログラムを走らせただけで今回の様にボード等を用いて実装させるのは非常に興味深い。こういったものが一つ一つ組み合せて、さまざまなシステムが存在できるということは凄いことだと思った。
- 初めてプログラムを作成しそれをボードに組み込むことを1人で行ったということで、面白く興味が持てました。
- オーディオ出力もできるようになり生活に使うものとの関連が見えてきた。
- いよいよ音声を出す方法を学び、先の進展がさらに楽しみになってきた。できることが増えると言うことが、近頃とても楽しく思える。
- 音を鳴らすシステムが面白かったです。もっと深く勉強しようと思いました。
- 声がダブルバッファによって、途切れず再生されるように工夫されていることがよくわかりました。また、キーを連打したりすると音声データが連続して再生され続けるという状態に陥ることを体験し、以前に話にあった「ユーザによる予測できない使用法に耐えられる製品設計」というものがかなり難しいものなのではないか？と気づかされました。

b. 教育訓練プログラム評価

本教育訓練の最終日に、成果発表会を実施し、本教育訓練の受講においての感想を盛り込ませることで、学生が感じた評価の収集を行った。

1) 学生側からの評価

これまでの大学の講義では、大きなプログラム（行数ではなく、多くの人数で作るという意味）を作った経験は無かったため、グループで作業をする上で、各自の役割を果たす事の難しさを学んだというコメントが多くあげられた。

2) 企業側からの評価

レビューの場で企業側講師がきちんとした態度と言葉で接することにより、「PBLの中で、学生の反応が変わってきた。社会人の様にきちんとした態度になってきた。」学生から社会人に近づいた。

3) 大学側からの評価

企業から来ていることで、刺激になる。大学関係者（身内でない人がいる）と、年齢的に近い先輩が自分を鍛えてくれたという思いがあったのではないかと。

これまで、学生は、成績評価をもらうためにプログラムを作成していたが、今回のPBLは擬似的ではあっても顧客の評価を想定していたので、相手の役に立つためのプログラムを作成するという意識で取り組んでいた。

表 6-1 産学協同により設計開発・実施・評価した部分

	IT 産業等における 問題点とニーズ把握	教育訓練プログラムの 設計・開発				教育訓練プログラムの 実施				教育訓練 プログラムの評価			
		カリキュラム 開発	受講者 募集方法	教材 調達	インストラク 調達	その他	受講者 募集	施設 機材	受講者 サポート	その他	知識スキル 伸長評価	教育訓練 プログラ ム評価	その他
産学協同 部分													

表 6-2 IT 産業における問題点とニーズの把握における産学連携の成果

IT 産業における問題点とニーズ把握	
産業界の役割	産業界における即戦力人材の確保に対する同行の提示 <ul style="list-style-type: none"> ・ 組込み人材の現状 ・ 組込み人材の訴求ポイントの調査 ・ 企業内新人教育カリキュラム ・ 採用の動向について
高等教育機関の役割	現状における高等教育機関の人材輩出動向の提示 <ul style="list-style-type: none"> ・ 既存講義の内容 ・ 学生のレベル ・ 就職先動向
産学協同のための具体的方法	企業が求める人材像と大学が輩出しようとする人材像を、インタビュー収集した情報の分析や代表者による検討会を実施することで、お互いの現状の理解と意見交換を行った。 その結果、即戦力人材とは、デジタルとアナログの両知識を立体的に理解し、多角的な視点から技術を応用できるイメージを持った人材はしっかりした基礎知識が必要であると結論に至った。
産学協同の効果	企業における組込み人材の現状、教育内容と大学での講義内容を把握する事で差分が明確になった。お互いにどのような内容を教えているのか、レベルはどの程度なのか理解できた。

表 6-3 教育訓練の設計・開発における産学協同の成果

	教育訓練システムの設計・開発				
	カリキュラム開発	受講者募集方法	教材調達	インストラクタ調達	その他
産業界の役割	社内新人用カリキュラムと全体の流れ部分の提案、作成	連携なし	講義・演習、PBL 資料作成 演習機材準備	メイン講師 (実務例を交えながら 基本説明) PBL (上司・顧客役)	-
高等教育機関の役割	作成テーマの決定 次年度活用の可否 をチェック	連携なし	学習ボードの仕様 に関する部分の開 発 他の講義との整 合・学生レベルによ る内容確認	メイン講師 (他の講義で実施した 内容やレベルを熟知し ているので、必要に応じ て補足コメント) TAによるサブ講師	-
産学協同のための具体的方法	役割を分担し互い に作成 チェック 修正を繰り返す	連携なし	役割を分担し互い に作成 チェック 修正を繰り返す	企業と大学講師の得意 な部分を担当した	-
産学協同の効果	大学単独では作成 できない実践的な カリキュラムの作 成ができた	連携なし	大学単独では作成 できない実践的な 教材の作成ができ た	実務例を交えた実践的 な講義ができた。学外で ある企業からしかも年 齢も近い講師が担当す る事で刺激となった。	-

表 6-4 教育訓練の実施における産学協同の成果

	教育訓練システムの実施			
	受講者募集	施設機材	受講者サポート	その他
産業界の役割	連携なし	連携なし	eラーニング、講師の派遣	-
高等教育機関の役割	正規科目として認定	学習ボード、教室の提供	T Aによるサブ講師	-
産学協同のための具体的方法	連携なし	連携なし	サブ講師間の連携、事前のリハーサルと毎日の振返り、翌日の打ち合わせ	-
産学協同の効果	連携なし	連携なし	打ち合わせによりスムーズに進行ができた	-

表 6-5 教育訓練システムの評価における産学協同の成果

	教育訓練システムの評価		
	知識スキル伸長評価	教育訓練システム評価	その他
産業界の役割	演習課題の実施	P B Lの実施	-
高等教育機関の役割	演習の正解率による評価	現場感覚を取り入れた教育訓練システムを受講する学生の感想収集	-
産学協同のための具体的方法	認定科目としての評価基準と、全体カリキュラムにおける評価情報の収集方法の検討	企業が求める即戦力としてのスキルを取り入れた成果発表会の評価基準の検討	-
産学協同の効果	演習課題によるスキル評価	本教育訓練の総合演習ともいえる現場開発を取り入れたP B L評価	-

6.3 産学連携による問題点および課題

今回の教育訓練の実施における問題点および課題を以下に示す。

(1) 集中講義形式の場合に発生する全学的スケジュール調整の問題

集中講座は、初期段階における組込み分野の理解を深め、開発に関する知識を効果的に習得できる点では、非常に理想的な形態であるが、その実現を考えた場合、大学のように他の講義が時間ごとに開催されるような時間割においては、あらかじめ、他講座との調整を綿密に行っておく必要がある。

(2) 教育訓練の継続実施に向けた課題

今回の教育訓練を継続的に実施する場合、組込み開発経験はもちろんのこと、教育技術も兼ね備えたインストラクタを調達する必要がある。講義受講者の数にもよるが、サブ講師の調達も必要なる。産業界に蓄積された実務としての知識をアサインすることを考えると、現役の開発技術者の投入も必要となる。当然ながら、コスト制約もあるため、十分な講師陣としての人材確保には、多くの克服すべき課題が残っている。

7. 教育訓練プログラムの継続性評価

7.1 意思決定権限者による今年度事業の評価と継続の意向

長崎大学工学部情報システム工学科小栗清教授は、今回の教育訓練プログラムについて

魅力(a) 開発現場で有効なスキル獲得につながるというプログラム内容

魅力(b) 開発現場でのプロジェクトの進め方を学べるという教育手法

魅力(c) 開発現場で実務に関わっている人材から学べる講師人材

魅力(d) 外部人材との連携による学生及び大学講師への刺激

等において、きわめて高い効果が得られたとの評価を行った。さらに同教授は、今後とも可能な限り同様の形態での講座の継続を望みたいが、費用面において課題がある（企業の提供する工数を補填するしくみがない）と考えている。そこで、次年度以降はより企業の負担の少ない緩やかな形態によってでも、連携を継続していきたいと考えている。

長崎大学ではこれまで、優秀な人材を育成して東京に送り出すことが地方大学の使命であると考えていた傾向があった。そのためこれまで地域の高付加価値産業との連携もあまりなく、また地域に高付加価値産業をつくり出そうとする努力も充分であったとは言えない。これらは残念ながら地方の疲弊の一因となってきたと言わざるを得ない。

しかしこれからの地方大学は優秀な人材を地方に残すあるいは集めることこそが使命であり、これこそが地域産業の育成にもつながり、地方ひいては国全体を豊かにする真の方法であると確信し、今後の変革を図りたいと考える。

このために長崎大学では、特に産学協同の推進にあたって

- 「産学官連携のための長崎県下大学等間ネットワーク」での連携の推進
- 長崎TLOの会員制を普及し、産学連携パートナーや地域企業等の入会増

などを図っているが、今後はこれらを一層推進するとともに、リアルタイム情報処理に適したLSIの構成方法を長崎大学が持つ画像・音声処理、認識、制御等の技術と組み合わせることによって、自動車やロボットのインテリジェント化に直結する高精度認識技術に関する研究を進展させ、北部九州に集積しつつある自動車産業と九州全域への集積が進んだLSI産業に対して貢献することをねらいとしている。これによって、最終的には世界を相手に成長していける高付加価値先端技術産業群を長崎に発生させるとともに、長崎大学が持続的にこの分野へ研究成果ならびに人材を供給できるようになるものとする。

7.2 次年度以降の実践的なIT教育訓練の展開計画

本年度好評であったことから、次年度以降についても組み込みソフトウェアの教育訓練展開を図っていく。展開に当たっては、今回実施した規模の教育訓練の内容をそのままに考えた場合は、質疑対応の体制や、複数の支援教員の確保、現状における継続した集中講座開催の困難さも含めて、今後の検討が必要になる。しかしながら、学生の段階、それも1・2年

次の段階から企業のエンジニアによる講座を受けることで、学生自身の勉学に取り組むマイノリティや、大学期間の充実した生活にも活力を生み出すと考えている。大学全学を通じた新しい学科構想も考慮しながら、今後も、継続的な産学連携に取り組んでいきたい。

なお、現在長崎県及び県立大学、長崎総合科学大学と連携し、長崎市出島地区における産学官連携「インキュベーター」建設準備に着手しつつあり、より広い産業界との連携やより広い学生への受益のために、こうした施設の利用も有効であると考えられる。

7.3 産学連携の持続に向けた具体的な方策

今後の産学連携の持続に向けて、以下のことを設定・検討を進めている。

- 既卒者及び今後の既卒者を中心としたSNS等交流機会の設定

MixiをはじめとしたSNS（ソーシャルネットワーキングサービス）の隆盛は近年めざましく、特にPC・携帯電話のハードユーザーである若年層においての利用率は高い。趣味や娯楽の領域だけではなく、大学の学科やゼミ、ある企業の内定者などのコミュニティ（SNS中のグループ）まで組織されている。

比較的若年の大学既卒者及び今後の既卒者においてはこうしたコミュニケーション機会を設定し、修士・博士・ポスドクなどの人材が大学の研究・教育の動向を発信することによって、既卒者である産業界人材についても大学とゆるやかなネットワークを維持することができるものとする。

- 連携コスト捻出のためのTLOの活用案の検討

長崎大学では、平成16年、TLO法の認定を受けた株式会社長崎TLOを設立しており、現在ライフサイエンス分野でのライセンス移転実績を有している。技術移転が実施された場合、ライセンスに基づく実施料収入は現在、企業からTLOへ（そのうち一部は大学へ）支払われることとなっているが、これを実施料そのものではなく、当該企業で活躍する人材を教育人材として活用するためのコストとして用いることを検討する。

企業の人材を大学教育に活用することは、その機会の設定も容易ではないが対価の設定しづらいため、こうしたライセンス移転による連携と取引の機会を活用することは極めて有用であるとする。

- 集中実施的な教育訓練プログラム以外（学外アドバイザー）等の制度の検討

本教育訓練プログラムは集中実施したが、直接講師をつとめること以外に、産業界人材が学外アドバイザーとしてカリキュラム構成や卒業論文テーマの設定等のアドバイスをを行うことは、開発現場で即戦力となる人材育成の面から望ましく、かつ比較的産業界の負担も軽いものとする。

ただし、前述したSNSのように、緩やかながらも大学と当該企業とのつながりが維持されるしくみが前提であり、これを欠いては比較的軽いとは言え産業界にお

いて達成感やよりよい人材のリクルーティングにつながる機会の発掘などの目的は達せられず本取り組みは難しいものと考えられる。

F Dの視点から見ると、今回の教育訓練プログラムで得られたと評価する前述魅力(a)～(d)のうち、(b)～(d)については外部人材・産業界の人材であるが故にもたらされた面が大きい。特に(c)(d)についてはこれが顕著であるといえる。

ただし「(a)開発現場でも有用なスキル獲得につながるプログラム内容」については、大学の教授職における資質開発においても吸収すべき要素が多くある上、この点における向上は大学の機能のもう一つの柱である研究に関しても、けして軽視やウェイト低下にもつなげるものではないと考える。

具体的には、教育スキルの一つであるプログラム（ここでは一まとまりの単位となる講義の中で、どのような講義内容の構成とし、どのような事例、演習手法等を用いるか）作成スキルにあたっては、スキルそのものを産業界から大学側に移転するというよりも、講義で教えられている技術や知識がどのように産業界で活用されているかという事例や現場ならではのエピソード、しかもできるだけ具体的で最新のそれが提供されることが有用であると考えられる。

大学教授職にある人材は当該技術に関する専門性や教育スキルが低いわけではない。こうした産業現場での最新動向に触れることで、学生に対して魅力的なプログラムを作成することができるだけでなく、プログラム作成スキルや教育スキルを高める方向性を見出し、指針にしていくことが可能であると考えられる。

7.4 高等教育機関側の変革に向けた具体的な方策

優秀なIT技術者ニーズ、特に組み込みソフトウェアにおける人材ニーズはごく近年生まれたものであり、これに対応する研究者人材・教育者人材のいずれも、高等教育機関全般に不足している。しかし、優秀なIT技術者を育成するには長期間を要する上、その教育訓練は学生から企業人にわたって継続的・系統的に、また相互補完的に行われることが望ましい。この条件を充足するには高等教育機関側において、以下のような方策を通じた変革への取り組みが必要であると考えられる。

(1) IT技術者育成視点からのカリキュラムのカテゴリライズ

特にIT技術者育成に資するべきカリキュラムを設定し、このカリキュラム群における産学連携の推進について学部内オーソライズを行う。あわせて講座名称についても、習得スキルが明示された名称への切り替えを図ることによって、学生及び採用担当者等産業界へのアピールが可能なものとする。

(2) 今回の事業及び本事業報告書を踏まえた指導マニュアルの作成

特に今回実施したうち、学内の講師の連携によっても実現可能な、顧客役・上司役等のロールプレイング等について具体的な実施要領を記録し、今後の指導に役立てる。

(3) 産学間の人材交流

学生のインターンシップだけでなく、大学側人材と産業界での中期・長期にわたるインターンシップ実施は、限定的ながら今回の事業と同様な教育訓練カリキュラムの実現につながると考える。

(4) カリキュラムに関する学外レビュー

前述「特にIT技術者育成に資するべきカリキュラム」群について継続・反復して産業側からのレビューを受け、IT技術者ニーズとのマッチングを図る。

7.5 実践的なIT教育訓練の実施に係るコスト分析

本年同様、参加学生数61名の場合のコストは以下の通りである。

(1) 費用用途Aについて

前半5日間の講義・演習はメイン講師1名、サブ講師2名で実施、後半のPBLは、10チームに対しPBLコーチを5名(1人で2チームを担当)。講師人件費には、事前打ち合わせや準備を含む。

(2) 費用用途Bについて

長崎大学所有の学習ボードでカリキュラムを開発しているため、次年度からは、テキスト・資料の印刷費のみで対応可能と思われる。

(3) 費用用途Cについて

福岡から講師の調達が可能な場合は、交通費は6,000円となる。宿泊は、前泊、最終日当日帰りで計算している。

表 7-1 産学連携に必要なコスト見積り

費用用途		内 訳		算 出 根 拠 等			
A	講師調達	4,760,000	1	講師人件費	1,200,000	企業からのメイン講師の派遣費用	@120,000(講師日単価) × 10 日分 × 1 名
			2	アシスタント人件費	1,000,000	アシスタントのサブ講師派遣費用	@100,000(講師日単価) × 5 日分 × 2 名
			3	PBL 人件費	2,500,000	PBL コーチの派遣費用	@100,000(講師日単価) × 6 日分 × 5 名
			4	環境設定日	60,000		@60,000(講師日単価) × 1 日分 × 1 名
B	教材調達	183,000	1	教材セット一式	183,000	テキスト、資料の印刷大	@3,000 × 61 冊
C	その他	662,764	1	交通費	394,664		@49,333 円(長崎-東京 SNA 航空往復割引 48,190 円(税別)、 長崎空港-長崎駅バス往復割引 1,143 円(税別)) × 8 回
			2	宿泊費	268,100		@5,362 円(富士通契約宿泊施設長崎地域平均単価) × 50 泊
D	一般管理費	560,576					
	小計	6,166,340					

8. まとめ

(1) 大学側の成果

本事業の実施において、大学側では、以下のような成果が得られたとの認識を持っている。

a. 開発現場で有効なスキル獲得につながるプログラム内容

産業界側に蓄積されており、大学側にはないスキルの一つとしてリスクマネジメント技術があげられる。つまり、事前に発生するであろうリスクを想定する経験や、リスクの発生において可能な限り影響を小さくする設計手法などである。

今回の教育訓練では、PBL演習の機能実装工程において、結果として実現した機能は同じであっても、これまで企業がさまざまなトラブルを解決する中で蓄積してきた有効な開発手法を、具体的な指摘事項として指導することで「なぜそうなるのか」を納得しながら理解できるように工夫されていた。また、今回は長崎大学が保有する学習ボードを、学生が占有できる環境の下でカリキュラムが進行できた。これに関しては、実際の開発現場では得ることが難しい類まれなる優良環境であった。こうした十分に学習ボードに触れる時間を設けることができたことは、短時間と限られた現役エンジニア講師陣からのアドバイスを最大限に吸収する上でも、非常に効率的なスキル獲得に繋がったといえる。

b. 開発現場でのプロジェクトの進め方を学べるという教育手法

今回の教育訓練プログラムの一環であるPBL演習においては、開発現場の感覚を十分に取り入れた教育手法を採用していた。

具体的には、大学における教育では抜け落ちやすい顧客意識、コスト意識、時間意識がしっかりと今回の教育訓練では盛り込まれていた。プロジェクトで開発を実施する際、「工程」を踏んで進められるが、その各段階においてレビューが実施された。レビューの実施方法に関しては、便宜的ではあるが、顧客役や上司役にアポイントメントをとって実施するように指示するなど、開発陣営以外の関係者の存在を意識することの重要性を学びとれるようになっていた。また、開発テーマ“音声出力する電卓”の要求仕様に変更が生じた場合も、議事録を作成し、しっかり変更を証明できるようにしておかなければ、場合によっては、最終納品時に顧客の受入拒否が発生するリスクがあることなどを体験した学生もいた。各工程を進める中で必要となる手続きを通じて、ひとつの製品開発は、開発者の一存で進められるわけではなく、各関係者とのやり取りが必ず必要になることを、まざまざと感じるに十分であったと思われる。

「知識の習得」や「開発への欲求」だけでは開発を進めることができない現実、つまり、プロジェクト内での協調性、コミュニケーション能力、また渉外的なコミュニケーション能力が必要不可欠な社会の厳しさをも体験することができたと思われる。

c. 開発現場で実務に関わっている人材から学べる講師人材

今回の教育訓練プログラムにおいては、現場第一線で組み込みソフトウェア開発に従事するエンジニア講師を総勢13名調達したものであった。

ソフトウェア分野とハードウェア分野の融合であり、技術革新の激しい組み込みソフトウェア開発業界における、リアルな実務的スキルや、開発手法を直接指導してもらえる絶好の機会であった。また、本事業は、その13名の講師が知識だけに留まらず、組み込みエンジニアとしての生活や日常業務などから感じる様々な振り返りから、「学生時代に培っておくべき知識」や「とっておくべき行動」についての講話も行われた。

そこから学生が汲み取り、感じることできた刺激は、ある意味、社会における学生たちの「先輩」としての実像とともに、学生の今後の学習意欲や就職意欲の向上と、希望を持った学業へと繋がる、大いに役立つ交流となった。

(2) 企業側の成果

本事業の実施において、企業側では、以下のような成果が得られたとの認識を持っている。

a. 企業内教育、特に初期の教育手法の向上に向けた課題の把握や示唆

これまで、企業における新人採用後の教育は、OJTによるものであり、現在でいうスキル標準に合致したというものではないケースが多かったと思われる。そこには、組み込み開発の企業文化が存在し、例えば、状態遷移の考え方や、慣例的開発手法にはバラツキがあるなど、企業の特色として成り立つ部分と、基礎スキルとして標準化されなければならない知識とが、調整されていない状態であったといえる。

今回、一つの代表的大学において、実際の学生の習得スキルを確認しながら、短期間ではあるが、その伸長評価を行うことで、これからの企業内教育、特に初期の教育手法の向上のための大きな情報として蓄積することができた。また、企業が求める人材像と大学としての教育構想を融合させる新しい教育手法の確立へのプロセスを、産学が協同で実践できたことは、企業としても刺激であり、組み込み開発企業としての新しい方向性と人材確保と人材育成への刺激となるものであった。

b. 優秀なソフトウェア開発人材の早期発掘の可能性

優秀な人材の確保は、どの企業においても最重要な課題である。学力試験等に見る知識スキルの高いものだけに留まらず、現実の開発現場では、それら開発プロジェクトをマネージングできるコミュニケーション能力の高い人材の確保も命題といえる。しかしながら、少なからず、そういったヒューマンスキルの能力を見極めることは、簡単なことではない。そういった点では、時間をかけたリクルート活動のみならず、実際の大学講義の中で交流を含めた、スカウティングとしての視点で人材の発掘を行っていける可能性も見出すものであった。

(3) 産学協同の成果

本事業の実施において、産学が協同することで、以下の成果などが得られた。

a. 産学が認識する人材像の確認

今回の産学協同事業の実施では、学校側として輩出を目指す人材像と、企業として求めている人材像の認識をお互いにマッチングさせる議論を展開できた。具体的には、一般的に“即戦力”といった言葉で表現されてきた人材像を、漠然としたものではない具体的に能力や技量として列挙できた。

b. IT産業における問題点とニーズを踏まえたカリキュラム開発

ソフトウェア、ハードウェアといった専門的分野を体系的に教授してきた大学側と、専門分野の融合を図り、現に製品を世に送り出してきた企業における開発の実務工程が、産学を通じたひとつの流れの中で、合理的なカリキュラムとして検討し、その成果を実証することができた。