

双方向型産学連携実践教育

花野井 歳弘[†] 有田 五次郎[†] 澤田 直[†]
牛島 和夫[†] 吉元 健次^{††} 牧 蘭 幸 司^{†††}

人的資源に産業の競争力を依存するわが国においては、高度な情報技術者の育成が重要な課題である。しかしながら、産業界からは、大学教育の現状と企業が求めるニーズとのギャップが大きいことが指摘されている。大学では学術的な研究・教育に重きが置かれ、企業の実務につながる実践的な教育が行われにくい。一方、企業では増大する組み込みソフトウェア開発などにおいて、最適なソフトウェアの開発にハードウェアを含むコンピュータの動作原理の理解が必要とされているが、これらの基礎を学んでいない技術者が開発に従事するケースも少なくない。この産学双方の課題解決のため、双方の特徴を生かし、大学と産業界が連携した実践教育が有効である。九州産業大学情報科学部ではIT企業と連携し、大学の学生には企業の現役技術者を講師に迎えて現実の業務に即した模擬演習「プロジェクトベース設計演習」を、また、企業側には大学の教員による系統的な基礎教育「企業技術者セミナー」を実施し、大きな教育効果を得ている。本稿ではこの双方向型産学連携実践教育につき、その内容、実施状況、結果の評価および残された課題を報告する。

A Bi-directional Practical Education through Industry-University Cooperation

TOSHIHIRO HANAI,[†] ITSUJIRO ARITA,[†] SUNAO SAWADA,[†]
KAZUO USHIJIMA,[†] KENJI YOSHIMOTO^{††} and KOJI MAKIZONO^{†††}

As the industrial competitiveness in our country depends on human resources, one important problem issue is the training of highly-skilled information engineers. However, the industrial sector pointed out a big gap between the needs of the company and the present condition of university education. While universities consider the importance of academic research and education, practical education linking to the businesses of companies is hardly done in the university. On the other hand in the company side, the understanding of computer principles including the hardware is necessary to develop the most suitable software in embedded software development. However, in most cases, engineers who did not learn these foundations are involved in the development. To this, the practical education through industry-university cooperation was proposed as an effective solution to the problem which will make the most of the characteristics from both sides. The Faculty of Computer Science, at Kyushu Sangyo University offered a practical seminar, named "Project-based Design Practice", to students conducted by engineers from the active list of IT companies. In return, the professors in the university conducted a systematic basic education seminar, named "Company Engineers Seminar", to engineers in the industry. The bi-directional method provided an effective mutual education to both sides. This paper describes the contents, execution conditions, evaluation of results, and the remaining issues in implementing the bi-directional practical education through industry-university cooperation.

1. はじめに

産業界からは大学教育の現状と企業が求めるニーズ

とのギャップを縮小することを要望されている¹⁾。また、学生に対しては在学中から将来の志望職種を明確にし、高い職業意識を持つことが求められている。

一方、情報技術者を目指す学生にとって、近い親族、友人先輩など身近に情報技術者がいないかぎり直接情報技術者の業務実体の知識が得られず、職種選択に不安を持つことも多い。

このような問題に対応するため、多くの技術系大学・学部においては従来から、企業技術者を非常勤講師と

[†] 九州産業大学
Kyushu Sangyo University

^{††} 福岡 CSK
Fukuoka CSK

^{†††} テクノ・カルチャー・システム
TechnoCultureSystem

する講義，一定期間学生を企業現場で実習させるインターンシップ（企業実習）などが実施されてきた。

外部講師による講義は多くの学生が受講することができるがあくまでも座学であり，企業現場の雰囲気伝えることしかできない。一方インターンシップでは，学生は職場に加わり実務の体験と知識を得られるため大変有益な制度であるが，各企業ごとの参加学生数は，通常少数（数人）であり，また職場の負担を考えると系統的な教育を行うのは困難と考えられる。

このため，新しい産学連携教育として，企業から現役の技術者を大学の講師・インストラクタとして迎え，学生の指導にあたる教育方式の開発が行われている^{2),3)}。これは学生が企業現場に出向く代わりに企業技術者が大学に出向き職場環境を作るという意味で逆インターンシップとでもいうべき制度である。

九州産業大学情報科学部においても，2004年度に経済産業省の「産学協同実践的IT教育訓練支援事業」の支援を受け「組み込みソフトウェア技術者育成実践教育プログラム」を実施し，組み込みソフトウェア技術者育成のためのモデルカリキュラムの設計開発を行った^{4),5)}。2005年度には連携企業を増やすなどさらにこれを発展させて継続実施した。

また，組み込みソフトウェアの開発にあたる企業においては，制約の多い組み込みソフトウェアの開発にコンピュータの基礎知識を持つことが必要である^{6)~8)}。このため，各企業内では基礎知識の教育が行われる⁹⁾。しかしながら，企業内で体系的な基礎教育を行うには困難がともなう。この教育に強い必要性を感じていた連携企業において，2005年度に大学での専門科目を適用し大学の教員が企業に出向き講義を行った。これにより，図1に示すような前記逆インターンシップと対をなす双方向型の産学連携実践教育を実現した。

これは，実践的IT技術者の育成という共通の教育

目標に対し，大学と企業がそれぞれの特徴を生かして参加する新しい教育システムである。このシステムではフィードバックループが構成され，大学においては学生の教育内容の充実，教員の教育技術の向上が期待でき，企業においては社員の技術レベル・意識の向上が期待できる。

本稿では，この双方向型産学連携実践教育について，その内容，実施状況，結果の評価および残された課題などについて報告する。

まず2章において，このような産学連携教育が実現された経緯を述べる。3章では企業から現役技術者を迎えて大学の正規授業として実施した「プロジェクトベース設計演習」について述べ，4章では大学から企業へ出向き実施した「企業技術者セミナー」について述べる。

2. 経緯

九州産業大学情報科学部は7番目の学部として2002年4月に開設された。開設にあたって2大教育目標を掲げた。「情報科学・情報技術の基礎を確実に身につけ，高い倫理観を持った職業人として社会に貢献する人材の育成」「社会の仕組みや人間の特質を知って情報技術を適切に適用できる能力を持った人材の育成」である。コンピュータをはじめ様々な技術がブラックボックスされる現実のもとでコンピュータの動作原理をわきまえた情報技術者，あるいは，ハードウェアを怖がらないソフトウェア技術者の育成を目指し，基礎を重視したカリキュラムを設計し実施した。情報科学部では地元の産業界の関係者に授業を公開し授業参観とその後の懇談会を通じて情報科学部の教育について理解を深めてもらう企画を展開していた。

2004年3月に開かれた情報処理学会全国大会で，情報技術者の継続教育に関するパネル討論で著者の1人が，有賀貞一氏（現在，株式会社CSKホールディングス代表取締役）とパネリストとして同席し，基礎の重視について意見の一致をみた。有賀氏は当時，株式会社福岡CSKの社長をかねていたため，同社の地元責任者が上記の公開授業や懇談会に出席するなどして，本学部のカリキュラムに特に関心を示すところとなった。企業では実践的なスキルや知識は仕事をやりながら修得していくが，基礎となる知識を体系的に修得する機会に乏しい。情報科学部教育と同社の社員研修との接続方法がないか，その可能性について両者の間で話し合いを始めようとしていた。

2004年8月に経済産業省から「産学協同実践的IT教育訓練支援事業」が公募された。これに応募するこ

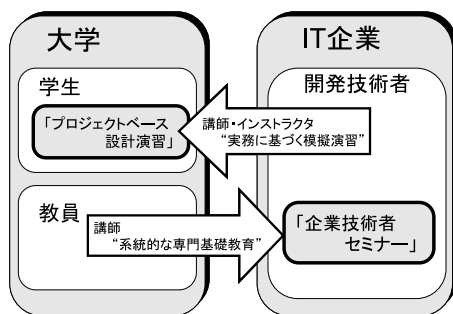


図1 双方向型産学連携実践教育の概念

Fig. 1 The concept of the Bi-directional Practical Education through Industry-University Cooperation.

とから、本稿で報告するプロジェクトが開始された。すなわち、大学で不足する実践的知識を企業からの支援で、合わせて産業界で不足する体系的な基礎知識を大学教員が技術セミナーの形式で、育成する技術者像を共有しながら双方の不足を互いに補い合うというものである。

3. 「プロジェクトベース設計演習」

企業から現役技術者を講師に迎えて実施している授業は、大学3年次の学生を対象とした「プロジェクトベース設計演習」で、2004年度より実施している。

3.1 背景

産業界における現実の製品およびソフトウェア開発業務では、人数によるプロジェクトにより遂行されるのが一般的である。プロジェクトにおいては、いかにチームとして取り組み、定められた仕様の製品を開発するかが問われる。このためには、プロジェクトによる業務のあり方、すなわち、実際の開発業務を行ううえで重要となる品質・納期・コスト管理など、エンジニアリングとしての修得が必要不可欠になっている⁷⁾。

これら、開発業務に必要な技術・知識は企業に就職した後 OJT (on-the-job training) により教育されるのが現状である。また、インターンシップによっても在学中に実務経験を得られる。これに対し、本授業は以下のように計画された。

(1) 特徴

● 目的と内容

OJT では、実際の業務を通して部下を有能な技術者に育てるべく業務の一環として実施される。教育内容は、業務内容に沿って必要となる技術・知識が教えられるため、系統的なカリキュラムに従って実施されることは少ない。

インターンシップは実社会の実務経験、雰囲気などを体験することが主目的であり、実習内容は必ずしも情報技術関係の業務に限らず、たとえば営業、秘書業務などを含め受入れ企業が選ぶ種々の業務が対象になる。

これに対し、本授業は大学の教育の一環としてカリキュラムに系統的に組み込まれた内容である点に特徴がある。

● 受講生数と受講期間

OJT では上司が直属部下数人に、特別に期間を区切らず絶えず行うことが求められる。インターンシップは通常数人の学生に対し1~2週間程度集中して行うなど小人数を対象とする。

本授業では、数十人の受講生に対し正規の授業と

して実施される。

● 授業内容の評価・改善

OJT、インターンシップでは、教育の方法内容は各職場の上長にまかされており、教育効果を測定評価し改善に役立てることまでは通常行われぬ。本授業は大学での教育として、組織的に教育効果を測定、評価、フィードバックする。これにより教育効果を向上させるための努力がなされる。

● 講師と受講場所

OJT では企業の仕事現場で直属の上司がマンツーマンで教育にあたるため、教育を受ける部下は真剣に修得にあたり、高い効果が得られる。

本授業では、大学内の教室で実施するが企業の現役技術者が講師・インストラクタにあたるため受講生は通常の教員が行う授業に比べ緊張感を持って受講する。実際本授業では、欠席がほとんどないことから確認できる。

このように、従来から実施されている OJT、インターンシップに比べ本授業は、大学の正規授業としてカリキュラムに系統的に組み込まれた実践的演習という新規な取組みの授業である。

(2) 期待される効果

学生にとり、本授業で在学中に開発作業の実際を経験し、その技術を修得することは、個々の学生の能力技能を増すとともに、実社会における業務の知識が得られる。これにより、就職後の業務がどのような内容であるかが理解でき、職業選択の不安をなくす効果も期待できる。

また、企業にとっても、実業務の知識および意欲を持った学生を迎えることは入社後の意識教育が容易になるなど大きな効果が生じる。

(3) 企業と連携した実施体制

大学では、プロジェクト管理・運営に関する講義は行っても、実習・演習を行う人材・ノウハウが不足しており十分な実践教育を行うことはほとんど不可能である。このため、本授業ではソフトウェア開発に豊富な経験を持つ IT 企業の協力を求め、現役の技術者の指導によるプロジェクト開発を模擬演習として体験させ、その開発実務がどのようなものであるかを修得させるために開発した。

3.2 授業の目的

本授業は、今後ますます重要性を増す組み込みソフトウェア技術者の育成を目的としている。組み込みソフトウェア開発には、開発製品のコンセプトの理解の下、与えられたハードウェアリソース内での開発が必要など、幅広い知識と経験が必要になる。本授業によ

る演習体験から組み込みソフトウェア技術への理解がはかられ志望する学生を増やす効果が期待できるためである。

また、組み込みソフトウェア技術者のみではなく、小規模ソフトウェア開発をも念頭に置いている。この理由は、短期間で済むこと、少人数でまとまること、また、演習過程を通じて受講学生全員が必然的に開発過程全体を見通せるため、プロジェクト運営に対する理解が深まるなど教育効果が期待できることによる。

あわせて、この教育で直接的に何かを得るというだけでなく、今後の授業において、どうしてこの勉強をしているのか、就職してどんなことにつながっていくのか、どんなことを学ぶ必要があるのかなど、これから先の授業のモチベーションの向上や理解度の向上をも期待している。

具体的な目的は下記である。

(1) 組み込みソフトウェア開発の内容の理解

- 組み込みシステム開発のための基礎的技術の理解と修得。
- LEGO社のMindStormを使用したライトレースシステムの開発を通じて、簡単なセンサ系の処理、駆動系の制御などの時間タスクの制御などがC言語を用いて実装、テストなどの製品設計技術。

(2) プロジェクト運営についての理解

企業技術者による講義・演習指導により、企業現場におけるシステム開発を模擬体験し、座学では得られないプロジェクト運営についての理解を深める。

- 開発において、品質・コスト・納期を意識したプロジェクト管理・運営ができる能力。
- プロジェクトリーダー、コスト管理者、進捗管理者、品質管理者、構成管理者の業務内容と重要性の理解。
- 要求仕様からの機能仕様書、プログラム設計仕様書、テスト仕様書などの作成を通じて、従来の学部教育では必ずしも十分ではない、ドキュメントの作成、およびテスト（検査）の重要性の学習。

3.3 授業形態

授業は、九州産業大学情報科学部の正規授業として実施している。2004年度および2005年度に実施した授業内容を表1に示す。

(1) 授業科目

本演習の効果をあげるための下記の要件を勘案し決定した。

表1 プロジェクトベース設計演習の授業内容

Table 1 Lecture contents of the Project-base Design Practice.

		2004年度	2005年度
授業科目		正規授業「社会情報システム学演習・知能情報学演習」(2単位)の共通選択テーマとして実施	
対象年次		3年次後期	
時間数		1週1回(3時間)	
実施回数		8回	14回
受講学生数		24名	23名
実施体制	専任教員	1名	2名
	実習助手	1名	—
	SA	—	5名
	連携企業数	1社	2社
	企業側講師 インストラクタ	10名	13名
テキスト	講師が作成した独自教材		
実験実習機材	LEGO社 MindStorm		

- 受講生は、卒業後の職業につき感心が高い高学年であること。
- 演習には、プログラム技術の保有が望ましいこと。
- 本演習の意義・効果の確認評価には、早急に具体化し、実施・改良が必要であること。

これらの要件から、全体のカリキュラムを見直し新しい授業科目を作るのではなく、現状のカリキュラムの中で実施することとし、3年次後期の必修科目「社会情報システム学・知能情報学演習」として実施した。

この科目は3年次の全学生を各教員に10名程度分属させ、各教員が与えるテーマで演習を行う総合演習科目である。演習テーマは、4年次通期の必修科目として実施する卒業研究の前段階の位置付けで、卒業研究に必要となる能力、知識の修得など、各教員にまかされている。

実施には、「社会情報システム学・知能情報学演習」の共通テーマとして設定し、受講生募集は全学生に公開して受講生を募るのではなく、各指導教員の指導を通じて受講生を募集し実施した。ただし、よりプログラミング能力を得た後の4年次前期の実施が望ましいこと、および受講生募集には、指導教員の協力了解が必要であることなどの課題も残った。

(2) 授業時間数

1週1回(3時間)で、後期の授業として14回実施される。ただし、2004年度は、本演習の準備、打合せなどにより開始が遅れたこともあり、8回実施であった。

(3) 実施体制

企業側講師・インストラクタを中心とし、大学側は専任教員および実習助手または SA (Student Assistant) で構成している。

(4) 企業側講師・インストラクタ

2004 年度は、株式会社福岡 CSK, 2005 年度は同社に加え、株式会社テクノ・カルチャー・システムの現役技術者で構成している。なお、企業側講師・インストラクタは、授業の内容に従い各回 6 名程度指導にあたる。

(5) 講義および演習に使用するテキスト

すべて講師により作成された独自教材である。

(6) 実験機材

LEGO 社の MindStorm を使用した。

3.4 2004 年度からの改善点

2004 年度は、初年度であり本演習の教育効果が大きいことが確認できたが、また、改善すべき内容も発見できた。

2005 年度は、これらをふまえていっそう発展させて実施した。以下に、2005 年度の授業実施にあたり 2004 年度より改善した内容を述べる。

(1) 授業時間

2004 年は、演習の内容・体制などの準備のため開講が遅れたため、授業時間が 8 回 (24 時間) しかとれなかった。2005 年度は、正規の授業回数 14 回 (42 時間) で実施した。

(2) 連携企業

2004 年度は、株式会社福岡 CSK 1 社であったが、2005 年度は、株式会社テクノ・カルチャー・システムを加え 2 社の参加を受け実施した。

(3) 指導体制

2004 年度は、大学側の指導体制の充実を意図し実習助手 (大学院博士後期課程学生) 1 名を加えていたが、2005 年度は、これに代え前年度の本授業の受講経験のある上級生 (4 年次生および飛び級により進学した大学院博士前期課程学生) を SA として 5 名を加えた。この SA はプロジェクト演習推進に助言を与えるため各チームに配属された 4 名および特にプログラム作成の指導にあたる 1 名の構成とした。

3.5 カリキュラムの特徴

本演習では、目的とする教育効果をあげるため、カリキュラムに多くの工夫を加えている。カリキュラムの特徴と狙いを以下にまとめる。

(1) チームによるロールプレイング形式の開発演習

- 受講生は、5~6 名のチームに分かれる開発

演習を行う。

- チーム内では、受講生全員が別々の役割を分担し、演習時にはその役割を演じるロールプレイング形式で行う。

これは、小人数で、かつそれぞれが役割を意識して開発演習を行うことにより、チームワークの重要性を認識させるとともに、プロジェクトの遂行状況全体を見通しながら演習を行うことにより、プロジェクト運営を体験させる狙いである。

(2) 手厚い指導体制

- 各チームには、演習作業でのチームごとの問題点の相談と解決への指導役としてチームに専任の上司役、および SA 各 1 名を配置する。
- 実際の受注作業をできるだけ体験し、実務の感触を得させるため、顧客役を用意する。
- プログラムの作業外注も選択できるよう外注役を用意する。

(3) 「もの造り」が体験できる開発演習内容

- 演習教材には、組み込みシステムを想定した LEGO 社の MindStorm を使用する。
- 開発したプログラムにより実際に動く様子が実感でき、「もの造り」の喜びおよび達成感を得ることを狙っている。

(4) 学生には不慣れな徹底した報告・フォロー

毎回冒頭での進捗フォロー会議、終了時の日報作成および提出を徹底する。これにより、業務がキチンと手戻りなく遂行されることを体感させる。

(5) 突然の開発仕様の変更・追加

組み込みプログラム開発の実業務では必ず発生する当初仕様の変更、追加あるいは納期短縮など、演習の途中で提示する。このことは演習開始時には説明あるいは予告せずに演習の進捗状況をみながら実施する。これにより、実業務の状況を体感する。

3.6 カリキュラム内容

カリキュラムは、表 2 に示すように講義と演習により構成されている。

(1) 講義

演習を行うにあたり、プロジェクトとはどのようなことか、組み込みソフトウェア開発とはどのようなことかを講義する。特に、大学での講義では詳細には触れない実業務の様子、すなわち、開発はプロジェクトと呼ばれるチームで業務にあたり、特に品質・コスト・納期が重要であることを意識づける。また、現実の業務ではつきものの失敗事例なども加えられている。講義内容の概要を以下

表 2 カリキュラム
Table 2 Curriculum.

回	内 容	
1	オリエンテーション	
2	講義	組み込み開発とは プロジェクトとは？
3	演習説明	開発演習の概要および進め方 報告の仕方、会議の仕方
4		開発演習課題概要 開発技法・構想設計について
5	開発演習 1	構想設計
6		スケジュール作成 ソフトウェア設計
7		プログラム実装
8		テスト 検収
9	開発演習 2	追加仕様提示・説明 構想設計およびスケジュール作成
10		ソフトウェア設計および実装 テスト
11		最終検収 まとめ
12		成果発表会準備
13	まとめ	成果発表会
14	講義	プロジェクトのリスク管理

に示す。

- 組み込み開発とは
ソフトウェア開発工程
機器組み込みシステムの特徴
(製品コンセプトが重要であること)
プロジェクトについて
(品質・コスト・納期の重要性)
- プロジェクトとは
プロジェクト管理について
(特にプロジェクトリーダーの役割と重要性)
プロジェクトのリスク管理と失敗事例
(状況, 原因, どのように収束させたか)

(2) 演習説明

開発演習に先立ち、開発環境などの技術内容説明のほかにプロジェクト運営のルールの説明を行う。

- 報告の仕方
コミュニケーションの重要性
報告の仕方、会議の仕方
(議事録, 日報の重要性と書き方)
- カリキュラム概要
チーム編成と役割分担

(3) 開発演習

演習の内容は、できるだけ現実の製品開発の受注案件に近い環境を設定するため、発注商品のコン

セプトを明確にし、仕様・納期・予算を定めた。また開発途中に新たな追加仕様の受注(開発演習2)も用意するなどの工夫をしている。

(a) 演習内容

開発演習 1:

- 機能: ライトセンサによりライトレースしながら走行する自動車おもちゃ。
- 開発環境: LEGO 社 MindStorm マルチタスク, C 言語
- 納期: 演習 5 回後
- 開発予算: 800 万円
- 性能: 定められたコース 1 周 30 秒以内

開発演習 2: 追加仕様

- 機能: タッチセンサを追加してあらたな機能を考案・提案し、開発。
- 納期: 演習 3 回後
- 開発予算: 300 万円

(b) 毎回の演習の構成

毎回の演習は、実際のプロジェクトによる組み込みソフトウェア開発業務を模して下記の内容を実施した。

- 進捗ミーティング: 各チームごとに、顧客役がプロジェクトリーダー, 進捗管理者とミーティングを行い、進捗状況, 問題点のフォローアップ, 対策方針決定などの打合せを実施。
- 議事録作成: 上記打合せ内容を議事録にまとめる。
- 演習作業
- 日報作成: 毎回、演習の最後に全メンバーが日報を作成し提出して終了する。

3.7 チーム内の役割

各チームでは下記のように全員がそれぞれ役割を持ち演習にあたる。

- プロジェクトリーダー (PL)
プロジェクトのまとめ役であり、対顧客との折衝を含めプロジェクトの運営の責任を持つ。
- コスト管理者
予算の立案および管理を行い、予算差異および利益管理を行う。
- 進捗管理者
日程表の作成および進捗管理を行い、作業遅延を監視、納期遅延防止の責任を持つ。
- 品質管理者
要求仕様に基づきテスト仕様書を作成、テストを実施し、開発ソフトウェアの品質を確認する。

- 構成管理者
日々刻々のプログラムのバージョン管理を行う。
- 開発リーダー
技術面で指導的な役割を果たす。特に、C言語、マルチタスクなど初めての経験者が多いため、技術面での指導的な役割を果たす。

3.8 講師・インストラクタの役割

演習の中で講師・インストラクタは以下の役割を担う。

- 顧客役 … 毎回 1 名
要求仕様の提示，進捗ミーティングに参加，各チームからの質問への回答，提案された対策の承認，および開発されたプログラムの検収を行う。
- 上司役 … 各チームに 1 名
各チームに専属に配置，演習中の問題解決の方針などの指導を行う。指導内容は，解決策ではなく方針にとどめ，メンバによる自発的解決を促すこととする。
- 外注技術者役 … 毎回 1 名
チームから外注作業を依頼された場合，内容を打ち合わせ開発作業を請け負う。この場合の作業は有料とし，コストに反映することとしている。

3.9 発表報告会

開発演習終了後，各チームごとにその成果を発表する。なお，2005 年度は地域の企業に呼びかけた「九州産業大学情報科学部産学懇談会」の見学も兼ね，質疑にはこの参加者も加わって行われた。また，発表後企業側講師により，各チームの講評を行う。

図 2 に発表内容のうちの収支報告，スケジュールの予定および実績報告の発表例を示す。

また，表 3 に講師による講評のまとめ例を示す。

3.10 授業の評価

本授業は，新たに開発した教育プログラムであるため，2004 年度および 2005 年度とも受講生アンケートだけでなく外部（産業界）の評価を受け，次年度の改善に役立っている。

(1) 受講生による評価

2004 年度は選択形式のアンケートにより受講生の意見・感想を求めた（図 3）。

- 業務について：
開発業務への知識と理解は十分に得られた。また，情報科学の知識がどのように産業界で使われているかの理解が深まり，今後の勉学へのモチベーションの向上が図られた。また，組み込みソフトウェア技術者への志望増加にも貢献できている。

収支報告		
	予定	実績
売上	800万円	800万円
工数	5,430人分	6,960人分
経費	640万円	734.4万円
利益	160万円	65.6万円
利益率	20.0%	8.2%

スケジュール										
予定										納期
日時	10/24	10/31	11/14	11/21	11/28	12/5	12/12	12/19	12/26	
案件定義										
設計										
実装										
テスト										
実績										納期
日時	10/24	10/31	11/14	11/21	11/28	12/5	12/12	12/19	12/26	
案件定義										
設計										
実装										
テスト										

図 2 発表内容例
Fig. 2 Examples of an oral report.

表 3 講師による講評結果

Table 3 Comments from the instructors.

チーム	1	2	3	4
総合ポイント	50	50	59	67
成果物	基本仕様分の成果物納品			
	追加仕様分の成果物納品			
	ソフトウェアの品質 ドキュメントの品質			
プロジェクト演習	コミュニケーション 各担当の責務状況 適切な作業分担	x		
	納期の厳守	x	x	
	利益率	x	x	

- プロジェクト運営について：
開発プロジェクトでは，品質・コスト・納期の重要性，およびプロジェクトリーダーの重要性はよく認識できている。しかしながら，その他の役割についての理解は十分でなかったようで，今後の各役割の業務内容，責任範囲，重要性などの指導強化に課題を残した。
- 演習について：
企業の現役技術者による指導は通常の授業に比べ新鮮で印象深かったことがうかがえる。また，もの造りの楽しさを得ることも達成できた。
- 難しかったこと：

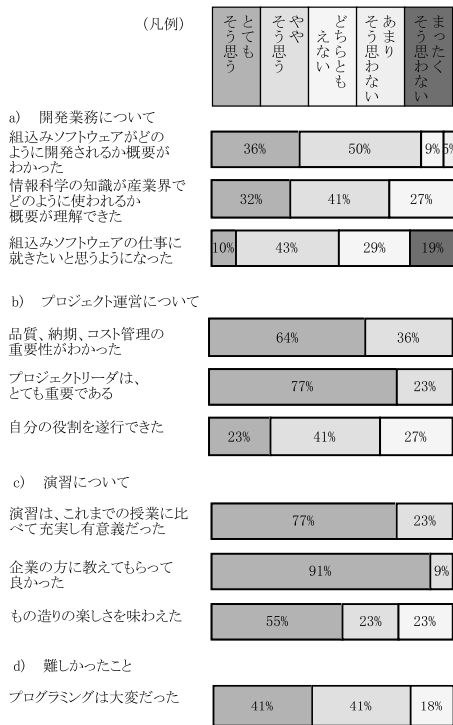


図 3 受講アンケートの結果

Fig. 3 The questionnaire results from students.

3 年次までの授業では、プログラミング言語として JAVA を使用していることもあり、C 言語、マルチタスクでのプログラミングには経験者が少なく困難がともなったようである。このため、プログラミング作成に時間と注意が向けられず時間不足の原因ともなった。2005 年度は、成果報告会での意見、感想を集めた。2004 年度と同様に大きな教育効果が得られた (図 4)。以下この内容を見てみる。

- コミュニケーションの重要性についての感想が特に多く、本授業の主要な目的が達せられたことが分かる。
 - － この演習を通して 1 つのことに対して班をまとめたり開発を順調に進めるためには、班全員の意思の疎通や協力がなければいけないことを学びました。
- 実業務に近い演習、講師の方々との話などから開発業務の内容が理解されたことが分かる。
 - － 実際の仕事の流れなどを体験できて良かった。
 - － 企業の方々と接することにより、社会性を学ぶことができよかった。
- 演習では、達成感も得られている。

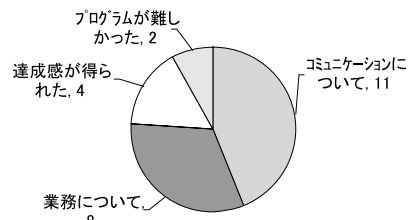


図 4 受講生の感想

Fig. 4 The questionnaire results from students.

－ 意見をまとめることやメンバの士気を保たせることが難しく、PL の難しさを知りました。しかし、皆が一致団結して作業をできているときはとても楽しく、PL としてはなおさらうれしく思い、PL としてのやりがいを感じました。

なお、初めての C 言語、マルチタスクについては 2004 年度同様に苦労が多かったことがうかがえたことから、授業方法にさらなる改良が必要であることが分かった。

(2) 企業および講師・インストラクタの評価

連携した企業にもこの演習により以下の効果が得られた。

- 学生に教えながら、実は自分自身の教育 (教えることの難しさを体感)

「土俵の違う人間 (素人) に教えることの難しさ」を痛感する。技術的な知識を教えることもさることながら、たとえば、議事録や日報といったふだんあたりまえのように使っている側 (素養として備わっている側) と、言葉そのものを初めて聞く側とのギャップ。原始的 (原則的) なものであればあるほどその説明には苦労する。知識を持ち合わせない相手に、どうすれば分かってもらえるかを工夫し経験を積める貴重な場といえる。
- ノウハウの蓄積

一通りの技術を身に付け、日々企業の開発現場で活躍する技術者であることに違いはないが、「自身の知識や経験を、人に教えるためのテキストに変換する」「知識を明文化する」という作業は、技術の整理・棚卸に役立つ。また「技術 = 知識 × 経験」であるが、案外と経験のほうが先行し知識のほうは、工学や科学に基づいた体系だったものでなかったりする部分がある。こういったものもテキストとして学生に対して公にするには一度、原理や原則に根ざした情報として見直す必要があり (ウソはつけない)、忘れかけていた技術者自身の基礎スキルを客観的に見つめなおすのには有

効な機会となる。さらに何よりも、技術者に内在するスキルを明文化（可視化）することで、これが社内の財産となることには大きな価値がある。

● 社員のモチベーションの向上

企業内では、社内教育（研修）と称して多くの教育が行われる。このために、社員自らも社内講師として携わることはよく見受けられることである。このような教育は、企業の事業の方向性と人材育成とを合致させ、将来的な企業の収益性と事業戦略に強く結びついている。社内講師という役割もこのようなミッションのもとに、即戦力化を目指したモチベーションの与え方の1つである。

一方、産学連携による当教育は、このように直接的に自社の発展を目指したものではない。それは、企業自身が置かれている環境、つまり地域の活性化や地場・業界の発展ということでは、「優秀な人材の育成」は不可欠であり、「地場の発展に寄与する人材、企業が求める人材育成」というのは、社会に出る前から始まっている」という視点である。この中にあって本取組みは、大学教育をより効果的にするために、企業側として何が貢献できるかといった観点のもとに行われている。

このような目的のもとに、講師・インストラクタを務める社員は、「社会的な取組みに対する誇り」を感じておりモチベーションは非常に高く、企業の社会的責任を遂行している実感があるのではないと思われる。

さらに、大学という社会性・公的性の高い機関に赴き、そこで将来を担う学生に対して行う講義は、日常の業務では得られない緊張感と充実感を得ている。

最後に、講師・インストラクタの意見として、「ソフトウェア開発における達成感を伝えられたこと」、「プロジェクト運営の困難さを体験させることができたこと」、「プロジェクトの基礎知識を教えることができたこと」など教育の喜びが感じられた、とあることを補足しておく。

(3) 産業界による評価

九州産業大学情報科学部では、毎年「九州産業大学情報科学部産学懇談会」を実施している。これは、産業界のニーズに応える人材育成の方針の下、地域の産業界の参加で実際の講義などを見学後に率直な意見・感想・要望などの討論を行った。本授業についても、2004年度は教育訓練の目的や内容の説明および実践演習の見学後に、また2005年度は成果発表会の各グループの質疑に参加後に、

意見・要望などの討論を行った。主な意見を以下に示す。

- 演習のテーマとして、プロジェクト運営を取り上げたことについては、即戦力養成の面からも期待感が感じられた。
 - － プロジェクト演習の入口としてはよくできている。できたという達成感、楽しさが重要で、今後は発展形を考えてほしい。
 - － プロジェクト管理は学生では普通体験できないので、良い経験になる。
 - － コスト意識がしっかりしている。
 - － 各チームとも、大きく成長したと思われる。社会人教育向けの教材になるのではないかな。
- 継続と拡充の意見も寄せられた。
 - － この演習は続けなければならない。
 - － チームを増やしたらどうか。
- 演習内容については、高い評価を得たが、さらに改良させるべき指摘もあった。
 - － 発表にコミュニケーションが難しいという発表が多かった。大学では技術だけでなくコミュニケーションも教育してほしい。
 - － プレゼンテーションはカリキュラムの中に入れたほうがよい。

(4) まとめ

総合的に見た評価を以下にまとめる。

- 企業の現役技術者を講師に迎えての授業は、学生にとり非常に新鮮であり、単に技術知識の修得だけでなく、実業務の知識を得ることにより職業選択にも大きなインパクトをあたえるなど非常に教育効果の高い方法である。
- 少人数のチームに分かれての模擬演習は、プロジェクトによる業務の理解を深めるとともに、チームワーク、コミュニケーションの大事さ、リーダーの重要さの認識などを学生に理解させる最も有効な方法である。
- 各チームの成果には差があったが、これはプロジェクトマネージャの個性の違いによるものと考えられる。集団の利益を重視するチームマネジメント型（9.9型）のリーダー（グリッド理論）¹⁰⁾ や課題達成と集団の凝集力維持の双方に高い配慮を行うPM型リーダー（PM理論）¹¹⁾ の存在が、その集団で高い業績を得るには重要であることが知られている。したがって、適性に基づくプロジェクトマネージャの選択とその行動のあり方は、その集団

のプロジェクトで高い成果を得るには重要となる。本演習では、プロジェクトマネージャは、教育的な視点から、本人の申し出で、または、メンバの推薦によって決定したもので、適性検査や学生たちの行動観察などに基づき決めたものではない。本演習の参加者には、上記のプロジェクトマネージャのあり方に関しては講義を行ったが、今後、プロジェクトメンバのモチベーションの高め方に関しての心理学視点での教育も行う必要があると考えている。

3.11 今後の課題

今後のプロジェクト実践教育プログラムに対しては、以下のように課題も多い。

(1) 演習実行方法について

● 受講生の増加

教育効果が大きい本授業については今後受講生を増やして継続したい。なおこれには、講師・インストラクタを増やして連携企業の負担を増やすのではなく、受講経験者を SA として指導にあたるなどの検討が必要になる。なお、SA を増やすことは、単に指導体制の強化だけでなく、SA 自身に指導経験という大きな教育効果も合わせて期待できることも理由である。

● 連携企業の増加

本授業を継続的に実施するためには大学に閉じたシステムでは限界があり、幅広く産業界からの連携・協力が必要で、広く参加を呼びかけて連携企業を増やすことが課題となる。

(2) 演習内容について

● プログラミングの困難さ対策

受講者のプログラミングの技術レベルとプロジェクト演習授業の実施時期などの検討が必要と考えている。

● PL 以外の役割の重要性の説明

各役割についての重要性説明に工夫が必要。

● プレゼンテーション教育の追加

プレゼンテーション教育をカリキュラムに追加し、表現力の向上をはかる。

4. 企業技術者 세미나「組み込み技術者教育」

大学の教員による企業の現役技術者向けセミナー「組み込み技術者教育」は、2005 年度に株式会社福岡 CSK の技術者に実施され、また引き続き 2006 年度も実施を予定している。

4.1 背景

組み込みソフトウェアが急速に大規模化かつ複雑になってきている今日、組み込みソフトウェア技術者が製品開発において主導的な役割を果たすようになってきた^{12),13)}。これは、開発にあたりニーズに応える機能の実現、開発期間、開発コストを左右するのがソフトウェア開発であるため、ソフトウェア技術者の協力なくしては目的の製品ができなくなっていることによる。

特に、製品企画部門が要求する機能を、ハードウェア設計部門から与えられる利用できるハードウェアリソースで実現するには、それらの行間を読み製品全体を把握する能力が要求されるようになってきた。これらことから、組み込みソフトウェア技術者は、単に与えられた仕様のプログラムを作成することではなく、「ハードウェアを含めた商品のコンセプトや全体感を理解し、その中でソフトウェアの役割を正しく認識して、最適なソフトウェアの構成を提言できる技術者」になる必要がある。

また、組み込み製品は小型化・低価格化が追求されることからメモリなど利用できるリソースが制限されること、および円滑なマン・マシンインタフェースを実現するために高速な応答が必要なことなど通常の業務システムにない条件が課せられる⁷⁾。このような条件下では利用できるハードウェアとソフトウェアが協調した最適なバランスで作らなければならない⁸⁾。

このため、組み込みソフトウェア技術者には熟達したソフトウェアを設計する能力に加え、ハードウェアの理解が要求される⁹⁾。

4.2 講義の目的

この講義は、プログラミング能力を持つ現役の技術者を対象に実施した。

今回の受講対象者は図 5 に示すように十分なソフ

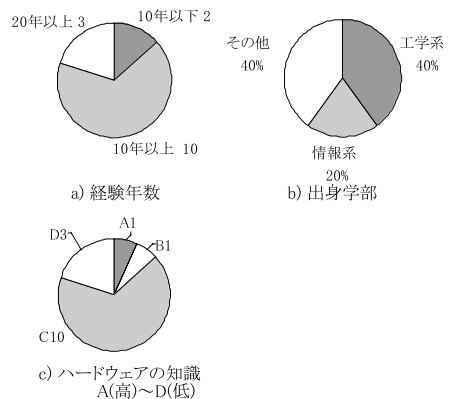


図 5 受講生の経歴
Fig. 5 Career of engineers.

表 5 講義カリキュラム
Table 5 Lecture syllabus.

回	テーマ	内容
1	CPU アーキテクチャ	ノイマン型コンピュータの基本動作原理として、CPU の構成と動作、メモリアクセスの基礎、および割込みを含む入出力部とのインターフェイス動作など、プログラム作成に役立つ内容。
2	メモリの構造と動作	
3	入出力アーキテクチャ	
4	コンパイラ&リンカ&ローダ	コンパイラの基礎から、翻訳、実行モジュール生成の原理方式。
5	論理回路	コンピュータを構成する論理素子、および例として順序回路。特に、ソフトウェア技術者には一般的に不得意な時間的、空間的な動作概念を講義。
6	通信	シリアルインターフェイス (RS232C など) を通じて、プロトコルや通信制御を実習を交えて学ぶ
7	リアルタイム OS	組み込みソフトウェアに必須なリアルタイム OS の方式と動作を実習を交えて学ぶ

表 4 企業技術者セミナーの講義内容

Table 4 Lecture contents of the Company Engineers Seminar.

時間数	1 週 1 回 (150 分/回)	
実施回数	7 回	
受講社員数	15 ~ 20 名	
実施体制	専任教員	3 名 (1 名/回)
	実習助手	1 名 (実習時のみ)
	SA	1 名
テキスト	大学で使用している各教員作成の独自教材	
演習機材/ソフト	モデル計算機 KERNEL アセンブラ/シミュレータ	

トウェア開発経験を持っている技術者が多い。出身学部は情報・工学系だけでなく文科系を含む広範囲にわたっている。このため、コンピュータハードウェアの知識についてはかなりの差が認められる。また、学生への実践演習の講師・インストラクタ経験者が多いのも特徴であった。

本講義は、これら現役技術者に対しコンピュータの動作原理、およびハードウェア、OS の基礎の系統的な講義により、組み込み製品開発の中核を担うソフトウェア技術者のさらなる能力向上に必須な基礎知識の整理および修得を目的とした。

4.3 講義形態

表 4 に示すように講義は 7 週にわたり、週に 1 回 (150 分) 各テーマについて講義を行った。講義の時間帯は、現役技術者である受講社員の業務にできるだけ支障なく、無理のないように業務終了後の夜間とした。また、講義中には理解を促進するためできるだけ演習を取り入れた構成とした。

講義には、九州産業大学情報科学部の専任教員がテーマごとに分担して担当し、演習時には、実習助手および受講経験を持つ SA (4 年次生) を加え、実技の指導体制を強化した。

4.4 カリキュラムの特徴

現役の技術者向けの教育であること、受講社員の保

有する技術知識のレベルに差があることが予想されたこと、社会人であるため学習意欲が高いこと、および現役の技術者を集中させて受講させることは企業にとって業務遂行に大きな負担となることを考慮して、大学での講義方法とは異なる内容、方法とした。

(1) 本質に絞った密度の高い講義

現役技術者の貴重な時間を割いての受講であるため、できるだけ短時間で重要かつ基本的な事項を集中講義した。

例：大学で 2 学期にわたる「計算機アーキテクチャ」および「計算機システム」を 3 回で講義。

(2) できる限り演習を取り入れ理解を促進

限られた時間内であるが、大学の授業で利用している各種教育機材を用意して実技演習をできるだけ時間内に組み込んだ。

例：大学の講義で演習に使用している「モデル計算機 KERNEL」による CPU の動作原理確認演習。

(3) ハードウェア担当と会話できる基礎知識の涵養 実務経験のない学生への講義では触れない、ハードウェアの特質、これは何に有効かなどノウハウ的な話題を多く加える。

例：アセンブラ命令の NOP はどのようなときに便利か。

4.5 カリキュラムの内容

講義のテーマは企業側との打合せで決定、大学の正規授業科目に加え受講側の業務経験に基づく希望テーマを加えた。

表 5 に実施した講義テーマと概要を示す。

講義のテーマは、ハードウェアおよびソフトウェアの基礎とし、大学の正規授業科目から重要な基礎部分を抜き出し、講義時間を短縮したものに、組み込みソフトウェア技術者に必須なテーマを加えたものである。

4.6 評価

(1) 受講社員の評価

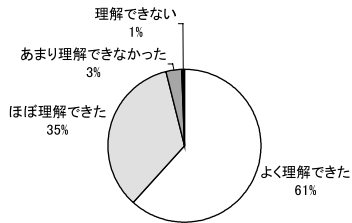


図 6 受講社員へのアンケート結果
Fig. 6 A questionnaire result.

図 6 に受講社員による全講義のアンケート結果を示す。「理解できた」がほとんどで大きな効果が得られたことが分かる。

また、意見・感想としては以下の内容が寄せられた。

- 有意義、刺激になった、知識の整理になった。
- 基礎教育とはいうものの、組み込み技術者としての幅を広げるという意味では非常にすばらしい内容であった。
- コアの部分についての知識があることにより、プログラミングに対する意識が変わってくるような気がする。
- 組み込み技術者としては、やはりハード寄りの技術も分かって一人前と判断する人もいるぐらい、ハードは密接な関係にあると思う。
- 実習が多いということは大賛成である。いかに論理を説明しても、やはり自分で作ったもので実際に動く物を確認するのがベストと思うので、その点では良かった。

また、問題点の指摘もあった。

- 時間が足りない、事前に資料で予習をしたかった。
- テキストは事前配布して予習のポイントまでは事前にアナウンスしてほしい。
- 演習の時間が、もう少しほしかった。

(2) 大学教員へのインパクト

受講社員の熱心な受講態度からこのセミナーの価値が実感できた。これは現役技術者には基礎知識が重要であることの認識が深いためであり、今後の基礎学習に手がかりが与えられたと信ずる。これに対し、カリキュラムを与えられたものとして受講している学部学生への講義では基礎が大事であると力説しているが必ずしも反応が良いとはいえない。基礎がどのように実践に結びつくか学生たちに見えるような工夫の必要性をこのセミナーを実施して実感した。企業の講師による「プロジェクトベース設計演習」に企業の講師により力説して

もらうなどに生かしたい。

4.7 今後の課題

2005 年度に初めて実施した現役技術者への講義であるが上記アンケートのように、課題が残され今後改善必要である。主な項目を以下に示す。

- 予習可能なテキストの事前提示

講義は大学のテキストをそのまま使用したため、事前にどの部分の講義を行うかを明示していなかった。このため、受講社員の強い学習意欲に応えられなかった。今後は予習ができるよう講義項目を具体的に明示した教材を準備し、学習効果を向上させる。

- 講義および特に演習時間不足について

企業内での学習であるため、時間が制限されるため、その時間に合った内容への改良への検討を続ける。

5. おわりに

本稿では高度な IT 技術者育成のため、大学と企業双方の特徴を生かした双方向型産学連携実践教育につき述べた。

IT 企業の現役技術者を講師・インストラクタに迎えて実施した「プロジェクトベース設計演習」では、大学では十分に行うことが難しい実業務に沿ったプロジェクトによる開発演習により、組み込みソフトウェアの知識と、実業務はどのようなものか、コミュニケーションがいかに重要ななど、学生には貴重な知識が得られ、職業選択の不安を解消するなど大きな教育効果が得られた。また、企業にとってもノウハウの蓄積、社員のモチベーションの向上など得るものも大きいことが明らかとなった。

大学の教員が企業に出向き実施した「企業技術者セミナー」では、受講社員の非常に強い学習意欲にも支えられて、基礎的な知識の講義を行い受講社員から大きな評価を得たことを示した。

このように企業、大学が連携した双方向の教育を実施した結果、学生への教育効果はもとより、開発演習の講師・インストラクタを務め意識を高めた技術者は、技術セミナーで高い意欲を示し成果を得ること、および開発演習と技術セミナー講師を務めた大学教員も、実践教育の効果および学生への授業に生かす教授方法の必要性など得るものが多く、大学、企業双方に効果が認められた。

しかしながら、多くの課題も残されており今後さらに内容の改良充実をはかり教育効果の高い実践教育への向上を図り、この教育プログラムを定着、完成させたいと考えている。

謝辞 講師・インストラクタとして指導していただ

いた株式会社福岡 CSK および株式会社テクノ・カルチャー・システムの皆様に、つつしんで感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) (社)日本経済団体連合会：産学官連携による高度な情報通信人材の育成強化に向けて (2005).
- 2) 平成 16 年度経済産業省委託事業 IT サービス人材教育訓練基盤状況調査報告書、みずほ情報総研株式会社 (2005).
- 3) みずほ情報総研株式会社 . <http://www.mizuho-ir.co.jp/society/itss/17.html>
- 4) 経済産業省平成 16 年度産学協同実践的 IT 教育訓練支援事業「組込みソフトウェア技術者育成実践教育プログラム」教育訓練システム実証成果報告書 (2005).
- 5) 有田五次郎：「組込みソフトウェア技術者育成実践教育プログラム」実施報告，九州産業大学情報科学会誌，Vol.4, No.1, pp.2-10 (2005).
- 6) 2004 年版組込みソフトウェア産業実態調査報告書 (2004) .
- 7) 平山雅之：組込みソフトウェア開発の現状，*IPSJ Magazine*, Vol.45, No.7, pp.677-681 (2004).
- 8) 鶴林尚靖：組込みソフトウェアの設計モデリング技術，*IPSJ Magazine*, Vol.45, No.7, pp.682-689 (2004).
- 9) 川名茂之：事例 2—車載ソフト開発の現状，*IPSJ Magazine*, Vol.45, No.7, pp.713-715 (2004).
- 10) R. ブレーク，A. マッケンス (著)，田中敏夫，小見山澄子 (訳)：全改訂・期待される管理者像—新・グリッド理論，産能大学出版部 (1992).
- 11) 三隅二不二：リーダーシップの行動科学，朝倉書店 (1994).
- 12) 田丸喜一郎：組込みプラットフォームの動向，*IPSJ Magazine*, Vol.45, No.7, pp.699-703 (2004).
- 13) 前田哲司，三好圭哉，田中博文，坂本 賢：事例 1—デジタル家電ソフト開発の現状，*IPSJ Magazine*, Vol.45, No.7, pp.709-712 (2004).

(平成 18 年 5 月 15 日受付)

(平成 18 年 11 月 2 日採録)



花野井歳弘 (正会員)

1966 年東京工業大学工学部電気工学科卒業．1968 年同大学院電気工学専攻修士課程修了．同年株式会社日立製作所入社．1990 年日立電子エンジニアリング株式会社転属．2000 年デーイーファシリティーズ．2003 年九州産業大学情報科学部知能情報学科助教授．2006 年同大学情報科学部知能情報学科教授，現在に至る．OCR の開発・設計，文字認識の研究に従事．博士 (工学)．電子情報通信学会員．



有田五次郎 (正会員)

1963 年九州大学工学部電子工学科卒業．1965 年同大学院工学研究科修士課程修了．同年九州大学工学部講師．九州工業大学教授をへて 2003 年九州産業大学情報科学部教授．工学博士．計算機アーキテクチャ，並列処理システム，FPGA 応用システムの研究に従事．



澤田 直 (正会員)

1989 年九州大学工学部情報工学科卒業．1991 年同大学院工学研究科修士課程修了．同年九州大学工学部助手．2002 年九州産業大学情報科学部知能情報学科助教授，現在に至る．論理設計自動化，ハードウェア設計教育手法の研究に従事．博士 (工学)．電子情報通信学会員．



牛島 和夫 (名誉会員)

1961 年東京大学工学部卒業．1977 年九州大学工学部教授．2001 年九州大学名誉教授．同年財団法人九州システム情報技術研究所長．2002 年 4 月九州産業大学情報科学部教授・学部長．本会理事，監事，九州支部長を歴任．2003 年本会名誉会員．現在，本会アクレディテーション委員会委員長．



吉元 健次

1985 年福岡工業大学工学部電子工学科卒業。同年株式会社 CSK 入社。九州事業部配属後、組み込み機器制御開発に従事。2002 年株式会社福岡 CSK に転籍し、現在に至る。



牧園 幸司

1992 年国立有明工業高等専門学校機械工学科卒業。同年以降、ソフトウェア開発ならびに計装関連の数社を経て 2001 年株式会社テクノ・カルチャー・システムに入社、現在に至る。エンベデッドシステム部にて組み込み・制御関連のソフトウェア開発に従事。

