

## 紹介

# 九州産業大学情報科学部の ハードウェアシステム設計教育環境

九州産業大学 情報科学部 情報システム運用室 (澤田)

is-admin@is.kyusan-u.ac.jp, <http://www.is.kyusan-u.ac.jp/is-admin/>

## 1. ま え が き

半導体技術の進歩に伴い、コンピュータなどの情報機器ばかりでなく、エアコン、炊飯器、電話、FAX、コピー、カメラなど身の周りの多くの電化製品に LSI (大規模集積回路) が用いられている。特に最近では 1 つの半導体チップでシステム全体を構成することのできるシステム LSI の設計が盛んに行われるようになり、携帯電話やデジタルカメラなどの主要な部品として用いられるようになってきた。このように LSI の設計が複雑になっているのに対し、多品種を短期間で設計する必要性が高まっていることから LSI 設計技術者の不足が問題となっている。

九州産業大学情報科学部は社会と人間が必要とする情報環境を創造する情報技術者を育成することを目標に掲げており、学生が LSI 設計技術を習得するための高度な設備とカリキュラムを用意している。本記事では情報科学部の学生が LSI 設計技術を習得するために利用する CAD 演習室並びに学生実験室の紹介と、カリキュラムの紹介を行う。

## 2. CAD 演習室

CAD とは Computer Aided Design の略語であり、コンピュータを利用した設計を意味する。情報科学部の CAD 演習室は LSI など半導体集積回路の設計演習をコンピュータを用いて行うための教室である。図 1 にその様子を示す。

CAD 演習室は主に 2 年生を対象とした学生実験 (情報科学基礎実験、情報回路実験) と講義 (情報回路設計) で用いられ、60 人が同時に LSI を設計することのできる環境が整っている。CAD 演習室の計算機環境を表 1 に示す。また、CAD 演習室に導入しているツールを表 2 に示す。これらのツールは企業等で実際に LSI 設計用に用いられているものと同じものであり、最新の設計技術を学ぶことができる。CAD 演習室での論理回路設計には HDL (Hardware Description Language: ハードウェア記述言語) が用いられ、自動合成、動作シミュレーショ

ンなどを行うことができる。

また、大学院レベルの教育にも対応できるように、DSP 開発ツールや DSP デバッガなども導入してある。



図 1 CAD 演習室

表 1 CAD 演習室の計算機環境

用途	形式	台数
サーバ	Sun Fire V880	1
サーバ	Sun Blade1000 model1900	4
管理用 PC	Dell Precision530	2
学生用端末	Dell OptiPlex GX240	60

表 2 CAD 演習室に導入しているツール

用途	ツール名	会社
LSI 設計ツール	Design Compiler	日本シノプシス
基盤設計ツール	Allegro	Cadence
FPGA 開発ツール	DS-ISE-ALI-J	Xilinx
FPGA アナライザ	CHIP SCOPE-ILA	Xilinx
DSP 開発ツール	Code Composer	TI
DSP デバッガ	Flex DS	ロイノス

### 3. 学生実験室

学生実験室は、CAD 演習室と同様に、主に 2 年生を対象とした学生実験（情報科学基礎実験、情報回路実験）で用いられる。図 2 に学生実験室の様子を示す。定員 60 名の実験室が 2 部屋あり、120 名が同時に論理回路を設計・製作する実験を行うことのできる環境が整っている。TTL IC など一般に用いられている電子部品を用いて回路を製作するには、ボードの上に部品を配置してジャンパ線を接続することで配線することのできるブレッドボード（図 3 参照）を用いている。計算機としてはそれぞれの部屋に PC が 15 台ずつあり、CAD 演習室で設計した LSI のデータを FPGA ボード（図 4）にダウンロードして設計検証を行うことができるようになっている。

また、学生実験室には新しい試みとして自動販売機、電子錠付の扉、エアコン、扇風機といった、実際に世の中で用いられている機器が教材として設置してある。図 5 にそれらの様子を示す。これらの実機は、実験の中で学生が設計・製作した制御回路を接続し、動作を制御させる実験を行うために設置されている。講義で学んだ回路を実際に設計・製作し、その回路を用いて実機を制御できるということを体験することにより、ただの知識ではない実践的な教育を行うことができると考えられる。

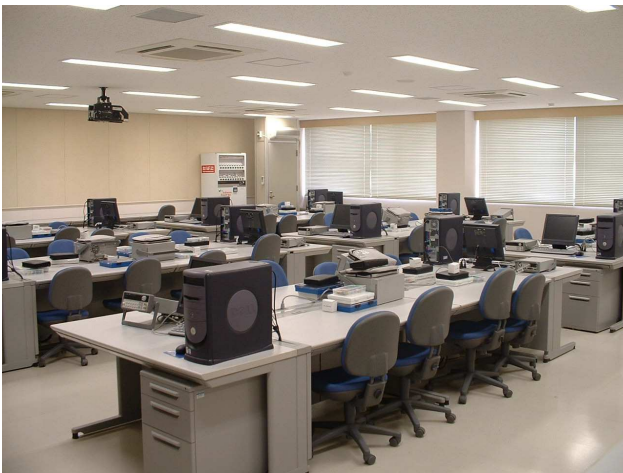


図 2 学生実験室

### 4. ハードウェアシステム設計系科目のカリキュラム構成

九州産業大学情報科学部は 2002 年に新設された学部であるため、他大学の情報科学部では行われていない新しいハードウェアシステム設計系科目のカリキュラム構成をとっている。ハードウェアシステム設計系科目を表 3 に示す。

本学部のハードウェア設計系教育では以下のような工夫を行っている。

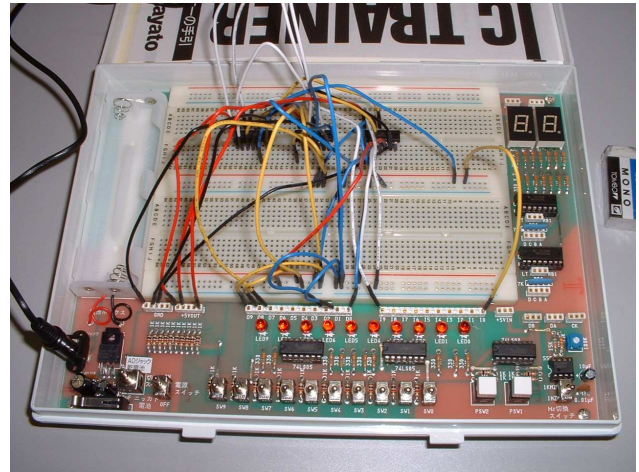


図 3 ブレッドボード



図 4 FPGA ボード

**ハードウェアシステム設計系科目の連携：** 最終的に設計すべき計算機ハードウェアを明確に意識させるために 1 年の後期に計算機アーキテクチャを講義し、2 年の前期に情報回路の講義と情報科学基礎実験を行い、2 年の後期に情報回路設計の講義と情報回路実験を行うというトップダウン的なカリキュラム構成にする。

**講義と実験の密接な連携：** 講義と実験を一体のものとし、講義と同じ日の午後に実験を行い、講義中に扱った回路を実験で製作するといった密接な連携を図る。

**実機の制御を前提とした実験：** 講義で習う論理回路と実際に世の中で用いられている機器との関連を実感

表 3 ハードウェア設計系科目

実施時期	講義 (90 分× 12 回)	実験 (180 分× 12 回)
1 年後期	計算機アーキテクチャ	
2 年前期	情報回路	情報科学基礎実験
2 年後期	情報回路設計	情報回路実験



図 5 実験室内の実機

させるために、自動販売機や電子錠などの実機を実験室に用意し、学生の設計した回路によってそれらの実機を制御させることを前提とした実験を行わせる。

**論理回路実験と CAD 演習との併用：** 同じ課題の回路について、手設計で TTL IC を用いて製作する論理回路実験と、HDL の記述を作成して CAD ツールにより自動合成する CAD 演習を交互に行うことにより実際の回路と HDL 記述との関連を実感させる。

一般的な情報系学部のカリキュラムでは、まず論理回路の講義を行った後、計算機アーキテクチャの講義があることが多い。それに対し本学部では 1 年の後期にまず計算機アーキテクチャの講義でマイクロプロセッサの動作を教えた後、2 年の情報回路、情報回路設計の講義で論理回路やマイクロプロセッサの設計法を教え、情報科学基礎実験、情報回路実験で論理回路やマイクロプロセッサを製作するというトップダウン的なカリキュラム構成を試みている。

また、2 年では講義と実験を一体のものとみなし、時間割も講義と同じ日の午後に実験を割り当ててある。講義中に扱った回路を実験の時間に製作して動作を確認するようにすることにより、講義中だけではよく分からなかった問題が実験で製作するうちに分かるようになる学生も少なくない。

2 年前期の情報回路、情報科学基礎実験では論理回路の基礎的な内容を中心に課題を用意し、同じ課題について、手設計で TTL IC を組み合わせて製作する論理回路実験と、HDL 記述から CAD ツールを用いて合成する CAD 演習を交互に行うことを試みている。これは実際の回路とプログラマ的な HDL 記述との関連を学生に実感させるためである。

2 年後期の情報回路設計、情報回路実験では論理回路の応用を中心に課題を用意し、自動販売機の制御回路やマイクロプロセッサの設計・製作などを行う。学生実験室に設置してある自動販売機などの実機の制御線に学生が設計・製作した制御回路を接続して動作させることにより、学生に自分の設計した回路が実際に利用することのできるものだという実感をさせる。またマイクロプロセッサの設計はすべて HDL で行い、合成した回路の検証は FPGA ボードで行う。課題とするマイクロプロセッサに 1 年後期の計算機アーキテクチャの講義で扱った KERNEL プロセッサを用いることにより、学生は同じプロセッサを動作面と設計面の両面から見ることになり、理解を深めることが期待できる。

## 5. 実施結果

本記事執筆の段階では、まだ第一期生が 2 年前期の科目を受講しているところである。情報科学基礎実験の学生実験室での実験風景を図 6 に示す。また、CAD 演習室での実験風景を図 7 に、CAD 演習室でシミュレーション結果を検証している様子を図 8 に示す。



図 6 学生実験室の実験風景

今までのところほとんどの学生が論理回路実験も CAD 演習も規定の課題を正しく設計している。実験のレポートの感想には「難しかった」「大変だった」といった感想もあったが、「講義だけではよく分からなかったことが実験で分かるようになった」「講義で説明している通りに本当に回路が動いているのが実感できた」といった感想もあり、講義と実験の連携はうまく行っていると考えられる。

## 6. む す び

本記事では情報科学部の学生が LSI 設計技術を習得するために利用する CAD 演習室並びに学生実験室の紹介



図 7 CAD 演習室の実験風景

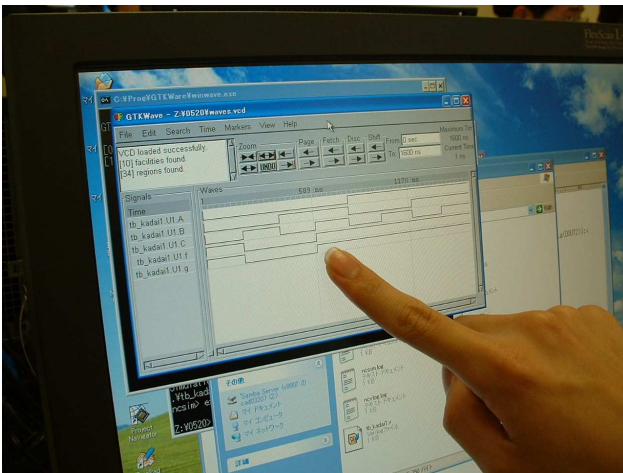


図 8 シミュレーション結果の検証

と、カリキュラムの紹介を行った。これは、大学生になるまでにほとんど電気回路に触れたことのない学生を対象に、「講義や実験で学んだ技術を用いて実際に世の中で使われている制御回路や計算機を自分で作ることができる」ということを実感させ、最新の設計技術まで修得することを目的としたものである。今後学生の反応を見ながら更に良いものにするよう検討する予定である。