

平成17年度「魅力ある大学院教育」イニシアティブ 採択教育プログラム 事業結果報告書

教育プログラムの名称 : 次世代VLSI設計プロジェクト教育  
 機関名 : 東京工業大学  
 主たる研究科・専攻等 : 大学院理工学研究科集積システム専攻  
 取組実施担当者名 : 國枝博昭(責任者)、荒木純道、小田俊理  
 キーワード : 計算機システム・ネットワーク、通信・ネットワーク工学、電子デバイス・電子機器、  
 知能情報処理・知能ロボティクス、システム工学

1. 研究科・専攻の概要・目的

理工学研究科集積システム・電気電子工学・電子物理3専攻は、学生数名、教員数名であり、2000年と2001年の2年間、VLSI設計教育の一環とした大学院修士学生向け授業として、学生の自由なテーマと設計仕様の設定に基づくVLSI設計実習2単位を行ってきた。また、2002年からは半導体理工学研究所(STARC)と連携したシステムLSIの講義と実習もシステムとVLSI設計の両方が理解できる学生の創出を目指して、3年にわたり実施している。

これら3専攻の目標とする人材育成は、高度情報化社会を支える通信・情報・電子デバイス・電子機器などの基盤技術に関する研究と教育を実践し、社会に還元できる電気情報工学分野の技術の確立、新しい機能の創造、さらにはこの工学分野を担う技術者・研究者の養成を通して、社会に貢献することを理念としている。

2. 教育プログラムの概要と特色

本教育プログラムでは、次世代VLSIプロジェクト実習第一、第二の通年実習として、1グループ4-5人の、4グループ程度で構成する。プロジェクトマネージメント手法を駆使して、テーマ設定、仕様書作成などの段階から設計・実装までを修得し、システムとして実際に稼働させる。本教育プログラムの特色としては、

① 技術事業化(COT) ② プロジェクトマネージメント ③ 実践教育 ④ 次世代VLSI設計が挙げられる。事業化技術(COT)を修得させる目的で、社会からのニーズに基づく実践的なものや学生の研究などのテーマを設定する。プロジェクトマネージメント手法を用いたグループ作業を行い、メンバーとのコミュニケーション能力、管理手法を学習する。新たなLSIの設計手法を利用した学習を行うなどの特色がある。



### 3. 教育プログラムの実施状況と成果

#### (1) 教育プログラムの実施状況と成果

平成17年度は予算採択後の4ヶ月間を準備期間とし、平成18年度は前期と後期に分け、前期では基本的にLSIの設計、後期でテストと評価を行なう構成とした。LSIの開発は短期間で実施され、製造チップをボードに組み込み、動作を確認したところ、3つのグループでのシステム動作が確認できた。それぞれのプロジェクトをまとめたものが下表である。

グループ名	G1	G2	G3	G4
テーマ	H.264 デコーダ チップの 作成	MPSoC Based on Tightly-Coupled Thread Model	準同期 式回路 の設計・ 検証	PAPRを 低減した OFDM 用送信機 のFPGA 実装
適用プロセス	TSMC 社0.18 $\mu\text{m}$	TSMC社0.18 $\mu\text{m}$	Rohm 社0.18 $\mu\text{m}$	FPGA実 装で確認
メンバー数	8	8	7	5
リーダー名	ウイサヤ タクスイ ンスメ ーク (D2)	Arif Ullah Khan(D1)	小平 行秀 (D2)	石田 雄祐 (M1)
グループ構成	D2-1 D1-0 M2-3 M1-3 B4-1	D2-1 D1-1 M2-2 M1-1 B4-2	D2-2 D1-0 M2-3 M1-2 B4-0	D2-0 D1-0 M2-0 M1-5 B4-0
研究室	国枝・ 一色	国枝・一色	高橋	鈴木・ 府川

前期では23回、後期で29回の講義を行い、比較的身近な事例を説明や、LSIの開発や評価の方法について説明を行なっている。前期に2回、後期に2回のレポート提出も求め、レポートの提出順位、内容、出席日数などで評価を行ない、成績としている。また、後期では試作したLSIがテスターで動作したかしなかったかで固定点を追加する方法も加えた。4グループ中3グループが動作を確認している。

参考までに試作したチップの写真を示す。

写真1. (下) 試作したH.264 デコーダチップ (G1)

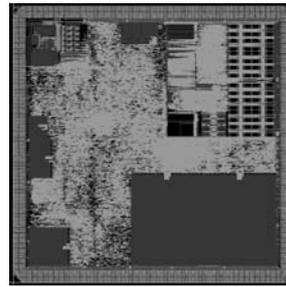


写真2. (右) 試作した MPSoC Based on Tightly-Coupled Thread Model チップ (G2)

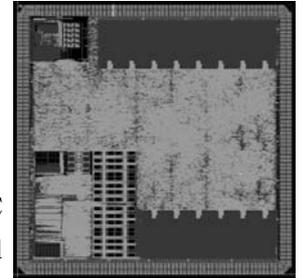
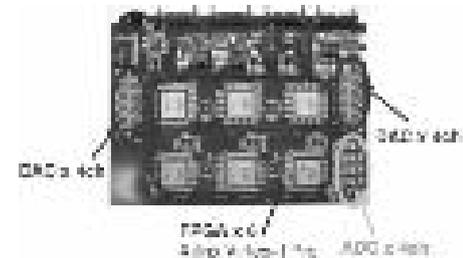


写真3. FPGA ボード



残る1グループではまだ完成したLSIの入手に至っていない。これらをまとめたものが下表である。前期と後期で履修申告者数が異なる。前期で履修申告を行なった者が後期で履修申告を行なわないのは単位が十分に確保できていると考える。

前期最大 出席者数 (平均)	後期最大 出席者数 (平均)	前期 平均点	後期 平均点	前期合 格者数 /履修申 告者数	前期合 格者数 /履修申 告者数
26(21.9)	22(12.57)	78.19	84.41	1/23	2/17

以下に、技術事業化教育、プロジェクトマネジメント教育、実践教育、次世代VLSI教育、他分野への展開の観点から実施プロジェクトについての結果をまとめて記述する。

#### 1) 技術事業化教育

受講学生は、グループ毎に、まず、テーマを設定させた。テーマとしては社会的ニーズのあること、結果に対して社会的インパクトのあることを考慮し、最終的なデモンストレーションで結果がわかりやすくアピールできるように指導した。その結果、

## ① G1 (H.264 デコーダチップ)グループ

ワンセグ受信チップを搭載してワンセグ信号を受信して選択によって希望のチャンネルのH. 264圧縮TV画像が得られる。得られた画像は開発SOCに入力されて圧縮画像はデコーダされ、出力としてLCD上でTVを表示する。表示画像としてはQCIFサイズの動画像を扱うことを決定した。その際、開発SOCの性能について、市場価値、競争力、コスト等の事業化メリットについてWWW等で調査させ、本開発の重要性、優位性の確認を行わせた。また、市場性を高めるための仕様変更も行った。これらの結果を踏まえて仕様を決定した。このように、開発する技術を事業化する際の課題を予め掘り起こしておくことにより、事業化が容易な技術開発を指導した。

## ② G2 (MPSoC Based on Tightly-Coupled Thread Model) グループ

本グループは、次世代VLSI設計手法を研究している、そのためのマルチコアプラットフォームの例を実装することを目的とした。独自に設計した32ビットRISCコアを4つ利用し、それをバスを介して制御する制御用RISCのコプロセッサとした動作している。この4つのプロセッサ間の通信のための通信網をバッファチャネルのブロッキング機構によるフロー制御を採用している。これらはこれからのヘテロ構造のプロセッサアレーの通信方式の一つであり、マルチコアのアーキテクチャとして市場価値が高い。さらに、事業性をアピールするために、このプラットフォーム上で動作するJPEG静止画像圧縮器のマルチコア実装、検証を行った。

## ③ G3 (準同期式回路の設計・検証) グループ

本グループは、従来の同期クロック方式に代わって、クロックをモジュールの遅延や、ゲート回路の遅延に合わせて意図的に異なる遅延を加えて供給することにより、全体速度を向上する準同期回路方式の研究を行っている。技術事業化の観点から最も利用頻度の高いRISCプロセッサを同期方式と準同期方式とで設計し、LSI結果をもって準同期方式の優位性を示すことになった。このLSI実装は同期回路の準同期化自動ソフトウェアの開発と連携していて、設計手法の中に開発ソフトウェアを利用した新たな設計手法を同時に開発している。

## ④ G4 (PAPR を低減した OFDM 用送信機の FPGA 実装) グループ

本グループは、OFDM 用送信機的设计とそれをFPGAへ実装する第一段階についてプロジェクトを実施した。第一段階としてLSI化の可能性を探る段階であり、実際にFPGAへ実装することにより、アルゴリズムとしてソフトウェア向きに開発されたものをハードウェア向きに変換する作業を中心に実行した。一応の成果はえられたが、具体的なアーキテクチャ設計に移行するには、まだ解決すべきハードウェア資源の考察が行われていないため、今後も引き続きLSI化へ向けた研究の継続が期待される場所である。

## 2) プロジェクトマネジメント教育

- ▶ プロジェクトマネジメント教育を実践実習の中で取り入れていくには多くの課題があった。プロジェクトリーダーがプロジェクト全体の流れや、個々のジョブについて理解していることが前提であり、すべてのグループにそれに適した学生を割り当てることができない。結果的に、プロジェクトが進む中で、プロジェクトリーダーになりえる学生が育成されていくのが実態であった。
- ▶ プロジェクトの推進は学生の努力もあって、場当たり的に開発を進めるのではなく、予め設定したプロジェクト計画に沿って進めていくことができた。また、この開発のプロセスは学生にとってはほとんど初めての経験であり、最初は戸惑いながらも次第に慣れていくのが観察できた。チームワークの点でも一人の仕事の遅れが全体の開発スピードに影響与えることは十分理解されたと思われる。

## 3) 実践教育

- ▶ 実際に計算機を利用したアーキテクチャや論理設計を行ったので、ツールの使い方を含む開発環境の整備ができた。中でもSOC設計は、150万ゲートにおよぶゲート数のシステム設計においては、システム全体の理解、設計、実装を行い、論理合成、レイアウト設計などの下流設計は外注することにより、システム設計に重点をおいた設計を可能にした。
- ▶ 従来、企業内ではシステム設計とLSI設計が分業されていたが、SOCをターゲットにする場合は、システムの機能、性能とそれを実現す

るLSI技術の両方を理解する学生を育成できたと自負している。最終的にデモンストレーションできる組み込みシステムが完成したため、学生は実際以上の達成感が味わえた。

#### 4) 次世代VLSI設計手法

- 32ビットARM型RISCプロセッサを利用したプラットフォーム設計を実行した。必要に応じたメモリ設計、プログラムメモリの利用、ハードウェアアクセラレータおよび組み込みソフトウェア開発により、比較的短時間で要求性能を満たすプロセッサベースのSoC設計手法が確立できた。
- 東工大の一色研究室では、C/C++言語によるマルチコアプロセッサアレイの自動合成の研究を精力的に推進しており、分割されたプログラムを一つ一つのプロセッサに分割して実行させた。プロセッサ付きの通信ユニットにより、プロセッサ間のデータ転送をプロセッサ動作とは別の独立したデータ転送を行い、ダイナミックにマルチプロセッサが同期しながら動作する機構を考案し、それを取り入れたプロセッサアレイが並列効率50%の並列効率を達成している。

#### 5) 他分野への展開

- 電気工学、情報工学の学生が本プロジェクト教育に参加したが、ハードウェア実装に知識がある学生が中心であった。動画像圧縮技術や、ベースバンド領域での雑音除去などのアルゴリズムの開発が中心の研究室では、アルゴリズムをアーキテクチャや構成レベルへ変換する方法の理解が必要であった。
- 機械工学、制御工学、ロボット工学の分野への展開は今後の課題である。これらの研究室ではアルゴリズムや機械、制御機能の開発が必要であり、それをLSI化する手段は訓練されていない。このため、これらの学生が参加する場合には基礎的な学習も取り入れた教育プログラムの設定が必要となる。
- 本教育プログラムを他の分野のプロジェクト実習に直接的に応用するのは難しい。LSI製造のような実システムの実装のスケジュール、予算、期間などが分野によって異なるためである。しかし、他分野に本教育プログラムをそのまま適用するのは簡単ではないが、基本的な考

え方や、技術事業化、プロジェクト教育、実践教育については、その重要性、方法論については継承できる。

#### (2) 社会への情報提供

##### 1) シンポジウムの開催

平成17年度は3月31日、平成18年度では3月8日に海外講演者を招きシンポジウムを開催した。2回とも参加者を募るために大学のホームページからもアクセスしてもらえるようにリンクを接続して頂いている。平成17年度では23名の事前登録があったが、平成18年度では、47名に増加している。加えて半導体関連の企業からの参加が増加している。

会場の都合から参加総数は平成17年度で67名、平成18年度で76名と若干の増加であるが、大学関係者が平成17年度では40名に対し31名と減少している。それだけ外部からの参加者が増加している。

今年度も学生の発表に加えて海外からの招待講演を行っている。その講演者と所属企業、講演のテーマ名を下表に示す。

##### ①平成17年度の招待講演

講演者名	企業名	肩書き	講演テーマ
Peter Li	Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited	Manager, Business Development	CMOS Technologies for SoC
DS.Wen	Avalent Technologies, Inc.	CEO	SoC Value Chain
Mazin Khurshid	Avalent Technologies, Inc.	Vice President of Engineering and Chief Architecture	Overview of SOC processor
小倉 康 嗣	パシフィック・デザイン株式会社	デザインコンサルティング部 部長	コンフィギャラブル・プロセッサを活用したVUPUによるC言語設計メソッドロジー
一色 剛	東京工業大学	准教授	マルチプロセッサSoC自動合成のためのCベース設計環境

## ②平成 18 年度の招待講演

講演者名	企業・組織名称	肩書き	講演テーマ
Peter Li	Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited	Manager, Business Development	How to make a successful IC product from cost point of view?
Bart Vanthourout	CoWare Inc.	Product Architect, R&D	Solving the eSW challenges for complex SoCs
Wayne Dai	VeriSilicon	CEO	World Class IC Design Foundary
Rainer Leupers	RWTH Aachen University	Professor	From ASIP to MPSoC - Architectures and Design Tools for Communication and Multimedia Systems
一色 剛	東京工業大学	准教授	パネル『次世代の Soc 設計技術』

本シンポジウムにより、実習で開発したチップを搭載した組み込みシステムの設計およびデモンストラーションを実施させた。発表は開発チップ、開発システムの概要に留まらず、本開発におけるプロジェクトマネジメントがいかにかに効率的に運用されたか、問題点は何かを含むものであった。また、講演は次世代LSI設計に焦点を当て、現在のアーキテクチャ、プロセッサの設計手法だけでなく、次世代のシステムレベルの設計自動化に関するものも含まれており、学術的ならびにビジネス的にも世界トップレベルの議論が戦わされた。

その中でもCoWAREの仮想プラットフォームにおけるシステム検証や東工大一色剛准教授のマルチコアプラットフォームへの設計自動化に関しては参加者から多くの関心が寄せられた。今後の実習推進のための方法論として双方とも利用できる見通しが得られた。

## 2) ホームページの開設

昨年12月にこの『魅力ある大学院教育』内容をホームページに載せている。本プロジェクトの背景、目的、プログラム内容、シンポジウムの案内を掲載している。

以下のアドレスで内容を読むことができる。

<http://www.vlsi.ss.titech.ac.jp/nxvlsi/>

## 3) 受講学生のアンケート調査結果

以下のアンケート結果は参加した学生の意見であり、今後参考にしていく予定である。

- VerilighDL を用いてモジュールを設計したのが面白かった。【中略】シミュレーションをしてきちんと動作したときには感動した。
- 講義内容は電気・通信関係のトピックについての解説であるが、電池の種類など身近な話題を多く扱っていたので聞きやすい内容であり、理解を深めることができた。(M1)
- 講義のなかでは、実際の製品開発において守らなければならない規格や仕様、及びそれらの根拠となる法律や法令等、大学での研究では意識することがほとんどないようなトピックに触れることができたのは有意義であった。(M1)
- For a good design engineer a basic knowledge of all related systems and standards is an essential to create and design a successful product. I strongly believe what I have learned during the last year will be helpful in my future career and it made me better understand various design issues in designing a VLSI chip. (D1)
- 後期の授業では、日常でよく使ったり目にするけれどもその中身や仕組み、製造している企業等、詳しく知らないことについて解説してもらいとても興味深かった。(M1)
- I personally suggest that it would be a better idea to spend a little more time to teach more elaborately about the design and verification of SoC. 【中略】 We could invite some Professors from other labs who are experts in these fields. (M1)
- 成果報告を定期的に行う、という形にしてみるのも一つの手ではないでしょうか。(M1)
- 毎回、各グループの進捗状況を発表させたり、出席する事でプロジェクトに関する新しい知識が得られるなど、出席に意味があるようにすれば、学生の意欲も出て、さらに良い成果が得られるのではないかと思います。【中略】
- 仕様を決める前にどのようなものが売れるものなのか話しあう事が必要だったと思います。今後の課題となると思います。しかし、確実に動くものを学生だけで作った事は評価できると思います

- す。【中略】実際にテストの前で値が期待通りに出力されたときは感動しました。(M1)
- より効率的な作業のためのコミュニケーション能力は必須であるのがすごく感じられた。(M1)
  - I learn a lot on the area of in the design of a complex System-on-Chip architecture during the course of the class. (D2)
  - 一つだけ難を言わせていただければ、授業がやっていることに何も関連していなかったことです。他のグループはICチップを作っていて、若干は関係のあることも、私たちにはほぼ関係がありませんでした。授業の時間も、3コマ使っているのに30分程度で終わってしまう、これにより他の授業を履修できなかつたりしました。来年以降、後輩たちが有意義な時間を過ごせるように、改善していただけることを望みます。(M1)
  - 全般的には物作りにかかわりたいと考えている学生が多いことである。このような学生はシミュレーションで動作することと実際のチップが動作することの区別がついていない傾向がある。加えて、グループリーダーと担当者の区別が付かない者もいる。これがこの実習の全体像である。加えてこの講義は実習であり、実際に物作りにかかわることが目的であり、ほとんど自分の時間をさかなくてはならないと考える。必ずしも講義や指導を理解するものではないだろう。基本的に一般企業では OJT(On The Job Training) と呼ばれているものに等価である。
  - 単純に LSI を作る方法を覚え、巣立つのでは限界が生じる。上級者の考えに従わざるを得ないからである。少なくとも自分で新たな開発テーマを導きださなくてはならない。
  - 講義の半数は身近な技術解説を行なっている。この内容は全般的に知っている必要があると考える。自分の立場を正しく理解するのがプロジェクトの一員として必要なことであろう。知らない点はインターネットでおおよその理解が可能である。少なくとも自分がかかわっているプロジェクトの目的を明確に他人に説明できる必要があると考える。
  - 半導体の技術進歩は目覚ましいものがある。しかし、半導体技術そのものはそれを利用したシステムの目的を明確に理解しなくてはならないと

思う。なぜなら半導体そのものが手段の一つでしかないからである。SoC なる言葉は微細化の発展により、LSI の規模が大きくなりそこで目的としたシステム全体を取り込む可能性を得たことから生まれたことばである。

- いずれにしてもほぼ全てのグループでプロジェクトが動作したことは喜ばしい。が、難点を言えば、後期の主題であるテストと評価に全員が関与していない点である。また、目的が不明な点が多いのも問題となる。考えられるのは、なぜユーザーがこのチップを使わなくてはならないかの問いへの答えになる。

#### 4・将来展望と課題

##### (1) 今後の課題と改善のための方策

###### 1) 技術事業化教育

技術事業化教育とは、一言で述べると、技術を事業化の観点から評価する能力の育成である。実習のテーマ設定のときに、①事業性評価、②応用分野、③知的財産戦略、④市場からみた事業課題、⑤事業案、⑥事業化プロジェクト、⑦起業などの項目について検討することが重要である。従来の大学教育や研究室教育では、技術的観点からの課題を抽出する教育が中心であり、それが社会が必要とする課題や事業化が可能な課題とは限らない。社会的、客観的、経済的観点からの技術評価が極めて重要であり、この観点は日常的な大学や研究室教育に取り入れていく必要がある。また、それを取り込んだ大学カリキュラムの改善も必要である。改善のための方策として、

- ① 本プロジェクト教育の中での技術事業化教育のための時間の増加
- ② 技術事業化教育を題目とした講義の導入
- ③ 専門講義の中での技術事業化観点の導入（技術事業化の重要性の共通認識）
- ④ 実験、実習のなかでの技術事業化の観点に立った調査、考察課題の提示

などが考えられる。

###### 2) プロジェクトマネジメント教育

プロジェクトマネジメントは、対象学生にとっては初めての知識であり、理解し実行するには時間がかかった。特にプロジェクトリーダーはこれを理解し、しかもプロジェクトの開発に熟知することが要求さ

れている。早い段階でプロジェクトマネジメント教育が行われ、プロジェクトリーダーができる学生の育成されていることが望ましい。改善する方策として、

- ① 本プロジェクト教育の中でのプロジェクトマネジメント教育の時間の増加
- ② 大学学部の実験、実習のなかでプロジェクトマネジメント教育を導入

などが考えられる。

### 3) 実践教育

実践教育では、予め開発のためのテーマとそのユーザー仕様や要求機能が決まっていることが多い。これから技術仕様である仕様設計や動作検証のための検証仕様設計に落とし込む作業が要求される。この作業は高級技術者に求められるある意味でのソリューション開発であり、このような広範な技術知識と経験を学生がいかに修得するかが一つの課題である。また、現実のシステムは、計算精度、ハードウェア(量、速度、コスト)、ピン数、電源、開発(時間、人数、コスト)、雑音の制限から、理想的なシステムの性能は実現できない。このような制限の中で最高の性能のシステムを設計するシステム最適化技術が、実践教育の重要な課題である。今後の課題としては、

- ① ソリューション開発のため創造性の育成
- ② システム最適化技術の修得
- ③ 体験による修得のため時間を多く要するための効率化

が考えられる。

### 4) 次世代VLSI設計教育

SoC試作は実践教育のテーマとして十分な教育的効果があり、市場競争力のあるチップを製造することができる。しかし、SoC製造費はシステムが大規模になれば、コストが高くなる。このコストは現在の日本の大学の学生実験の通常予算では必ずしも容易でない。今後の課題としては、

- ① システムレベルの設計自動化ソフトウェアの積極的な利用
- ② コスト面で安いFPGAをベースのシステム設計
- ③ 予算も含めてLSI化が可能な状況であれば、チップ試作を前提とした選択的教育
- ④ 研究室の研究活動と連携して、研究室の研究費を利用したチップ試作

が考えられる。

### 5) 他分野への展開

本プロジェクト実習は、次世代LSI設計に限らず他の分野の教育にも適用可能である。技術事業化教育、プロジェクトマネジメント教育、実践教育を取り入れたプロジェクト教育の展開や発展を本学に限らず、他大学、海外への展開を今後検討していく必要がある。

### (2) 平成19年度以降の実施計画

魅力ある大学院教育イニシアティブ「次世代VLSI設計プロジェクト教育」の継続実習として、

- ① (博士課程向き) 次世代VLSIプロジェクト実習 第一、二 前後期 3単位ずつ
- ② (修士課程向き) 次世代VLSIプロジェクト実習 入門第一、二 前後期 3単位ずつ

を引き続き開講する。

4-5名のグループ毎に、高級ソフトウェア言語からハードウェアを自動生成する次世代VLSI設計に基づくLSIチップ開発(FPGA開発)をベースに、VLSIシステムによる技術事業化の実践実習を行う。PMPOK準拠のプロジェクト・マネジメントに従い、“動くVLSI”を目指し、プロジェクトの立ち上げ、計画、実施(VLSIチップの設計・製造を含む)、評価を行う。LSIチップに代わってFPGAを利用して動作するFPGAシステムを構築し、いろいろな角度から評価する。

次世代VLSI設計法としては、システム設計に重点をおいてプラットフォーム設計やその上で動作するソフトウェア設計法などを中心に取り組むが、コーウエア社のシステム設計ツールを駆使した実用的組み込みシステムの開発環境を積極的に利用することを検討する。

コーウエア社プラットフォーム設計およびモデル設計ツールは、SystemC専用開発され、設計と検証の両インフラを共通化したシステムレベル設計環境で、設計と検証の両方を可能にする、SystemCをベースに作成されたIPとプラットフォームのミックスドレベルシミュレーションとデバッグ、およびSystemCで記述された複雑なオンチップバスの開発が迅速に可能になる。また、コーウエア社のプロセッサ設計ツールは、組み込みプロセッサのシミュレーションモデルを自動生成を通して自動化、単純化、および組み込みソフトウェアツールの自動生成機能を提供している。信号処理設計は、複雑なデジタル信号処理システムのアルゴリズムの開発期間を短縮、

階層ブロックダイアグラムを用いたシステム設計を実現可能となる。

東京工業大学一色研究室では、このコーウェア社のプラットフォーム/モデル化/プロセッサ設計/信号処理システム設計などに展開する設計自動化の研究を進めてきており、コーウェア社と協力の上、次世代VLSI設計の設計環境作りについても並行して努力していく予定である。以下に今年度以降のカリキュラムのスケジュールを記載する。

#### 【実習スケジュール】

- 1) プロジェクト設定
  - ①グループの結成 ②プロジェクト概要決定
  - ③報告書(プロジェクト提案書)
- 2) プロジェクト実施計画
  - ①プロジェクト計画 ②プロジェクト仕様設計(仕様設計、検証仕様設計) ③報告書(仕様設計書、検証仕様設計書、プロジェクト計画書(ガント図))
- 3) プロジェクト実行と管理
  - ①プロジェクト設計/検証(C/C++ソフトウェア設計/検証、VerilogHDL/VHDL 合成/検証、論理合成/検証) ②FPGAボード設計 ③最終ボード設計 ④報告書(詳細設計書、進捗状況報告書)
- 4) プロジェクト評価
  - ①SoC テスト ②目標ボードテスト ③プロジェクト発表 ④報告書(テスト報告書、プロジェクト完了報告書)

## 「魅力ある大学院教育」イニシアティブ委員会における事後評価結果

<p>【総合評価】</p> <p><input type="checkbox"/> 目的は十分に達成された</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 目的はほぼ達成された</p> <p><input type="checkbox"/> 目的はある程度達成された</p> <p><input type="checkbox"/> 目的は十分には達成されていない</p>
<p>〔実施（達成）状況に関するコメント〕</p> <p>次世代 VLSI 設計教育に関して、技術の実用化、プロジェクトマネジメント、新たな機能の実現等の観点から実践的で事業化技術を意識した教育プログラムが設定され、大学院教育の実質化に概ね貢献し、目的はほぼ達成された。着実で実質的な教育プログラムとして評価でき、ある程度の波及効果は期待できる。</p> <p>情報提供については、シンポジウムを2回開催するなど、ある程度の活動がなされているものの、ホームページの内容も含め、充実に努める必要がある。</p> <p>集積システム専攻・電気電子工学専攻・電子物理工学専攻の3専攻の連携した取組によって、どのような際立った特徴を出すことができたのかは不明確であり、今後、本教育プログラムの継続的な展開の中で明確化することが望まれる。</p>
<p>（優れた点）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>次世代 VLSI 設計教育に関して、実践的な教育プログラムが設定され、着実な人材育成がなされている。特に、VLSI の新機能の実現能力を、技術の事業化、プロジェクトマネジメントの教育も意識しつつ行い、講義と試作・評価を組み合わせた実践的教育プログラムを設定して実施した点は高く評価できる。</li> <li>厚みのある教育課題が設定されており、これまでの実施状況を踏まえ、講義の時間や時期、内容について、今後の更なる工夫が十分に検討されている。</li> </ul> <p>（改善を要する点）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>着実な人材育成プログラムが推進されてきたが、多くの大学において取組が始められつつある先導的な教育プログラムであり、本教育プログラム固有の効果として、学生がどう変わったのか、学内でどう拡大して行くのかなど、成果の検証、公開や展望の提示などが積極的に行われることが望まれる。</li> <li>アンケートの調査結果のまとめ方などに関して、もう一工夫するとより効果的な情報発信が可能になると思われる。</li> </ul>

「魅力ある大学院教育」イニシアティブ事後評価  
 評価結果に対する意見申立て及び対応について

意見申立ての内容	意見申立てに対する対応
<p>「改善を要する点」</p> <p>着実な人材育成プログラムが推進されてきたが、<u>該当分野において際立って斬新な試みがなされるとは言えず、本教育プログラム固有の効果として、学生がどう変わったのか、学内にどう拡大して行くのかなど、成果の検証、公開や展望の提示などが積極的に行われることが望まれる。</u></p> <p>【意見及び理由】</p> <p>本分野における類似のプログラムでは予めテーマが設定されており、本プログラムのように参加学生の研究テーマを対象としているものはありません。その多くの研究は、システム集積化を考慮していないものが多いのが実態です。その場合、研究にまで踏み込んだ高度な再教育が必要であり、教育効果は極めて高いものです。このような理由から際立った斬新な試みでないとの表現は不適當だと思いますので、むしろ、「<u>該当分野において際立った斬新な試みであるが、</u>」として頂ければ幸いです。</p>	<p>【対応】</p> <p>以下の通り修正する。</p> <p>着実な人材育成プログラムが推進されてきたが、<u>多くの大学において取組が始められつつある先導的な教育プログラムであり、本教育プログラム固有の効果として、学生がどう変わったのか、学内にどう拡大して行くのかなど、成果の検証、公開や展望の提示などが積極的に行われることが望まれる。</u></p> <p>【理由】</p> <p>先導的な教育プログラムであることは評価しているが、多くの大学において取組が進められつつある状況に鑑み、指摘の趣旨がより明確になるよう、表現を修正した。</p>