

平成 29 年度 学融合推進センター 学融合レクチャー実施報告書

講義名	基礎デジタル計測制御演習
申請代表者 (授業実施責任者)	研究科： 物理科学研究科
	専攻： 核融合科学専攻
	氏名： 中西秀哉
開催日時・場所	平成 29 年 10 月 19 日(木)～20 日(金)・核融合科学研究所 土岐キャンパス
受講者数	加速器科学専攻： 1 名
	宇宙科学専攻： 1 名
	専攻： 名
	その他(外部) 15 名

○ 授業概要

本レクチャーは、受講者が計測装置を構成する基盤技術を理解して、独自に計測制御システムを開発・構築できる知識・経験を得ることを目的として、プログラム可能な論理デジタル集積回路(FPGA)を用いたシステム開発で必要となる開発ツールの使い方習得をめざした実習形式の未経験者向けセミナー(全二日間)である。基本的なデジタル回路設計技術を学ぶとともに、受講後に独力でFPGA開発が進められるよう、導入講義+個人指導つき実習+解説を通して、最低限の予備知識と研究で使える実践的なFPGA利用法の習得を図る。

○ 実施報告

この学融合レクチャー「基礎デジタル計測制御演習」は、平成 29 年度の「センシング・コントロール・アナリシスを軸とした科学と技術の進化・分野融合をめざしたプラットフォーム構築統合教育プログラム」の専門技術演習として、平成 29 年 10 月 19 日(木)～20 日(金)の全 2 日間の日程で、物理科学研究科核融合科学専攻を会場として物理科学研究科・高エネルギー加速器科学研究科の合同で開講された。Field Programmable Gate Array (FPGA) 設計をベースにして、実験に必要な計測システム開発に必要なデジタル集積回路設計技術を習得する FPGA トレーニングコース 2017 (Vivado ツール) @核融合科学研究所 (Open-It)、FPGA ハンズ・オン・セミナー(核融合科学専攻大学院特別講座)の併催で行われ、受講者に実践的開発技能の獲得を指導する場となった。学融合レクチャーとしては、全 2 日間の集中講義の形式で、総研大の正規受講大学院生には、1 単位の単位認定も行っている。

全2日間の演習では、Field Programmable Gate Array (FPGA)用デザインツール、デジタルシステムデザイン手法を学習、技能習得すべく、論理回路およびFPGA開発に関する解説講義と、FPGA評価キットを用いた練習課題の実装演習を小単位ごとに交互に行い、特に受講生各自による実装演習では、複数チューターによるインタラクティブな個別指導を行った。



写真1. 演習の様子 (一部モザイクを施しています)

また、講義時間内の解説講義・演習指導のほか、事前配布資料によって、デジタル回路に関する導入知識の予習と、会議中で配布した演習問題（応用編）解説つき資料による受講後の復習を可能にしており、受講者には準備学習として、受講前に配布する予習用資料を読んで理解しておくこと、講義で使用するFPGA開発ツールを予め各自ノートPCにインストールして起動を確認しておくことを課した。1単位の認定には、出席および講義内演習活動達成度（50%）、事前学習準備度（20%）、レポート（30%）を成績評価基準とした。

指導に当たった教員および実習補助者は以下のとおりである。

中西秀哉（核融合科学専攻）	実習指導、成績評価、等を担当
内田智久（素粒子原子核専攻）	FPGA 解説講義（講師）、実習指導、等を担当
伊藤康彦（核融合科学研究所技術部）	実習指導補助を担当

以下に全2日間の演習プログラム内容を示す。

プログラム

- 1日目 10/19(木) 9:30-17:30
 - 9:30-9:40 全体概要
 - 9:40-10:30 予習内容の確認(50分)
 - 10:30-11:00【組み合わせ回路】Verilog-HDL 記述(30分)
 - 11:00-11:30【組み合わせ回路】RTL 解析(30分)
 - 11:30-12:30 お昼休み(60分)
 - 12:30-14:00【組み合わせ回路】Xilinx 社 Vivado を用いた論理シミュレーション(90分)
 - 14:00-14:15 休憩(15分)
 - 14:15-15:15【組み合わせ回路】Xilinx 社 Vivado を用いたFPGA への実装(60分)
 - 15:15-15:30 休憩(15分)
 - 15:30-17:30【組み合わせ回路】設計演習 C1(120分)
- 2日目 10/20(金) 9:30-17:30
 - 9:00-9:30（希望者のみ）核融合科学研究所 大型ヘリカル装置(LHD)見学
 - 9:30-10:00【順序回路】Verilog-HDL 記述(30分)
 - 10:00-10:30【順序回路】Xilinx 社 Vivado を用いた論理シミュレーション(30分)
 - 10:30-10:45 休憩(15分)

- 10:45-11:30【順序回路】Xilinx 社 Vivado を用いた FPGA への実装(45 分)
- 11:30-12:30 お昼休み(60 分)
- 12:30-13:30【順序回路】設計演習 S1(60 分)
- 13:30-13:45 休憩(15 分)
- 13:45-14:15 階層構造設計(30 分)
- 14:15-15:15 IP の使い方(60 分)
- 15:15-15:30 休憩(15 分)
- 15:30-17:30 設計演習(質疑応答、議論含む)(120 分)

本レクチャーの参加者数は、17名（うち総研大生2名、同教員1名、他大学生6名、基盤機関職員4名、ほか社会人4名）であった。

○ 授業評価

平成29年度に「センシング・コントロール・アナリシスを軸とした科学と技術の進化・分野融合をめざしたプラットフォーム構築統合教育プログラム」の1演習として開講した本レクチャーは、平成28年度にも核融合科学専攻で開講した同一内容の演習講義の2回目にあたる。前回は受講可能上限20名が早々と埋まり、一部の外部からの受講希望者をお断りした経緯から、同一開催地で2年連続開講、同じ趣旨で、計測制御システムを構築するための基本的なデジタル回路設計技術を学び、それを講師の前で実践、講師とのインタラクティブなやり取りの中で講義内容を効果的に身につけ、研究現場で応用できるようになることをめざした。

受講者のアンケートからは、非常に有意義な演習内容で、他の大学院生（後輩）にもぜひ受講を勧めたいとの感想が多く、受講者の演習内容に関する満足度は、前回に引き続き非常に高かった。その一方で、受講者数は総研大生、それ以外共に減少し、同一専攻（開催地）、同一内容で2年連続開講したことの影響もあるように思われる。

受講大学院生の満足度が非常に高く、肯定的意見が多いことから、次年度以降も同じ枠組み（高エネルギー加速器研究科・物理科学研究科の合同、単位数1）による総研大内での開講をめざすものの、次年度の開催地（専攻）については、別サイトでの開講や、地域性にも配慮して他大学との合同開催も検討する必要があるかと考えられる。

○ その他

研究科・専攻をまたがって、総研大生に所属専攻以外の講義を受講する旅費を支給する学融合レクチャーの仕組みは、同大学院生が分野横断的な視点を得る非常に貴重な機会を提供しています。特に計測制御は、多くの研究分野に通用する共通基盤的知識であり、ともすると分野外の知識を得る機会が乏しくなりがちな総研大では、こうした枠組みの学生支援が今後も継続されることを期待します。