



加速器科学総合支援事業

# 先端計測システム要素技術の普及と 拠点形成

-Open-It の立ち上げによる連携とアクティビティ強化-

2010 年度報告書

2010 年 1 月 20 日 田中真伸



## 目 次

はじめに.....	4
全体のまとめと今後.....	5
2010年度	
先端エレクトロニクス DAQ セミナーまとめ.....	6
ASIC training course 概要及びまとめ.....	8
FPGA training course 概要及びまとめ.....	9
DAQ training course 概要及びまとめ.....	10
謝辞.....	14
各セミナーのホームページ.....	15
参加者等統計データ.....	16
2010年度 ASIC training course レポート(詳細情報は OpenIt ホームページ)	
デュアルアンプ 東京大学 林 真一	
CdTi 用 TOT 東京大学 織田 忠	
Double pole Opamp 総研大 井口 恭介	
CMOS ピクセル 天文台 中屋 秀彦	
QTC 東京大学 郡司 卓	
AMC 用 ADC 東京大学 藤森 裕輝	

## はじめに

加速器科学、関連サイエンスの分野において、必須となるエレクトロニクス関連技術のレベルはきわめて高く、ASIC（特定用途集積回路）、FPGA（変更可能なデジタル集積回路）などがその代表である。現在加速器科学関連分野でのシステム構築は、アナログ信号処理や論理回路の構成などに関し、産業用とは異なるアプローチが多く研究者自らがカスタマイズする必要が日増しに高まってきているが、必要とされる素養、技量などを、専門でない人間が身につける機会・場所はほとんど無く、高度な技術へのアクセスやその恩恵を享受することは、今後更に難しいものとなってくる。本事業は、

- 1) ASIC のデザイン／試作／評価など、その技術の一端を扱える、
- 2) FPGA を自在に扱うためのファームウェアプログラミングのできる、
- 3) DAQ ソフトウェア技術を駆使しネットワークベースデータ収集システムを構築することの可能な関連分野の若い研究者・技術者を育てる教育プログラムである。これにより、これら最新のエレクトロニクス技術を扱うことのできる人材を全国の関連分野に多く輩出し、将来の加速器科学とその周辺サイエンスの一層の発展に寄与してもらうことを目的とする。

前述のように、現代のエレクトロニクス、DAQ を駆使していく上で必須の技術は、

- ・改まって学ぶにはあまりに敷居が高い（知識の収集をどうすればいいか分からない）
- ・各大学研究室の単位では、きちんとはじめることはきわめて困難である
- ・実践的な開発まで行うための時間がかかりすぎる

などの問題があり、多くが二の足を踏んでいるのが実情である。実践的な利用を念頭において、KEKのような共同利用研究機関においてこのようなコースを始めることで、

- ・すでに蓄積されている KEK 内の技術及び経験を広く内外に伝えることで技術の伝承を図り
- ・誰が、どのグループがどのような技術を持っているかを内外に伝え共同研究のシーズの掘り出しと研究を促進し

その中で、若い研究者の中に高度なスキルを身につけるものが多く輩出されることは、関連分野の発展のためにきわめて有用である。またこのコースを続けることにより、KEKにおいても有形無形の貴重な技術蓄積とネットワークができ、今後の関連技術の大きな展開が期待できる。

## 2010 年度まとめと今後

2008～2010 年 3 回講義・実習等を実施し継続の要求が強いことから、このような今後もこの活動を続けていく必要があること明らかであるが講義、実習内容をより効果のあるものにするため、2010 年度から下記の点に注意し企画を行った。

- ・講義と実習をわけ、受講者には講義に関しては実習への導入部としてとらえてもらう。このようにすることで目的意識を明確にし、より実践的で深い理解をしてもらう。
- ・実習は講師が充分目の行き届く人数に絞り、講義を行う。これは ASIC, FPGA, DAQ それぞれ適正人数が異なる為各グループで別途検討する。また必要であれば開催期間を延ばす。

これら以外に検討すべき重要な点として

1. 受講者からその他の学生、スタッフへの情報の伝達を積極的におこなう。
2. 教育効果は大きい負担の大きい実習を如何に長続きさせるか
3. 教育の効果を交流も含め実際の研究活動へどのようにつなげていくか。(受講者、講師共に)

上記を効率的に解決するためのモデルとして Open-It (オープンソースコンソーシアム) を提案し 2010 年以降活動を行った。

詳細はホームページを参照されたい。( <http://www-osc.kek.jp> )

このモデルの要点は、A) 教育・実習レベルを 2 段階に分ける。B) KEK 外に拠点を作れるように活動し拠点ネットワーク間で相補的に活動する。C) アカデミック用途にはできるだけオープンソース化する。

上記 1 と 2 に関しては Open-It 内の人間が負担することで解決可能となる。3 に関しては入門段階においてシーズをくみ取り Open-It に組み込むことは可能であり、且つオープンソースにし一度製作したものを再利用可能にしたため、開発・研究がリスク少なく遂行できる利点も持つ。日本においては加速器科学を進めるうえでの必須技術を持った人材の確保と処遇、及びその組織化が弱いため、現状ではこのような方法を取りながら組織、人材面での強化するのが現実的である。この点では現在実際にプロジェクトベースで Open-It collaboration としてプロジェクトが立ち上がっており各プロジェクトで学生、若手スタッフの実戦的教育開発が行われており成果が出つつ有る。(詳しくはホームページを参照のこと)

今後、現在個人つながりである Open-It に関し、組織間のネットワークを如何に構築し、所属する研究者の活動を守りながら発展させていくかが検討事項となる。現在いくつかの方法が考えられるがこれは Open-It 内の議論、素粒子原子核研究所及び機構での議論等を経て実現されていく物と考える。

## 2010年度 Advanced electronics seminar 概要及びまとめ

目的：2008年度の一連の講習会実施後に取ったアンケートの結果、training course と別に講義のみ聞きたいという要望が多くありその目的のため講義形式のセミナーを企画した。本セミナーでカバーする内容は特定用途向け集積回路(ASIC)と FPGA である。2010年度のASIC,FPGA,DAQ training course を受ける人には必修とし、各 training course 受講時には実習に専念できるように考慮した。

実施時期：2010年7月26日（月）～7月30日（金）

講義内容：アナログデジタル技術が計測機器のどの部分に使用されているか及びその構成等についてトップダウン方式で解説し概要を理解してもらった後、MOS トランジスタの動作原理及びそれを使用した設計の講義を行った。デジタル回路に関しては動作解説を感覚的に説明し実際にどのように使用したらよいかを解説した。ソフトウェアに関しては今後主流になるネットワークベースデータ収集システムの構築に重点を置き講義を行った。最終日には過去の集積回路製作経験者（学生、スタッフ等）に話をしてもらい、技術をより身近に感じてもらえるよう配慮した。

- 7月26日：初心者用アナログ ASIC セミナー（1日）講師 田中真伸（KEK）
- 7月27日：アナログ信号処理入門（0.5日）講師 房安貴弘（KEK）
- 7月27日：CMOS ASIC 入門（0.5日）講師 新井康夫（KEK）
- 7月28日：FPGA、デジタル回路入門（1日）講師 内田智久（KEK）
- 7月29日：データ収集システム入門（1日）講師：長坂康史（広島工業大学）
  - 安 芳次（KEK）
  - 大下英敏（KEK）
- 7月30日：ASIC 製作の実際について 座長 池田博一（JAXA）
  - 講師：黒川明子（RIKEN）
  - 志知（名古屋大学）
  - 阿部利則（東京大学）
  - 遠山健（宇宙線研）
  - 田中真伸（KEK）

結果：大学、大学院等でエレクトロニクスに関係する講義が開講されていないので講義時間をもっと長くって欲しいとの声が多かった。一部講義内容が難しいという声ともっと知りたいという声の両方があり聴衆のレベルがかなりばらついている事が確認できた。今後はターゲットをどこに絞るのかを検討していく必要はあるものの実践で応用できる知識を習得する事が目的であるため内容はある程度高度にならざるを得ない。最終日に前年度

ASIC training course 受講者 5 人に経験談を話してもらえたのは好評であった。また昨年受講者（講師）の一部は当該技術スキルが身につけており前年度プログラムがうまくいっていることも確認された。

## 2010年度 ASIC training course 概要及びまとめ

目的：2009年度までは講義と実習を5日間に詰め込んだために、受講者にとっては理解し身につけるための時間が足りなかった。よって2010年度では実習時間を10日に増やし且つシミュレーション設計とレイアウト設計それぞれ5日間行った。更に参加者に自分で製作したASICのテストを行い結果を出してもらうため、事前に何を製作したいかをレポートで書いてもらいそれを基に受講者を数人程度に絞った。

実施時期：2010年8月2日（月）から6日（金）、8月23日から27日

講義内容：初心者を対象にしたASIC製作を実習形式で学ぶ。現在までKEK製作し動作確認されているアナログライブラリを使用することで、集積回路製作の初心者にも放射線検出器用アンプ等を製作してもらい、ASIC製作を通じて実践的な開発フローを身につけてもらう。最初に、すでに製作され動作しているASICを題材として、全体の構成および構成要素であるプリアンプ、シェイパー、コンパレータの機能についてシミュレーションを交えた解説を行い、続いてCMOS半導体プロセス（TSMC社0.5umCMOSプロセス）についての基本的な知識を習得し、その後レイアウト設計等について実習を行う。最終的には各自がテーマを決め、各自で決めたASICデザイン設計に取り組む。

- ・ 8月2～3日 シミュレーション実習Ⅰ 担当：田中真伸
- ・ 8月4～6日 シミュレーション実習Ⅱ 担当：田中真伸
- ・ 8月23～25日 レイアウト入門 担当：田中真伸、共同研究員
- ・ 8月26日 検証ツール入門 担当：田中真伸、共同研究員
- ・ 8月27日 各自課題の相談等 担当：田中真伸、共同研究員

結果：各自に製作したいASICの仕様をまとめてもらい、それを基に製作仕様を詳細に決めていったため、このため参加者全員が設計及びレイアウトは完了し、一人をのぞいて集積回路の製造まで行った。今後どのように講師の負担を減らしていくかが改良点となる。現時点でまだ一部の結果がまとまっていないが資料として、本報告書の最後に出席者のレポートをつけておく。（NDAに関する部分は公開できないため削除した。よって不完全なレポートに見えるが、提出レポートは各自きちんと仕上がっている）今回工学部及び自然科学機構等からの参加者もあり、今後学際領域に置いてもこのような活動を発展させていくことで、広い分野で技術を共有しながらそれぞれの分野の発展に寄与することができるようにしていく。

## 2010年度FPGAトレーニングコース 概要及びまとめ

実施期間：2010年8月2日（月）～8月6日（金）

講義内容：意欲ある未経験学生に実践で通用するFPGA回路技術を習得してもらう事を目標にした。実践で使う事ができるように各自が個人の習得度に応じた課題に取り組み疑問点や問題点を自ら解決しながら進める形式にした。以下の内容の5日間連続実習。

- 1日目(8/2)：基板開発体験（一日目） 担当：池野正弘
  - 基板設計手法や半田付けの実習
- 2日目(8/3)：基板開発体験（二日目） 担当：内田智久
  - FPGA回路開発体験
- 3日目(8/4)：FPGA回路設計入門（一日目） 担当：内田智久
  - 課題の設計
- 4日目(8/5)：FPGA回路設計入門（二日目） 担当：内田智久
  - 設計した回路の動作確認
- 5日目(8/6)：SiTCPの使い方 担当：内田智久
  - SiTCPの実装方法習得

適切な指導やサポートを行う為に対象者と人数を制限する事にした。対象者は学部および修士課程学生、募集人数は20名に制限した。この制限により時間を掛けて各学生をサポートする事ができた。

### 結果

5日間の講習により実践で装置開発に挑戦する事ができる習得度に達した者が現れた事、9割以上がアンケートの総合評価で満足したと回答している事から目的は達成されたと考えられる。

特に注目すべきは、本講習によりパルス生成器を製作する者が現れた事である。彼らは未経験者であり短時間で装置開発に挑戦する為に必要な技術を習得した。

今後、彼らに必要な事は実践で発生する問題に取り組み解決しながら理解を深める事である。今後もこの様な講習会を継続する必要があると共に本講習を習得した学生が力を発揮できる場が必要だと考える。

アンケートを行った結果、以下の結果を得た。

総合評価：③ 14人、② 1、① 無し（③が満足、①が不満足）

## 2010 年度 DAQ トレーニングコース 概要及びまとめ

実施期間：2010 年 8 月 4 日（水）～6 日（金）

講義内容：データ収集（DAQ）概論から DAQ コンポーネントの開発までの講義を行い 2 日目午後から 3 日目午前まで DAQ コンポーネント製作（プログラミング）の実習を行った。対象者はすでに DAQ ミドルウェアを導入しており、既存の DAQ コンポーネントの改良や新たなコンポーネント開発をしたい方や DAQ ミドルウェアの導入を検討していて、使用法、コンポーネントの開発について知りたい方、興味をもっておられる方とした。下記にその日程と内容を示す。

- 1 日目(8/4)：講義形式
  - DAQ 概論 講師：長坂康史（広島工業大学）
  - RTM 概論 講師：神徳徹雄（産総研）
  - DAQ-Middleware 概論 講師：千代浩司（KEK）
  - GEM デモ 講師：宇野彰二（KEK）、大下英敏（KEK）
  - デモで使った DAQ コンポーネントの説明 講師：安 芳次（KEK）
- 2 日目(8/5)：実習・講義形式
  - 受講生自己紹介
  - 実習環境整備、確認 講師：千代浩司（KEK）
  - 1.0.0 リリースパッケージ説明 講師：仲吉一男（KEK）
  - DAQ コンポーネント開発 1（講義）講師：千代浩司（KEK）
  - DAQ コンポーネント開発 2（講義）講師：千代浩司（KEK）
  - 実習
- 3 日目(8/6)：実習形式
  - 実習
  - 作製したコンポーネントのデモ
  - まとめ

参加人数は 18 名。当初 15 名を予定していたが、予想を超える応募のため急きょ変更した。DAQ ミドルウェアを実際に使用している J-PARC からの参加者が多かったが、大学からの参加者の中に、実際の実験に使えるかどうかを確かめるために参加された方々もいた。アンケート調査から、「目指している DAQ コンポーネントの作成の見通しが立った」、「すでに開発しているコンポーネントを最新の DAQ ミドルウェアへ移植した」というようなコンポーネント開発者からの声や、興味を持って来られた方や導入を検討している方からは、「入門用の例題を動作させることができた」、「全体像の把握をすることができた」などの声を

聞くことができた。その後の追跡調査で、講習会に参加した後 DAQ ミドルウェアを自らの PC に組み込んで、実験に使用すべく開発を続けている大学等が複数いることが確認された。

DAQ ミドルウェアホームページ：<http://daqmw.kek.jp/>

以下、アンケートの集計結果を示す。

● 受講生の所属機関

福井大学(3名)、東北大学(1名)、アドバンスソフト(株)(4名)、J-PARC/MLF 中性子(5名)、大阪大学(2名)、東京大学生産技術研究所(1名)、東京工業大学(1名)、総研大(1名)、KEK(1名)

Q1. DAQ ミドルウェアトレーニングコース受講の動機を教えてください。また実験等で使用するご予定はありますか?

- SOI グループで使用の可能性あり
- ILC の FPCCD 崩壊点検出器の読み出しシステムに DAQ ミドルウェアを取り入れたいと考えており、そのための知識、技術を習得するためです
- J-PARC MLF での装置建設にあたって DAQ ミドルウェアに関する知識が必要なため
- 今後実験で使用するので、あらかじめ知識を得たいと思って応募しました
- MLF 中性子ラインでのシステム構築作業（民間）に関連して。
- 現在 Double Chooz という実験でオンライン関係の開発をしていて、さらに自分の技術を高めたいと考えたから。
- 業務(J-PARC/MLF でのビームライン建設) の関係で DAQ ミドルウェアを使用することになったため。
- 現在研究しているコンプトンスコープのデータ収集用ソフトウェアを開発したいと考えているから。
- 研究室で DAQ ミドルウェアの研究を行っているため、興味があるから受講しました。実験で使用する予定はないです。
- 研究室で DAQmiddleware の研究を行っており興味をもったので受講することにしました。実験等で使用する予定はありません。
- DAQ ミドルウェアに興味があるため。また、それを実際の実験へ組み込むことを視野に入れているため。(測定器開発室の SOI グループにて)
- Copper Lite で実験予定
- 使用する予定はありませんが自分の教養のためにと応募しました

Q.2 講義を受講してDAQ-Middleware に興味を持ちましたか?

- 持たなかった(0%) 持った(47%) とてももった(53%)
- Q.3 講義内容のレベルをどう思いましたか？
- とても低い(0%) 低い(0%) ふつう(33%) 高い(60%) とても高い(7%)
- Q.4 説明はわかりやすかったですか？
- とてもわかりにくい(0%) わかりにくい(6%) ふつう(33%) わかりやすい(47%)とてもわかりやすい(13%)
- Q.5 講義内容は今後役にたつと思いますか？
- 思わない(0%) 思う(40%) とても思う(60%)
- Q.6 来年も開催されるとしたら、後輩にすすめたいですか？
- まったく勧めない(33%) 勧める(86%) とても勧める(13%)
- Q.7 わかりにくかった内容や聞きたかった内容があれば教えてください。
- DAQ-Middleware を初めて使ったので、内容についてはきちんと判断できないが、基礎的な部分は非常に分かりやすかったと思う。
  - サンプルについてもうちよっと詳しい説明がほしかった。
  - 2009 年度版からの移行について(MLF への説明会が別途あるようなので安心しました)。
  - ネットワークプログラミングについての説明はさっぱり理解できなかった。
  - 規模の小さいシステム(実験室系など)にはあまり適さないということでしょうか？
  - 特になし
  - DaqBase クラスの大枠。daq run() 等 pure virtual をオーバーライドするのはともかく、それらの全体的な流れ等。daq do って？とか。(そのあたりを時間中にながめさせて頂いてコマンド待ちやハンドラ処理のつかみは見えませんでした)。
  - DAQ オペレータの http プロトコルを用いた制御について聞きたかった。
  - 特になし。
  - あまり知識を持たず、講習に参加したため、用語がわからないことが多々あった。ソケットあたりがとくにわからなかった。
  - CAMAC などの実際の連携の方法
  - 知識がほとんどなかったためかもしれませんが、少しはやく感じました。
- Q.8 今後のご要望、ご意見、その他ご自由にお書きください。
- MLF に特化した講習をひらいていただけると J-PARC にとってはより有効ではないかと思う。
  - マニュアルが非常に丁寧でわかりやすかったと思う。
  - ありがとうございます。
  - すでに使用されているコンポーネント等を(問題がなければ)公開してもらえるとよいと思う。
  - 今回 DAQ のプログラムに触れるのが初めてだったが、最後の色々な人のさまざまなデ

モを見て、その汎用性の高さに驚いた。もっと学んで自分の実験に生かしたいと思う。

- 私個人的にはすぐに質問できる環境でやりたい事ができたので十分満足しています。理解度のさまざまな人々を統一して行うのはたいへんだと思います(教える側もられる側も)。思い切ってクラス分けもあり?(同じ部屋でよいから)。
- I/O connect の GUI レベルで作ると多くの人に使ってもらえるのではと思います。結局 Labview の VT あたりが喜ばれる(?) のもそういった理由ではないかと思います。Base(RTM) にそういった構想を持っているようにも思います(?) ので、うまくつながるといいなと思います。
- マイクをつかって講義を行うとよいと思う。
- 特になし。
- ミドルウェアだけでなく、ネットワークプログラミング等を学ぶよい機会でした。ありがとうございました。
- 福井大学で講義していただきたい。
- ぜひ福井大学で講演してもらいたい。
- 自分の予備知識が足らず、多くを理解することはできませんでしたがとても勉強になりました。

## 謝辞

本プログラムの遂行にあたってエレクトロニクスシステムグループ及び **Open-It**(オープンソースコンソーシアム)の多くの方に時間を割いていただき協力していただきました。また今まで蓄積したエレクトロニクスシステムグループの知財と測定器開発室の **ASIC** 及び **DAQ** プロジェクトで開発された幾つかの知財を使用させていただいたこと関係者に対し感謝いたします。本プログラム遂行時多くの大学、研究所の方が参加されそれにより我々のアクティビティは更に高められたと思っています。最後にこのような機会を与えていただいた高エネルギー加速器研究機構長、本案件担当理事をはじめとする理事の方々、**Open-It**(オープンソースコンソーシアム)の立ち上げに理解を示していただき、コミュニティーの為にサポートしていただいた素粒子原子核研究所所長及び素粒子原子核研究所の方々に深く感謝いたします。

## 各セミナーのホームページ

先端エレクトロニクス DAQ セミナー

<http://www-osc.kek.jp/training/Seminar-2010/DAQ-Seminar/Electronics-DAQ/home>

ASIC トレーニングコース

<http://www-osc.kek.jp/training/Seminar-2010/ASIC-Training>

FPGA トレーニングコース

<http://www-osc.kek.jp/training/Seminar-2010/FPGA-Training>

DAQ トレーニングコース

<http://www-osc.kek.jp/training/Seminar-2010/DAQ-Middleware>

## 参加人数等統計データ

2010年	参加者数	所属機関
エレクトロニクスDAQセミナー	26人	神戸大学 山形大学 ソウル大学 東北大学 京都大学 大阪大学 東京大学 首都大学東京 高エネルギー加速器研究機構
ASIC講習会	9人	京都大学 立教大学 東邦大学 東京大学 自然科学研究機構国立天文台 高エネルギー加速器研究機構
FPGA講習会	26人	神戸大学 東京大学 山形大学 ソウル大学 東邦大学 東京工業大学 京都大学 首都大学東京 東北大学 大阪大学 高エネルギー加速器研究機構
DAQ講習会	19人	茨城大学 京都大学 東京大学 大阪大学 福井大学 首都大学東京 東北大学 東京工業大学 (株)アドバンスソフト 総合研究大学院大学 日本原子力研究開発機構 高エネルギー加速器研究機構