

「加速器の運転制御を通じて学ぶ EPICS 入門講習会」報告*

東京工業大学 ゼロカーボンエネルギー研究所

林崎 規託

hayashizaki.n.aa@m.titech.ac.jp

KEK 加速器研究施設

帯名 崇

takashi.obina@kek.jp

2023 年 (令和 5 年) 5 月 23 日

1 はじめに

Experimental Physics and Industrial Control System (EPICS) 入門講習会は高エネルギー加速器研究機構の主催により過去に複数開催されているが、2019 年度以降は開催されていなかった。そこで、高エネルギー加速器研究機構「加速器科学総合育成事業」の支援を受けて、全国の大学院生や若手研究者を中心に参加者を募り、新型コロナウイルスの拡大防止対策にも留意しながら、2023 年 3 月 2~3 日に「加速器の運転制御を通じて学ぶ EPICS 入門講習会」を開催したので報告する。

2 EPICS について

EPICS は加速器や物理実験装置などの制御システムを構築するためのネットワーク分散環境向け制御アプリケーション開発フレームワークであり、大型加速器施設を中心に数多くの研究施設で利用されている [1, 2]。EPICS を用いたシステムでは、Channel Access (CA) という通信プロトコルを使って、作業者が操作する上位層の Operator Interface (OPI) から、Ethernet などのネットワークを介して、デバイス層で実際のハードウェアを制御している Input/Output Controller (IOC) を読み書きしたり、IOC 間での通信がおこなわれたりする。

IOC の中にはレコードという制御点 (入出力点) があり、ここから生成されるプロセス変数 (PV) の名前さえ知っていれば、制御点がどれだけあっても、ネットワークやハードウェアを意識せずに制御することが可能である。また、IOC に常駐するデータベースは EPICS Database と呼ばれるレコードの集合であり、レコードの連携によって複雑な制御が実現される。EPICS はオー

ブンソースのソフトウェアであり、無料でダウンロードして利用できることから [3]、いつでも始められる反面、その使い方については独学せざるを得ず、研究や仕事での必要性や、何らかの目的意識がないと、ハードルが高く感じられるかもしれない。

3 講習会の開催趣旨

加速器制御は、各機器がもっている性能を十分に引き出して連携させることで、その安定運転や高品質なビーム加速を実現するとともに、人や機器の保護も含む安全管理においても重要な役割を担っている。したがって、加速器システムの大小にかかわらず、ハードウェアと制御は不可分な関係にあるが、逆にハードウェアに左右される部分もある。

大型加速器施設と異なり、一時的な現場制御で完結してしまう場合も多い大学などでは、加速器の遠隔制御や EPICS などの制御アプリケーション開発フレームワークは普及しておらず、その教育や研究に取り組む機会は比較的少ないと思われる。そこで、全国の大学院生や若手研究者を中心に参加者を募って、加速器の運転制御と EPICS の基礎・実習を組み合わせた講習会を開催することで、その入り口のハードルを下げるとともに、運転制御を通じて加速器の仕組みや奥深さも学んでもらい、今後我が国において加速器科学にかかわる人材を育成したいと考えた。

*この記事は許可を得て、加速器 Vol. 20, No. 2, 2023 から転載した。 https://www.pasj.jp/kaishi/cgi-bin/kaishi_info.cgi

4 講習会の準備と開催

4.1 準備

2022年6月より対面とオンラインを併用して準備を進めた。開催時期は秋頃と春休みの時期を検討し、大学院生の参加のしやすさや、高エネルギー加速器研究機構の加速器マシンタイムなどを考慮し、2023年3月2~3日の二日間とした。また、施設見学と参加者持参パソコンの実習対応準備のため、それらの希望者については、3月1日午後より参加してもらうことになった。

プログラムについては、EPICSだけでなく、加速器の運転制御も盛り込んで、前述したように、加速器の仕組みも同時に学んでもらう内容とした。実習用の機材は、2018年講習会で使用したものを基本的に再利用した。IOC用シングルボードコンピュータとしては、今回新たに購入したRaspberry Pi 4をメインに、前回からのRaspberry Pi 3 model B+も併用することとした。

2023年1月中旬より「EPICS-Users JP 日本語情報」Webページに開催案内を掲載し[4]、本学会¹のメーリングリストでもアナウンスをしてもらったところ、参加者10名以上の目標に対して、大学・研究機関・企業より14名の参加申し込みがあった。

4.2 開催

講習会プログラムを表1に示す。前述のWebページに講義・実習資料が掲載されている。初日の午前中は、全体説明の後、古川氏による加速器制御の講義よりスタートした(図1)。

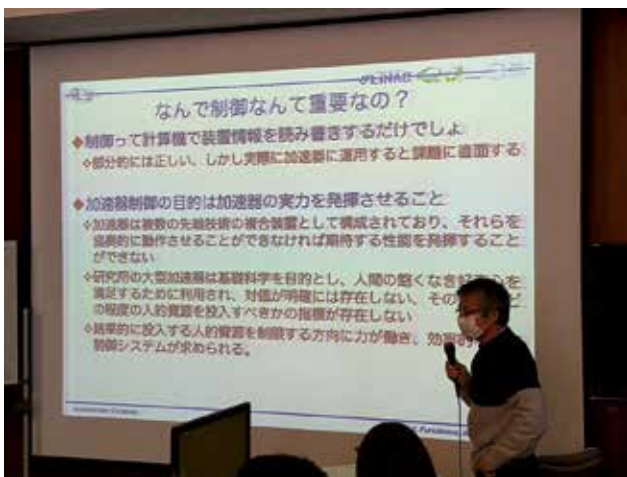


図1: 加速器制御に関する講義

最初の講義に引き続き、今回初めてEPICSやRaspberry Piに触れる参加者向けに、持参したパソコンをEPICSクライアントとして使う実習がおこなわれた。

¹編集委員註: 加速器学会のこと

その後も、山田氏、佐々木氏、杉村氏による講義や実習が、途中休憩を取りながら続いた。実習は、softIocコマンドを利用したEPICS Databaseの作成、EPICS IOCによる外部ハードウェア制御として図2の機材構成でLEDを点灯させる内容であった。



図2: Raspberry PiとLEDが取り付けられたブレッドボード

初日の最後は座談会的に、上窪田氏による「EPICS導入経験」、大学院生の井上氏によるOpenCV (Open Source Computer Vision) 画像処理技術、Raspberry Pi, Webカメラを組み合わせた「大学におけるEPICSを用いた加速器監視システムの開発」(図3)の話題提供があった。

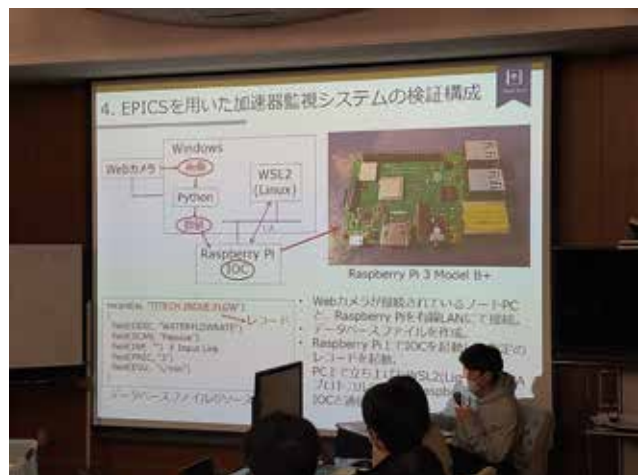


図3: EPICSを用いた加速器監視システムの開発

二日目は朝から、山田氏、佐藤氏、山本氏、帯名氏による講義、EPICSを使った倒立振り子制御の実演(図4)、CS-Studio Archiver, Stream Device, Raspberry PiのGPIOピンからの割り込み制御に関する実習がおこなわれ、夕方に終了した。

表 1: 「加速器の運転制御を通じて学ぶ EPICS 入門講習会」プログラム。

3/1(水)	13:30 -	3号館1階会議室に集合後、施設見学と参加者PC設定作業(希望者のみ)	
3/2(木)	09:00 - 09:15	全体説明	帯名崇
	09:15 - 10:00	制御概論と EPICS 入門	古川和朗
	10:00 - 11:00	実習 1:Raspberry Pi で CA Client, medm GUI	帯名崇, 古川和朗
	11:00 - 12:00	CS-Studio OPI	山田秀衛
	12:00 - 13:30	休憩	
	13:30 - 15:00	DB の基礎 (SoftIOC) + 実習 2	佐々木信哉
	15:00 - 17:00	EPICS IOC 作成 (講義 + 実習 3:LED 制御)	杉村仁志
	17:00 -	EPICS 導入経験, 討論 (座談会) 他	上窪田紀彦, 井上遼 (東工大)
3/3(金)	09:00 - 10:30	CS-Studio Archiver (講義 + 実習 4)	山田秀衛
	10:30 - 12:00	Stream Device (講義 + 実習 5)	佐藤政則
	12:00 - 13:30	休憩	
	13:30 - 15:00	現代制御理論入門と EPICS を使った倒立振り子制御	山本昇
	15:00 - 16:50	実習 6:GPIO 割込み	帯名崇
	16:50 - 17:00	まとめ	林崎規託 (東工大), 帯名崇



図 4: EPICS を使った倒立振り子制御の実演

できました。この紙面をお借りして厚くお礼申し上げます。

参考文献

- [1] 山本昇, 「EPICS を巡る国際共同研究」, 加速器 Vol. 3, No. 4, 2006 (409-412)
- [2] 中村達郎, 「EPICS を使った制御システム入門」, 加速器 Vol. 9, No. 3, 2012 (165-169)
- [3] <http://www.aps.anl.gov/epics/>
- [4] <https://cerldev.kek.jp/trac/EpicsUsersJP/wiki>

5 開催を終えて

講習会終了後、参加者にアンケート協力をお願いしたところ「EPICS を独学するよりも有益であった」「実習がよかった」「継続開催を希望」「休憩時間にもアドバイスや役立つ情報が得られた」など好意的な回答が多く、また「専門的な内容に特化した Advanced コースを希望」などの意見もいただいた。関係者とともに、テーマ設定も考慮しながら、毎年開催を検討していきたい。

謝辞

本講習会は高エネルギー加速器研究機構「加速器科学総合育成事業」の支援を受けて開催されました。講師や実習をサポートいただいた方々には快くご協力をいた