

EPICSを使った学部生向けの研究

藤田二郎

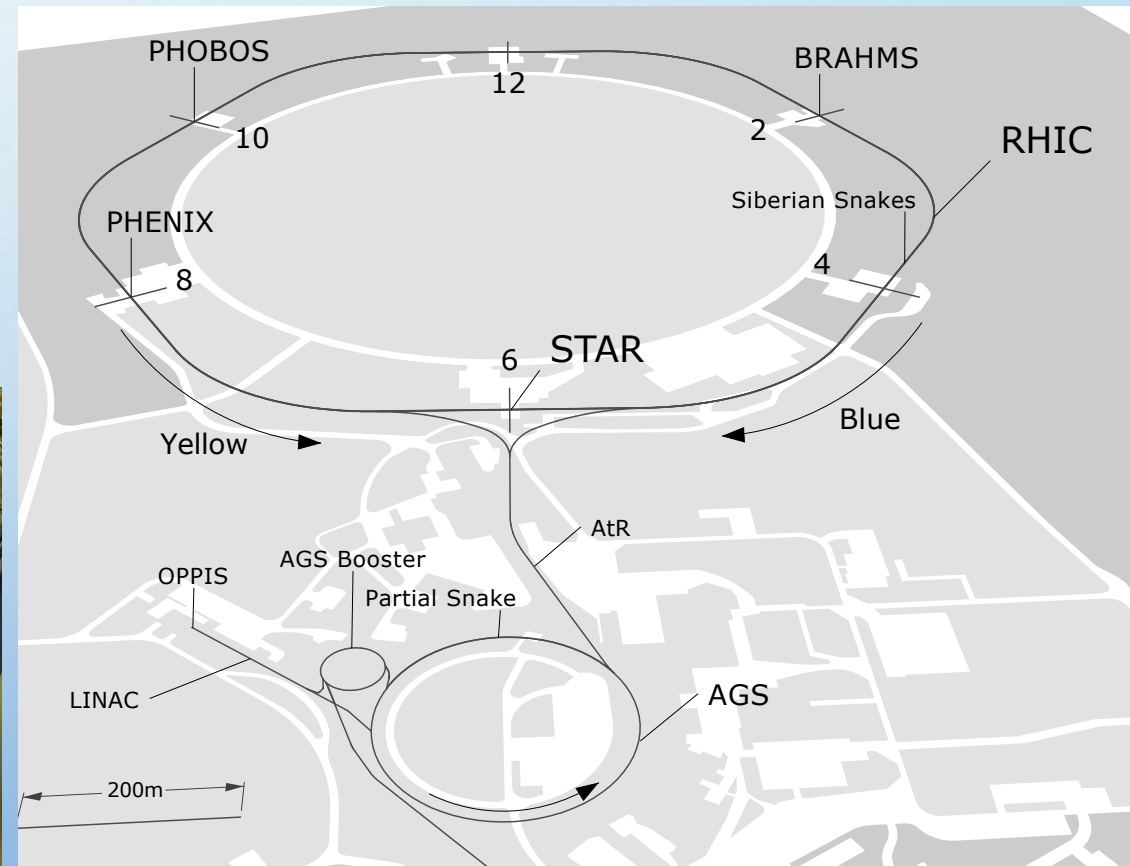
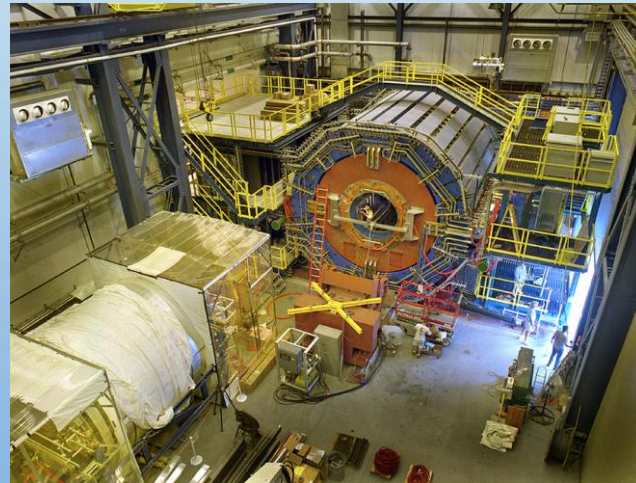
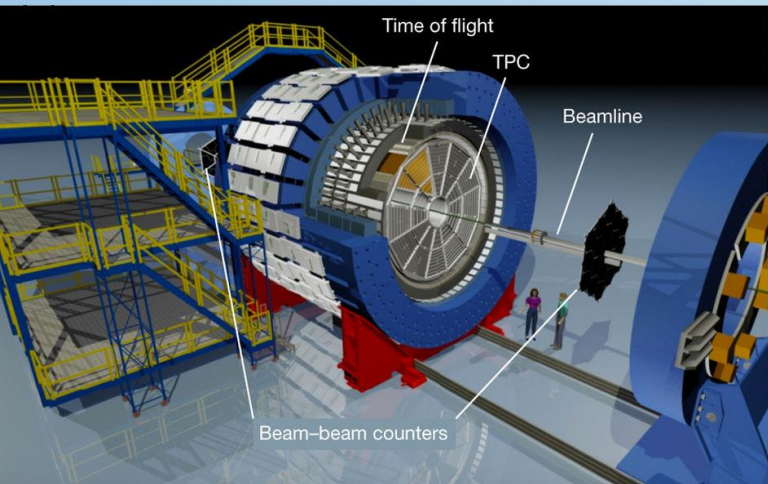
Creighton University, Omaha USA

STAR Experiment Brookhaven National Laboratory

(もうすぐITER Organizationへ移籍予定)

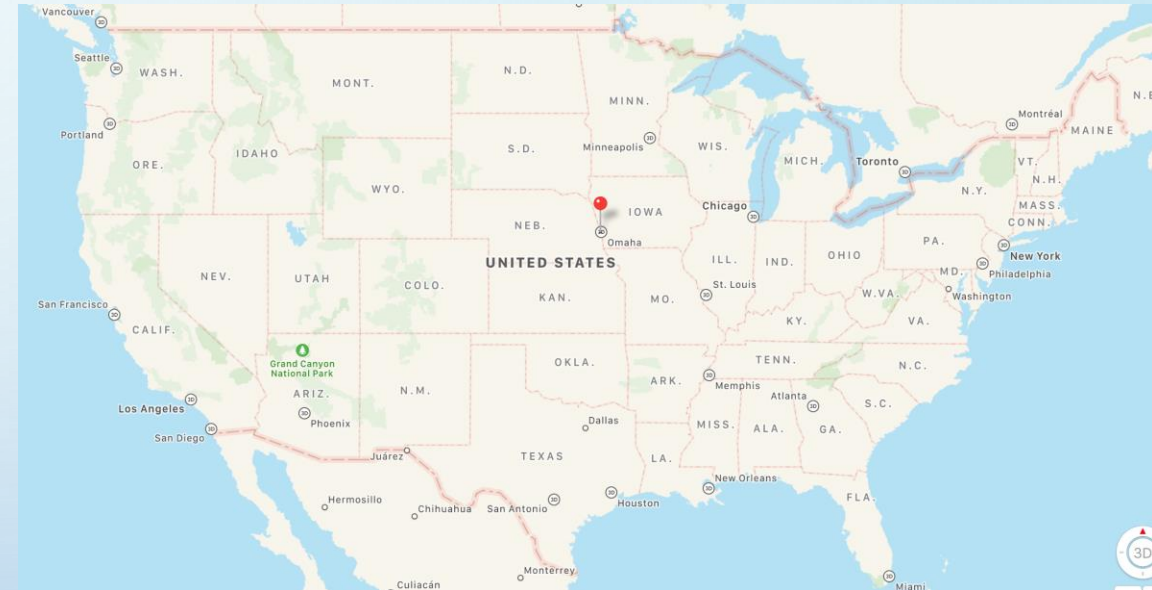
STAR実験

- Solenoidal Tracker At RHIC
- Relativistic Heavy Ion Collider
- Brookhaven National Laboratory, USA
- EPICSを初期から制御に使用
- 6万程度のパラメータを制御、監視



Creighton University (クレイトン大学)

- ネブラスカ州オマハ
- イエズ会系のカトリックの大学
- 基本的には大学院はなし
 - 例外的に物理学には修士まで大学院あり
- STAR実験の制御グループとして最初期より活動中
- グループ全体では学生も含めて3-6名程度と少数



RIKEN

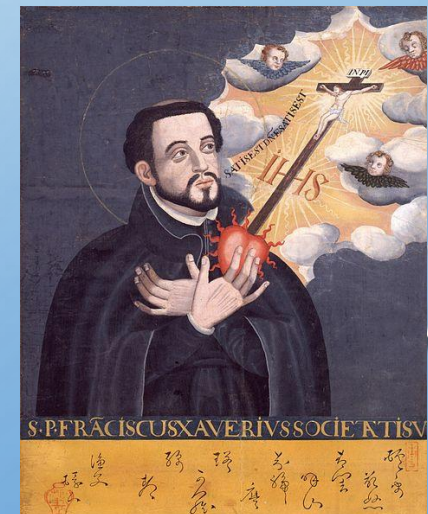
Name	Title	Address	Country
Jiro Fujita		2-1 Hirosawa Wako Saitama	Japan

STAR Collaboration

Name	Title	Address	Country
Thomas S. McShane	Asst. Prof. of Physics -- Creighton University	Brookhaven National Laboratory Bldg. 902B Upton, NY 11973	USA

Creighton
UNIVERSITY

College of Arts and Sciences



STARとEPICS、2000年以前

- 最初期(1990年代)より
- もともとはEPICS Base 3.12をSun SolarisとVxWorksをMVME167などを使って開発
- GUIにはMEDMを使用
- 主にポスドク、大学院生、および学部生などが共同で開発
 - ポスドクと大学院生がIOC
 - 学部生と大学院生がMEDM



STARとEPICS、2000年頃

- EPICS Baseは一部、3.13のIOCにアップデート
- ポスドクも学生も一時的なポジション、数年後には別の人になっている事が多い
- 必ずしもIOCの書き方に一貫性がない
 - 文書化されていないので古いメンバーから新しいメンバーに切り替わる時にどのようにして書けばいいのか？が失われるという事が数年間続きめっちゃめっちゃな書き方をされたIOCが書かれた
 - Device SupportがなくI/OをSequencerを使うIOCなど多数書かれた
- ポスドクや学生によってはそれほど真面目でもない
- VMEなどの組み込みCPUは初心者には向いていない
 - EPICS Baseをコンパイルするだけで一苦労。IOCを書くのもまた一苦労
 - 学部生の多くはMEDMのスクリーンのプロトタイプを作る事が多かった
- Solarisのみの環境だったので研究室に来ないと作業ができない

STARとEPICS、2005年頃

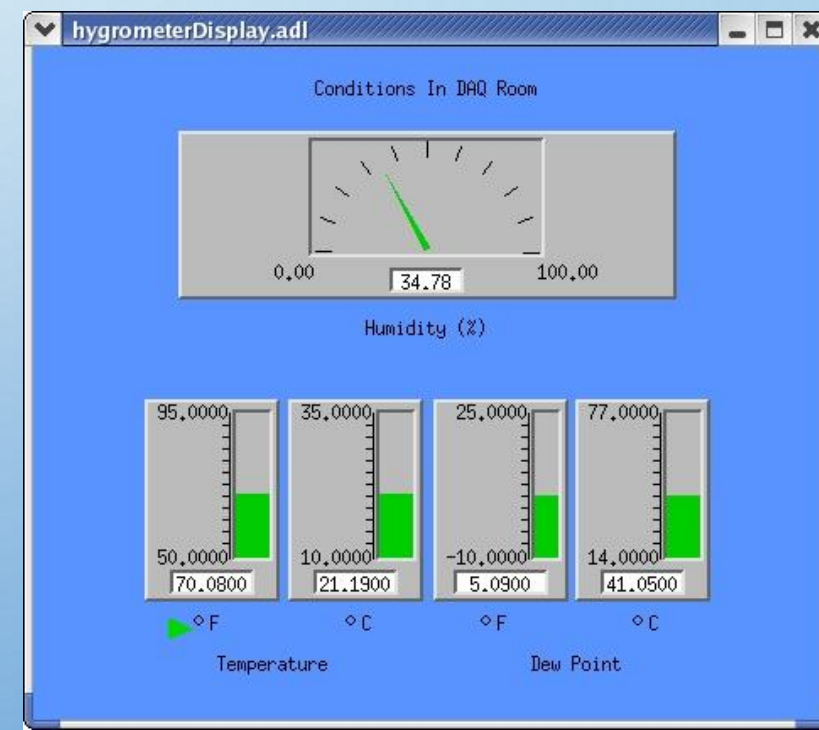
- 2005年秋頃、実験に僕が参加
- EPICS Base3.14に移行するにはVxWorksが古いから不可能
- 当初の予定ではVxWorksからRTEMSへの変換
- GUIはMEDMをWindowsで使うという案もあった
- ANL/APSの方々によりLinuxとSoftI/OCへの変換を勧められる
 - STAR制御にLinuxを導入開始
- 2005年の秋にKEKが開発したmini-EPICSを聞く
- 2006年のEPICS Collaboration Meeting @ ANL/APSに初参加
 - 上窪田さんと中村さんにお会いする
- 2006年の夏頃、INFN LegnaroのLivEPICSを知る

MINIEPICSとLIVEEPICS

- MiniEPICS
 - By 上窪田さん @ KEK
- LiveEpics
 - <https://web.infn.it/epics/>
- 学生にEPICSを教えるのに使用
- 学生にはEPICS Baseをコンパイルしてはかなり重荷
- LinuxがインストールされたPCが諸般の事情で常に不足
- ブートCDならば問題のほとんどを解決可能

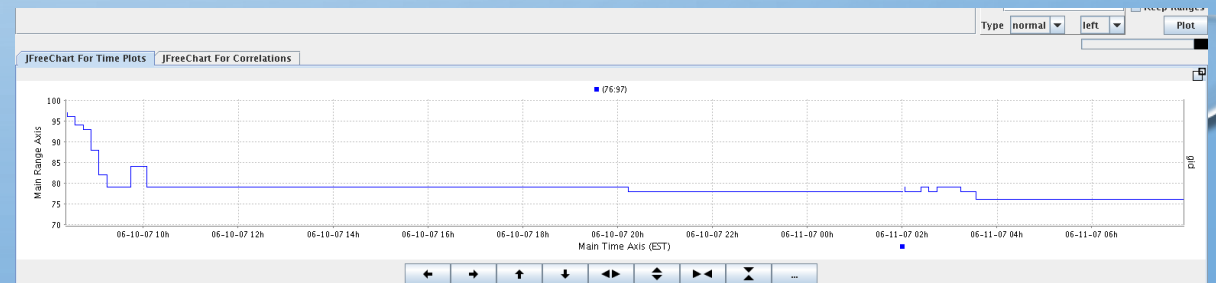
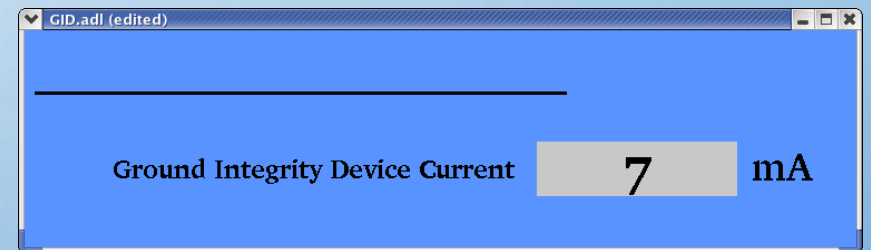
学生向けのタスク（その1）

- RS232デバイスからLinux上のSoft IOCで制御、もしくは監視
- 湿度計をまず使用
 - 二つある湿度計のうち、DAQルームにあるものを使用
 - プラットフォームにあるもう一台はプロトタイプが書かれてから換装予定(だった)
- 学生と共同作業で完成
- AsynとdevGpibを使用
- devGpibで取得したデータはSequencerを使用して各チャンネルへ
- 2006年夏



学生向けのタスク(その2)

- Ground Integrity Detector
 - RS232接続
 - STAR全体のアースの状態を調べる
 - STARの立ち上げ、及び立ち下げ時に特に重要
- もともとはLBLによって開発
 - STAR初期より存在したが誰もEPICSでデータを取り込まず、ノートに定期的にログされていた
- StreamDeviceを使用
- ほぼ学生が一人で完成
- 2006年秋、STARで実装



STARとEPICS、2010頃以降

- SoftIOCを使った新しいシステムが幾つも導入
 - TOF, HFT, GMT, FGT, etc
- 既存のシステムも順次可能な部分からSoft IOCに変換
 - STARで使われていたVMEはスペア用に保管
 - ただしSTARに在中しているポスドクのやる気などに左右される
 - STARのプラットフォームの湿度計は2017年までVMEを使った物を使用！IOCが存在してるので換装に一時間もかからないはずにもかかわらず！
 - ポスドクによっては単純に古いVMEのIOCをLinux様に単純にポートした人も
 - 古いVMEからの単純ポートなのでシリアルポートのI/OもSequencerで行われるのもまったく同じ

2010年頃以降の学生の傾向

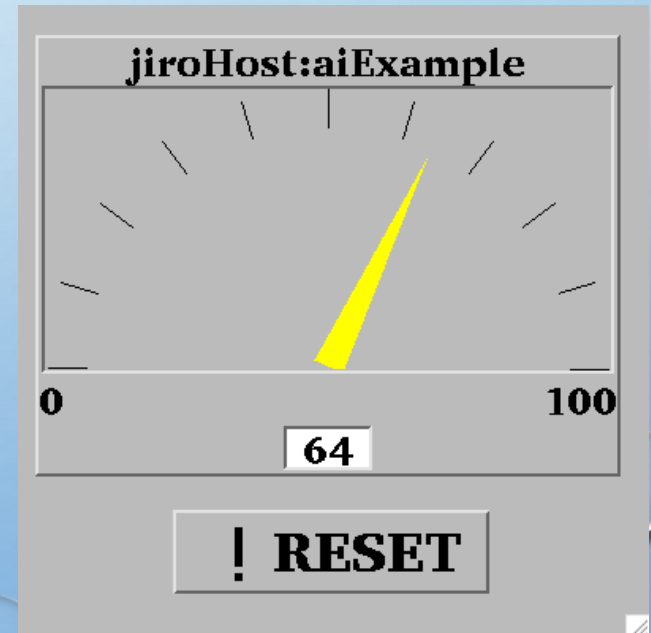
- あいかわらずUnixやプログラミングの経験はほぼ皆無
- Macを使う学生の数が増加
- PCもブートの仕様が変わり、Live CDではブートしない事が多くなってきた
- VirtualBoxをつかったEPICS環境を構築
 - <https://physicsweb.creighton.edu/jiro/VirtualBox/>
 - もともとは内輪で使うことのみを想定
 - 予想外に需要があるらしく現在でも細々とアップデート中

2010年以降の学生の成果

- LeCroy 1458からCAEN SY4527に移行の伴うSoft IOCとMEDMスクリーンの開発
- CAEN SY4527のリセット用にBeckhoff Bus Coupleを使用したIOCの導入
- LeCroy 1440のIOCの書き換え
 - 新規開発した物はAsynとStream Deviceを使用
- ALHに代わりCSS Beastの試験導入
 - Beastは同時にcaQtDMも実装
- CALabを使ったLabViewとEPICSのブリッジのプロトタイプ
 - 残念ながらこちらはLabViewを使ってるグループの反対で実装は不可能
- FSM Recordを使った検出器の自動化のプロトタイプ
 - こちらも諸般の事情で実装不可

学生向けのEPICSのエクササイズ

- EPICS Base標準のカウンターIOC
 - Scan rateの変更
 - 0から9までではなく、99までカウントさせる
 - PV ValueをリセットするMEDMを書かせる
- STARで使っている湿度計やGIDを使ったエクササイズ
- AB300を使ったチュートリアル (by Eric Norum)
- DP41を使ったチュートリアル (by John Dobbins@Cornell)

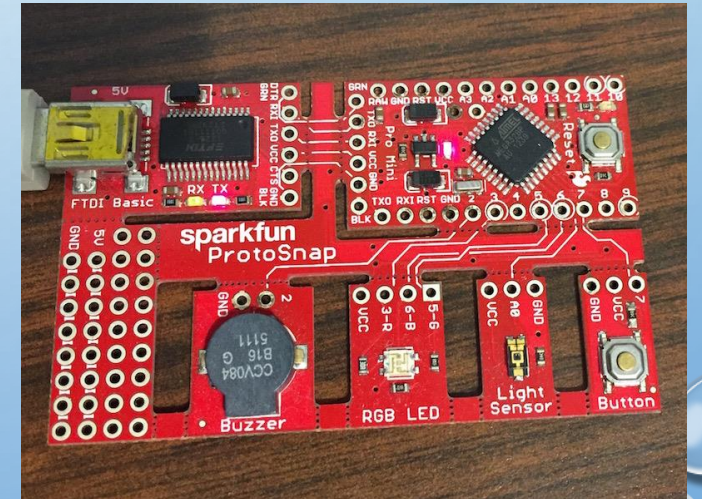


問題点

- 湿度計やGIDはおろか、DP41もAB300も手元にない
- 他にSTARで実際に使われている物も手元にない
- データを収集している間はSTARの本物も基本的には使えない
- 夏季にRHICが停止している間は電源が入らないのでその間に開発も不可能
- 「本当にEPICS IOCを書いて動くのか？」という疑問

Arduinoを使った解決策

- Arduinoを使ってみてはどうか？
 - 山本さん@KEKの2012年秋のEPICS Collaboration Meetingでの発表
http://www.aps.anl.gov/epics/meetings/2012-10/program/1024-A1_Arduino_as_tool_for_EPICS_training.pdf
- SparkFun ProtoSnap Miniを使用
 - ブレッドボードも使わないでほぼ一通り使える
 - 2013年に山本さん本人からの情報
 - RGB LED、ボタン、スピーカー、CdSがある
- Pete Jemian (ANL/APS)もArduinoを使用
http://prjemian.github.io/cmd_response/

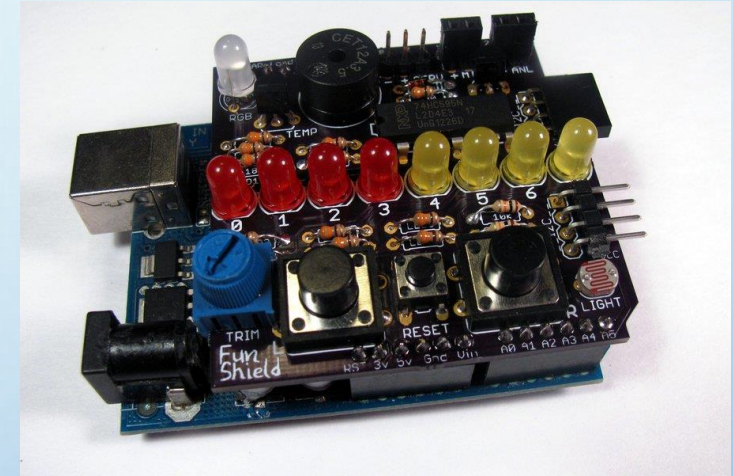


SparkFun ProtoSnapでの問題点

- 数年前にSparkFunが販売停止した模様
- 一つは元ポスドクが紛失(2016年夏)
- 研究室の移動に伴い紛失(2017年秋)

解決策としてFunShieldを使用

- オープンソースのシールドでUNOボードと使える
<https://www.tindie.com/products/MakersBox/funshield-arduino-shield-kit/>
- ProtoSnapと同じ様にRGB LED、ボタン、スピーカー、CdSがある
- 更にLEDアレイ、温度センサーなども搭載
- 問題点としてはライブラリがArduino IDEの古いバージョンのみで使える
 - しかしライブラリをよく調べたら簡単に新しいバージョンのArduino IDEでも使える事が判明



学生向けのEPICSのエクササイズ (2017年改訂版)

- 基本的にはまず初歩はexampleカウンターIOCから
- 次にDP41のDevice SupportとIOCを書かせる
 - ArduinoでDP41を代用(DP41のシミュレータスケッチ使用)
- AB300のチュートリアルを読ませDP41で各ステップを理解させる
- Arduino Simple LEDのIOCをdevGpibを書かせる
- FunShieldのIOCをdevGpibを使って書かせる
- Arduino Simple LEDをStream Deviceを使って書かせる (予定)
- FunShieldのIOCをStream Deviceを使って書かせる (予定)
- <https://physicsweb.creighton.edu/jiro/epics/tutorial/> にて公開中(及び予定中)
 - 将来的には別のサーバーにおそらく移転予定(2018年??)

STAR制御グループの学生

- 年に最大で2～3名程度
 - 2017年秋学期は三名
 - 三年生、二年生、一年生各一人ずつ
- 基本的には学部生
 - 大学院生は基本的にはデータ解析をする事が多い
- まずEPICS IOC及びChannel Accessの概念を理解してから何を具体的にするか決める
 - 2017夏にはLeCroy 1440 高圧電源のIOCをAsynとStream Deviceを使って書き直してプロトタイプが学生によって書かれた
 - 2018年冬から実際に使用予定
- 新人(二年生と一年生)の学生はまだ基礎を学習中
 - 予定では一人は三年生と二人でインターロックIOCをsoft IOCに書き換え(PLC使用予定)
 - もう一人はPythonを使ってステータス画面を書く予定(現在Pythonも勉強中)

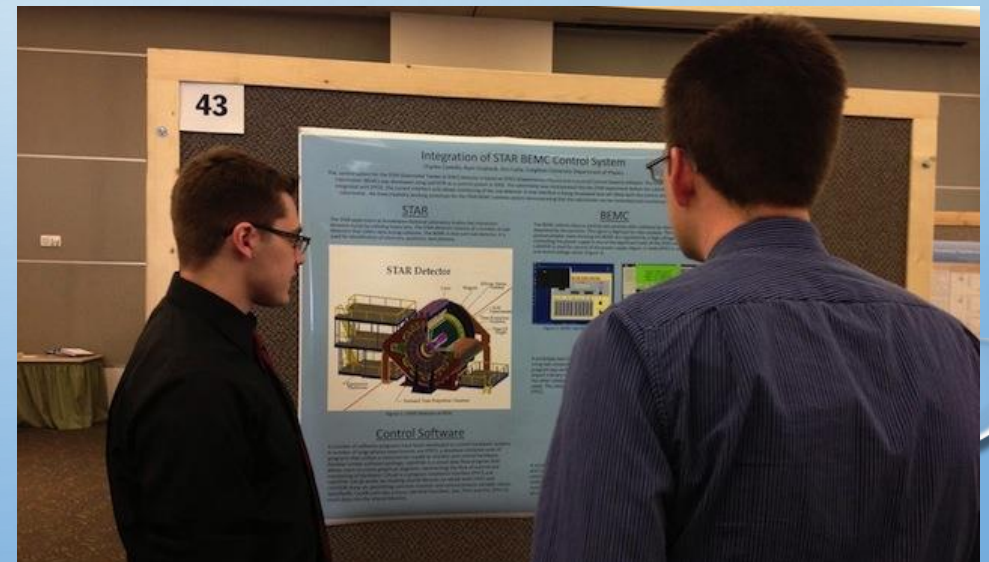
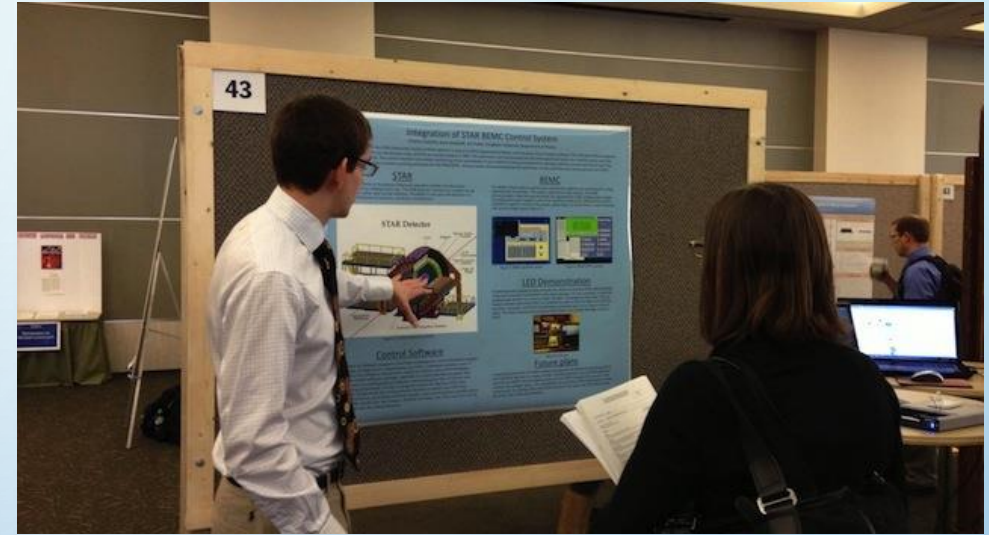


学生指導にあたって...

- 学生のスキルや嗜好によってある程度は柔軟に対応
 - 一年生の新人はPythonのクラスを取っているのでPythonを使ったステータス画面を作成させるシステムを構築させる事に
 - 現行のシステムはSoftI/OCでSequencerがウェブページを自動作成するが使用するチャンネルが変更されると毎年壊れるので常にメンテナンスが必要
- 必要なタスクを厳選する事も当然ながら重要
- プログラミングができなくても適材適所とする
 - 例えばEPICS BaseなどをRPM化させたりとかCSSの導入方法を調べ文書化する、など
- プログラミングなどが「面白くない」から逃げていく学生も時々...
 - 単位として研究をしていない学生もいる
 - 大学の制度上、研究で学生指導しても大学の運営側からはまったく教育として評価されない
 - 基本的には去る者は追わず
 - 結果として数年間、学生が「基本的に何もしなかった」事も...

大学内での学生発表の風景から

- 2013年頃
- 最初期のSTAR VMを使用
- EPICSとLabViewを統合させるCaLabの導入方法を調べてプロトタイプを開発
- 学生二人で共同作業
- 二人共たまたまLabViewを使った実習授業を取っていた



遠隔での学生指導(2017年より)

- 2017年春より学生指導は基本的には遠隔で指導
- SkypeおよびVidyoを使った週に数回のミーティング
 - 夏季は週三回、秋季は週に一、二回
 - 基本的には各々の進捗状況の確認
 - 必要ならば指導、レクチャーなど
 - 先日はDistributed Controlについて指導及びデモ
- 現在の所は指導側は元ボスの教授(2016年引退、現在はボストン)と僕の二人体制
 - 将来的には現在のSTARポスドクも含める予定(2018年から?)
- 将来性を考えると学生にはCやC++よりもPythonを推奨