

# EPICS on F3RP61の開発と応用

小田切淳一<sup>1</sup>, 荒木栄<sup>1</sup>, 内山暁仁<sup>2</sup>, 上窪田紀彦<sup>1</sup>,  
亀田喜一<sup>3</sup>, 清道明男<sup>1</sup>, 込山美咲<sup>4</sup>, 白津英仁<sup>3</sup>, 高木誠<sup>5</sup>,  
中川秀利<sup>1</sup>, 中村卓也<sup>6</sup>, 名倉信明<sup>7</sup>, 夏井敏樹<sup>3</sup>, 村杉茂<sup>1</sup>,  
三川勝彦<sup>1</sup>, 本橋重信<sup>5</sup>, 古川和朗<sup>1</sup>, 山田秀衛<sup>1</sup>, 山本昇<sup>1</sup>

<sup>1</sup>高エネルギー加速器研究機構

<sup>2</sup>住重加速器サービス株式会社

<sup>3</sup>横河電機株式会社

<sup>4</sup>理研仁科加速器研究センター

<sup>5</sup>関東情報サービス株式会社

<sup>6</sup>三菱電機システムサービス株式会社

<sup>7</sup>日本アドバンステクノロジー株式会社

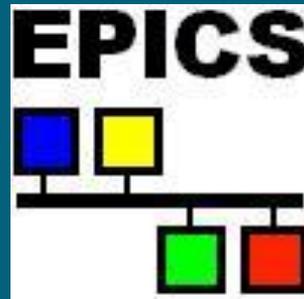
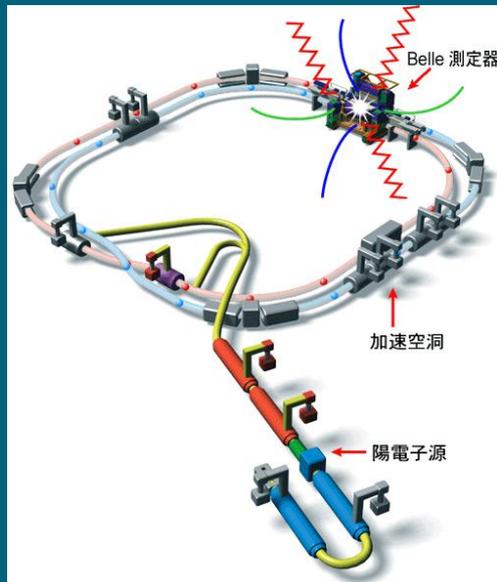
19 March, 2010

# 内容

- EPICS とは？
- F3RP61 とは？
- EPICS on F3RP61 とは？
- 何がそんなに良いのか？
- KEKB, J-PARCなどにおける応用事例
- 今後の展開
- まとめ（個人的意見）

# EPICSとは？

- Experimental Physics and Industrial Control system
- 加速器や大規模実験施設向きの制御ソフトウェア



## Operator Interface (OPI)



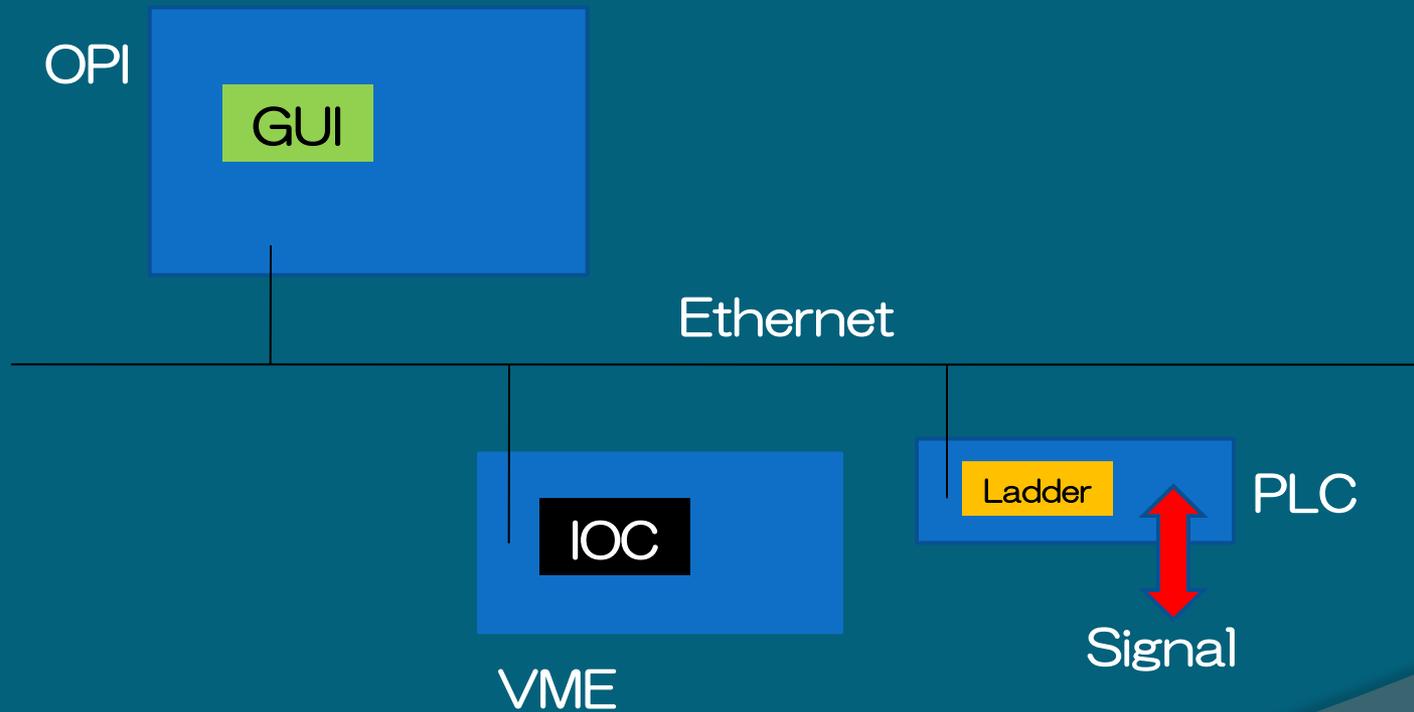
## Input / Output Controller (IOC)

# F3RP61とは？

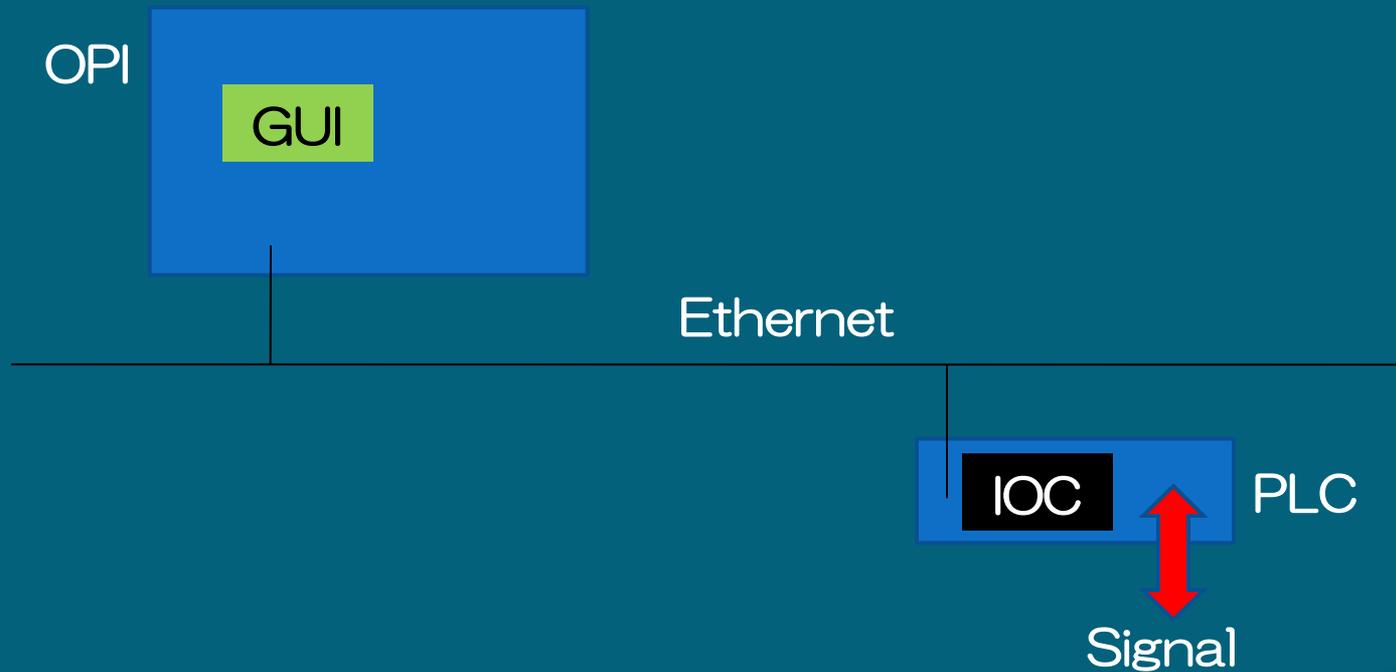
- ◎ Linux を搭載したCPUモジュール
  - EPICS の IOC プログラムを実行可能
- ◎ FA-M3 の豊富な I/Oモジュール群を利用できる
  - 単純な DI/DO, AI/AO モジュールに加え、位置決め制御、温度監視、高速データ収集など
- ◎ 従来のシーケンスCPUとの併用も可能
  - インターロック状態のモニタ



# Before (従来方式)



# After (EPICS on F3RP61)



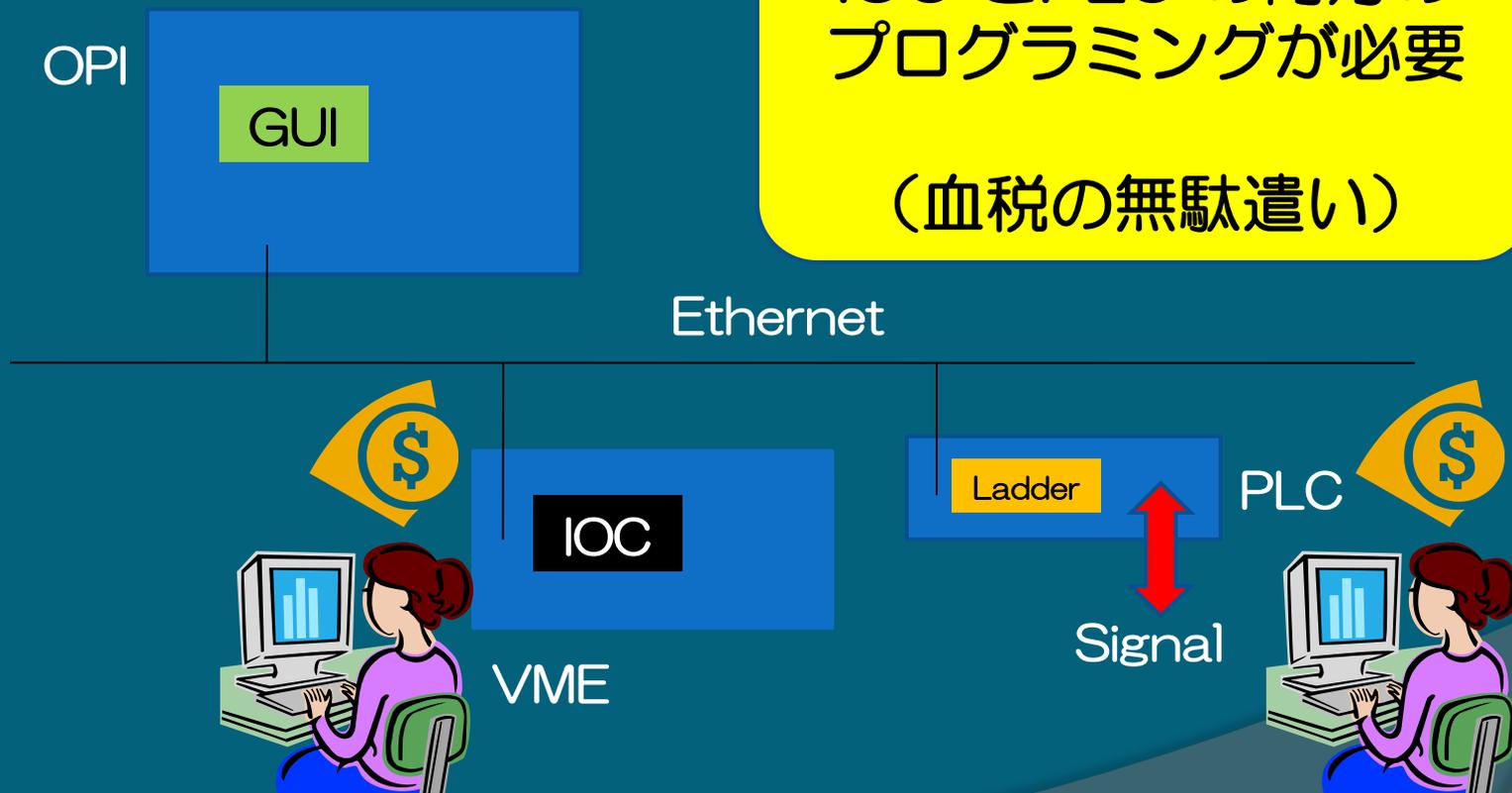
# 何がそんなに良いのか？

- ハードウェア資源の節約は副次的な効果
- ソフトウェア開発の費用（＝時間）を大幅に削減することが目的
  - KEKは多くのプロジェクトを抱える
    - 無駄な仕事に人的資源を割り当てる余裕はない
  - Before（従来方式）には制御ソフトウェア開発の面であまりにも無駄が多い
  - After（EPICS on F3RP61）は従来方式が抱えるすべての無駄を排除します

# Before (従来方式) の問題点1

IOC とPLC の両方の  
プログラミングが必要

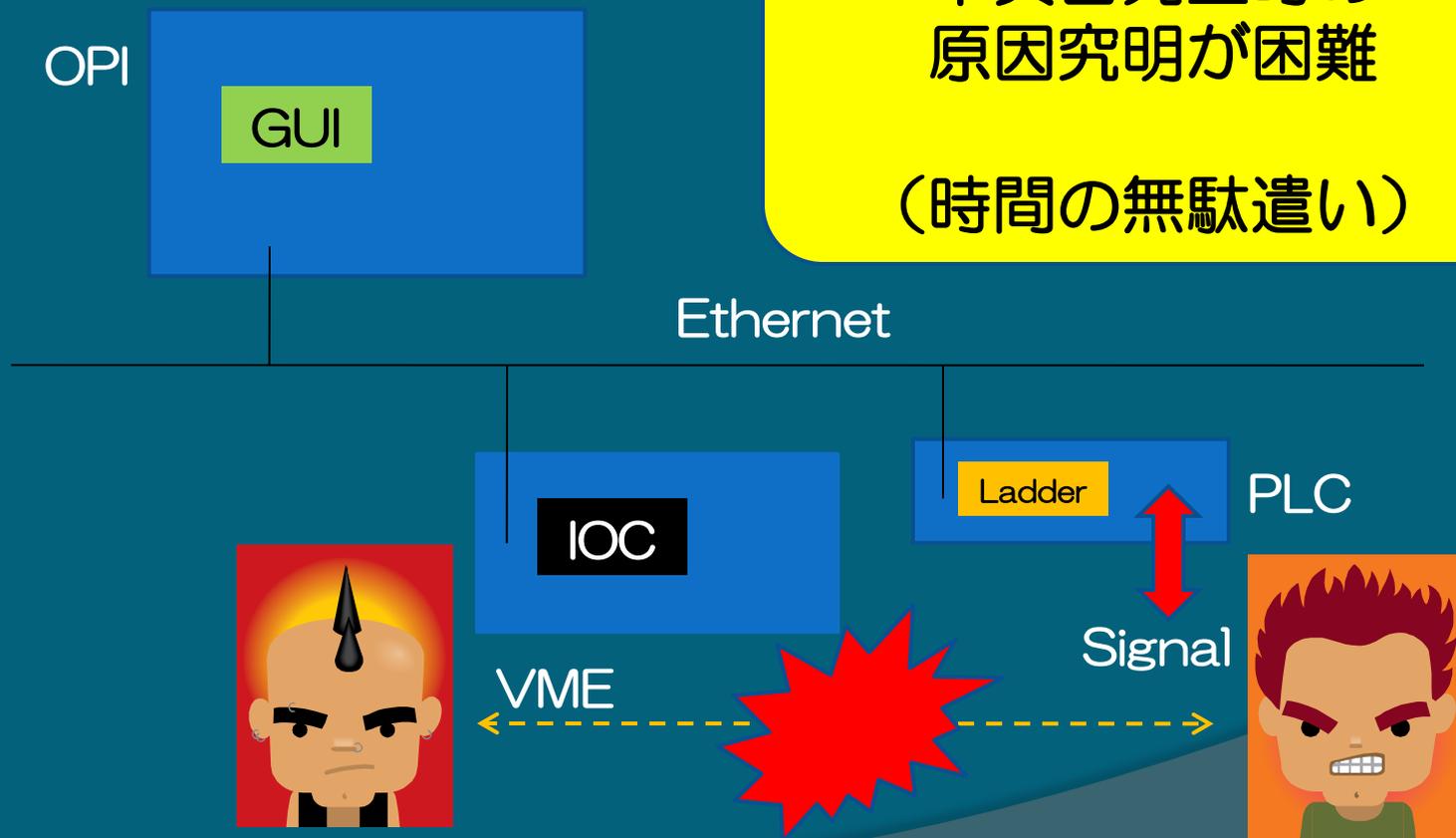
(血税の無駄遣い)



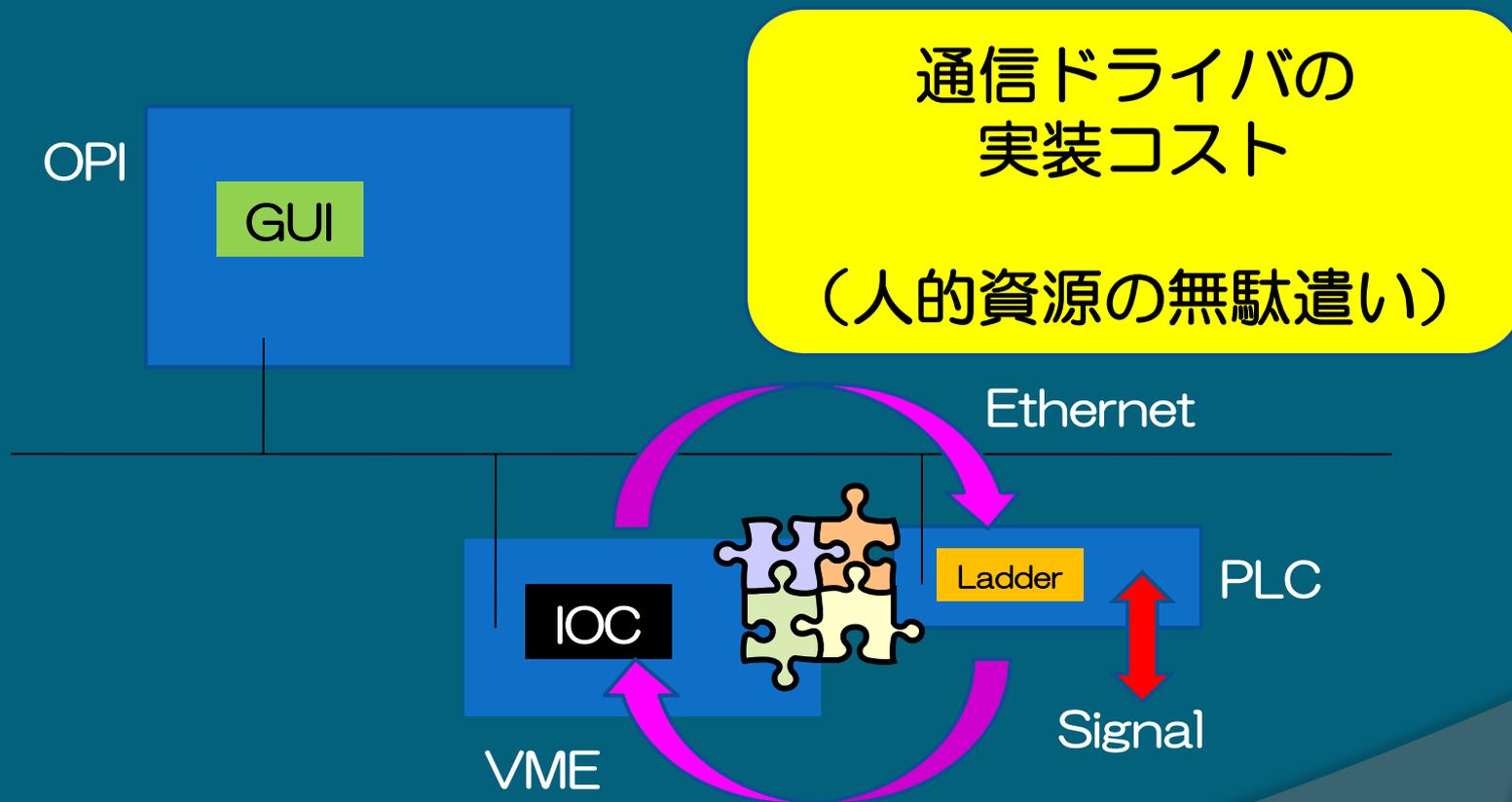
# Before (従来方式) の問題点2

不具合発生時の  
原因究明が困難

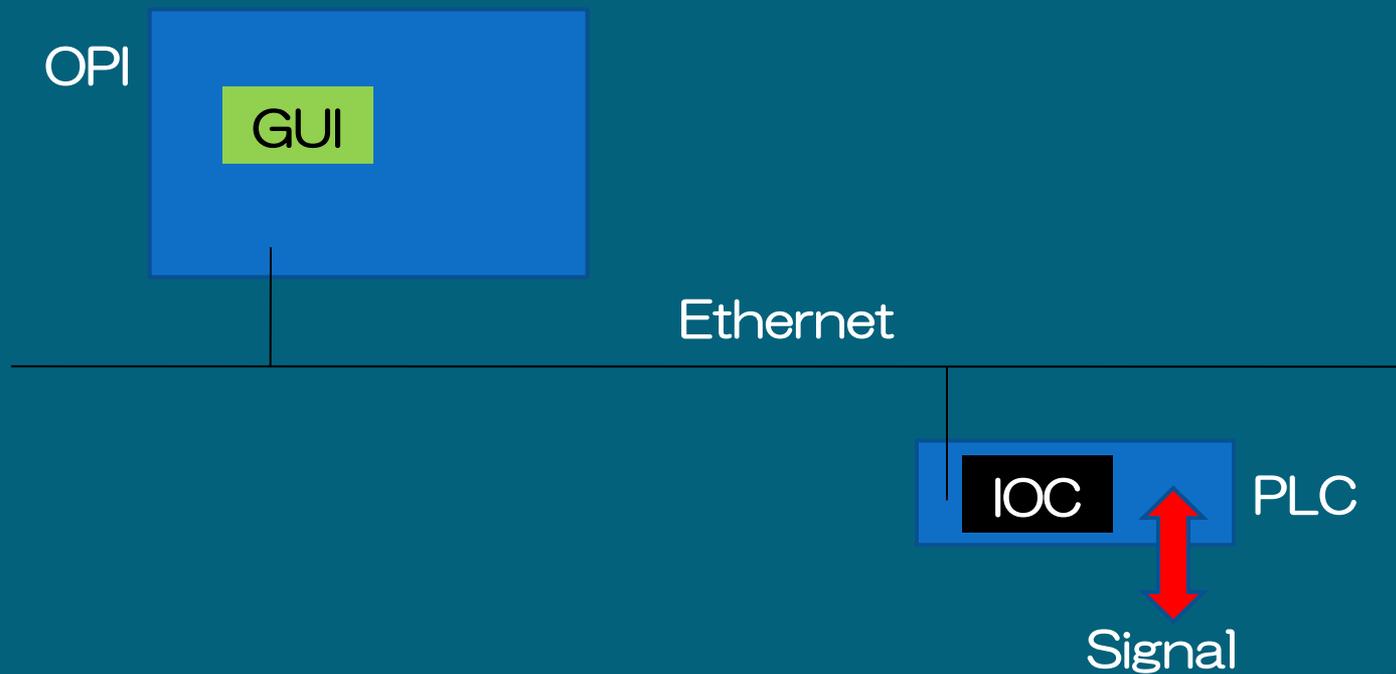
(時間の無駄遣い)



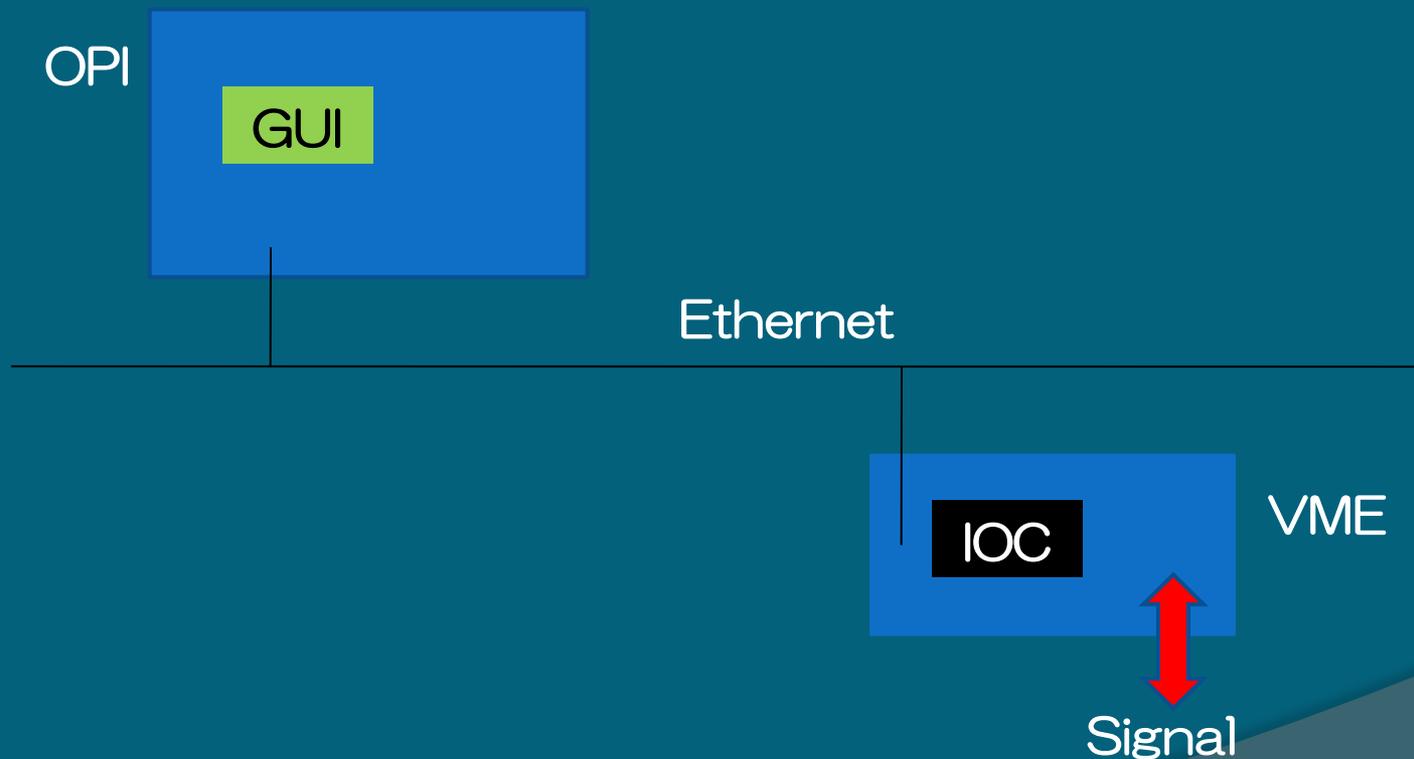
# Before (従来方式) の問題点3



# これで全ての問題が解決！



# 実は古き良き時代に戻っただけ？



# 古き良き時代との違い

- ◎ VME => PLC (安い、軽い)
  - PLCは片手で持てる
  - VMEは片手で持てない
  - CAMACに至っては3人いないと動かせない
- ◎ VxWorks => Linux (安い、早い)
  - Linuxならユーザ空間での開発
  - VxWorksだとカーネル空間での開発
  - アプリ開発中のシステムのリブートは避けたい

# Linuxのリアルタイム化が実現！

YOKOGAWA ◆

**e-RT3 Embedded Real-time Linux Controller**

High performance controller e-RT3 F3RP61 can provide extendibility and flexibility of Linux, connectivity with versatile PLC I/O and high-speed response performance by real-time Linux.

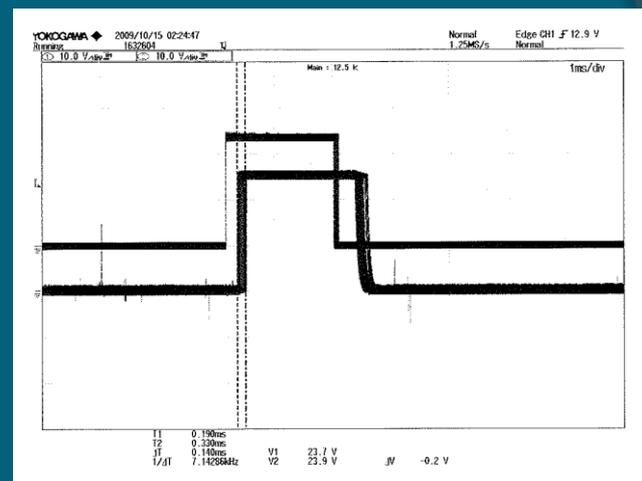
**Controller F3RP61 that is able to develop the application with Linux corresponded to the PREEMPT\_RT patch that improved a real-time performance. It is possible for Linux to be used as high accurate control application and data sampling with having high-speed and stable response.**

**Table for Latency frequency distribution of application start of fixed cycle with I/O process (load : hackbench)**

Latency[μsec]	Current Product (Kernel2.6)	PREEMPT_RT
Test condition	60K times with 2ms interval	4,320K times with 1ms interval
0 ~	0	1
10 ~	0	37,382
20 ~	23,617	7,559,822
30 ~	26,609	31,478,761
40 ~	3,341	1,924,410
50 ~	2,928	1,925,191
60 ~	1,476	268,123
70 ~	1,088	5,958
80 ~	507	546
90 ~	256	6
100 ~	84	
110 ~	28	
120 or bigger	66	
Max. Latency	1,065μs	92μs

Fixed cycle interruption

Kernel : Kernel.org linux 2.6.26.8  
 PREEMPT\_RT : patch-2.6.26.8-rt16  
 ※ Stable version announced by OSADL



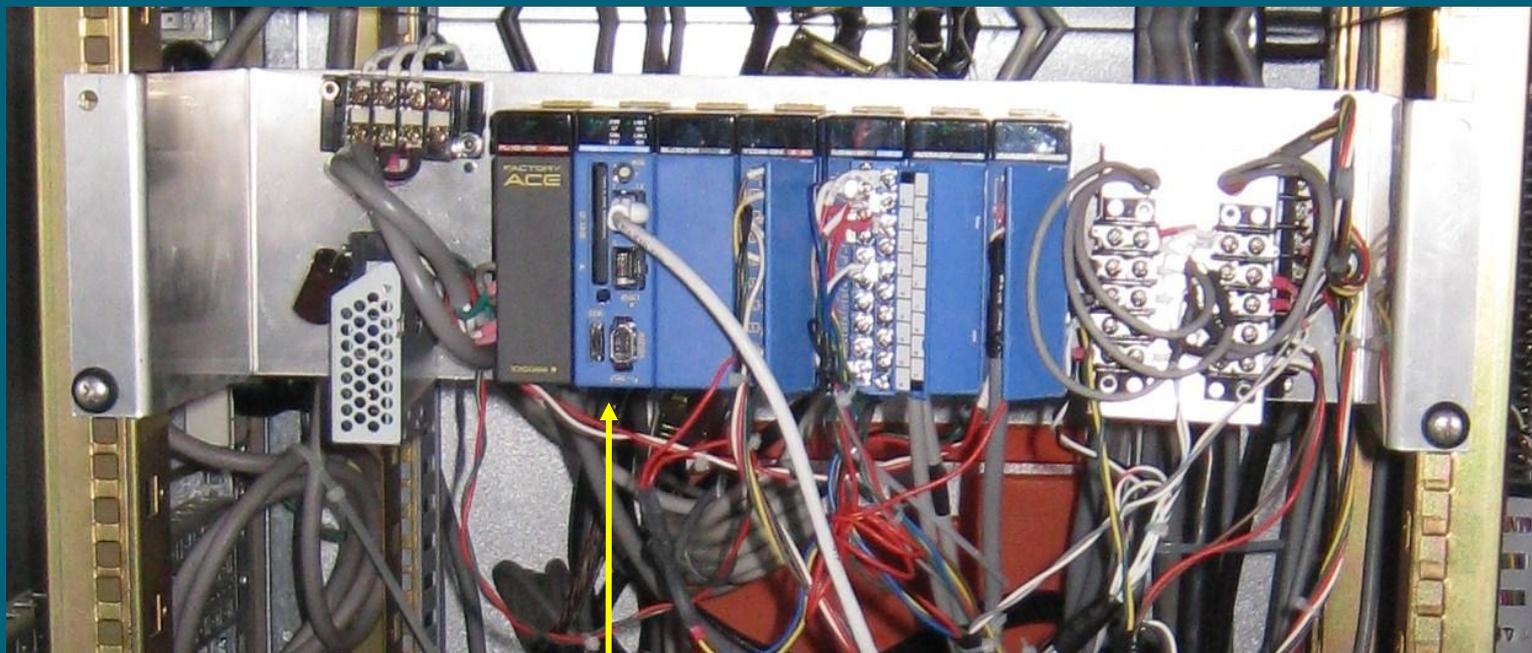
ICALEPCS09の企業展示  
 ブースで（勝手に？）負荷  
 試験を行い、自分の目で確  
 かめた

資料提供：横河電機株式会社

# 応用事例 1 電源制御 (その1)

KEKBパルスQ電磁石電源制御

(KEK 三川勝彦氏、三増俊弘氏、小田切淳一)

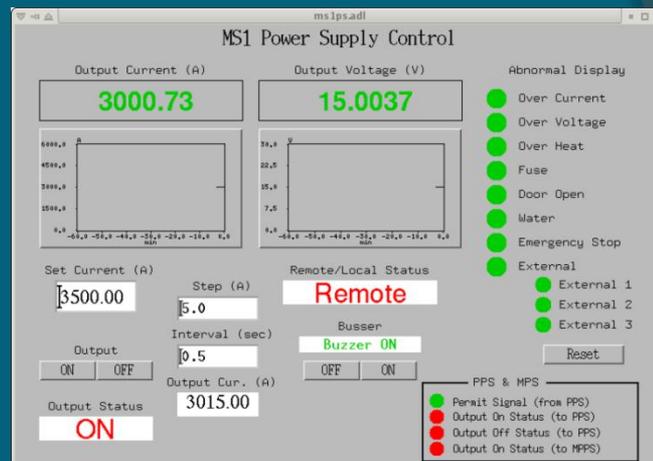


F3RP61 (IOC)

# 応用事例2 電源制御 (その2)

J-PARC遅い取り出しラインの  
電源制御

(関東情報サービス 高木誠氏)



F3RP61 (IOC)

# 応用事例 3 位置決め制御（その1）

KEKB 可動ビームマスク制御システム

（三菱電機システムサービス 中村卓也氏）

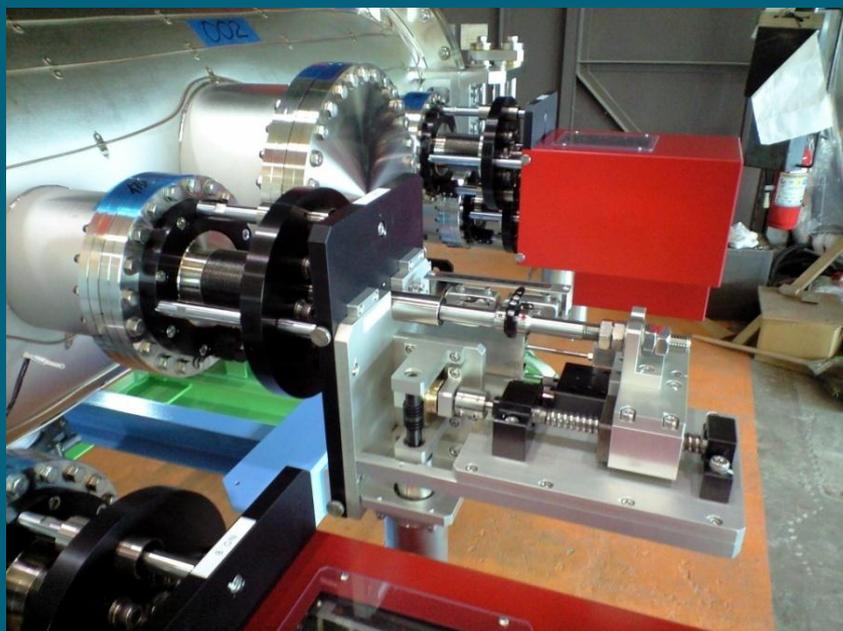


F3RP61 (IOC)

# 応用事例 4 位置決め制御 (その2)

J-PARC遅い取り出しラインの  
位置決め制御

(KEK 小田切淳一)



F3RP61 (IOC)



# 応用事例5 インタロックの読出し

J-PARC取り出しラインの電源

インタロック状態の読出し

(KEK 村杉茂氏、

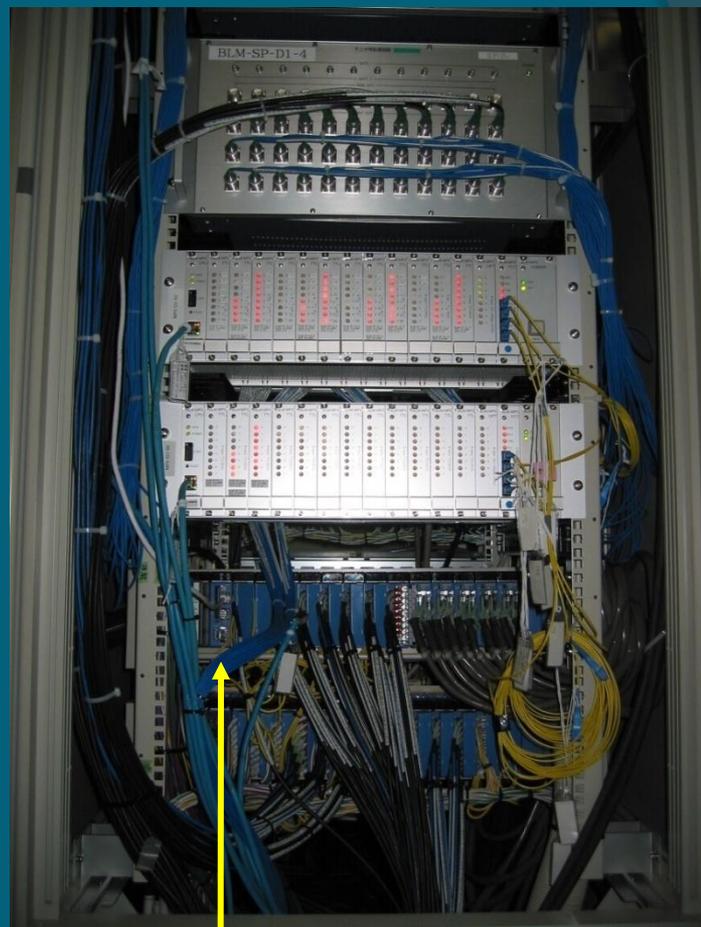
日本アドバンステクノロジー

名倉信明氏)



# 応用事例6 データ収集 (BLM)

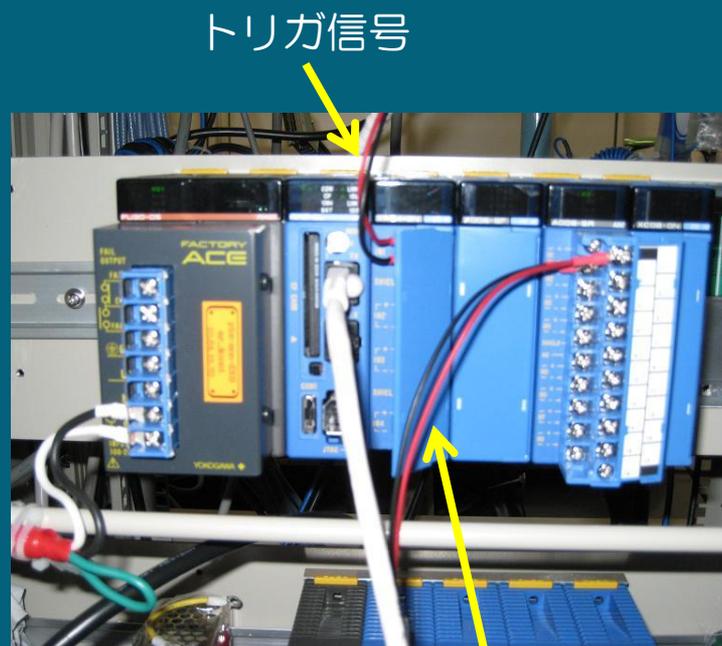
J-PARC主リングのビームロス  
モニタのデータ収集  
システム  
(関東情報サービス 本橋重信氏)



F3RP61 (IOC)

# 応用事例7 データ収集 (FCT)

J-PARCニュートリノ・ビームライン 入射電荷測定システム (関東情報サービス 本橋重信氏)

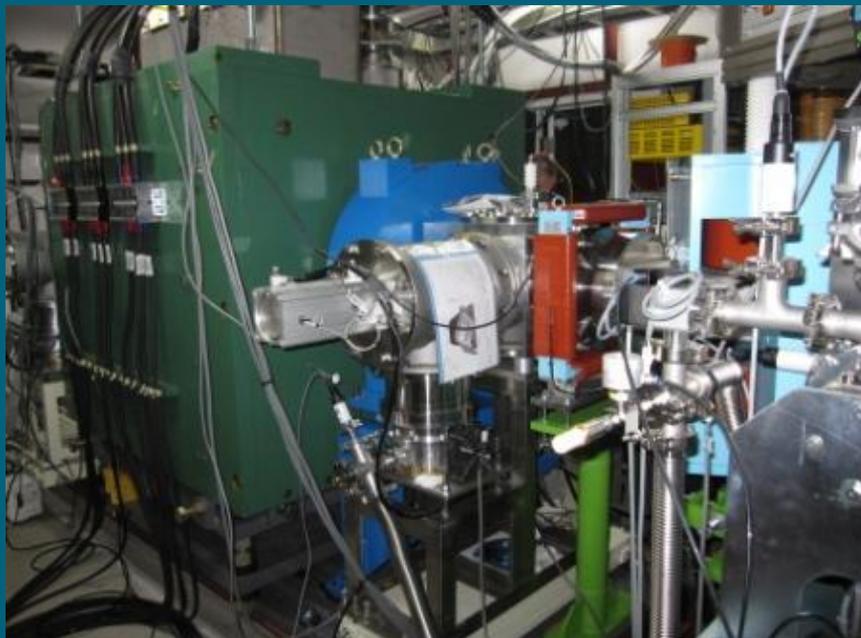


トリガ信号

処理回路からの出力

# 応用事例 8 イオン源制御

理研仁科加速器センター RI-Beam Factory  
新イオン源制御（写真提供：込山美咲氏）



F3RP61 (IOC)

# 今後の展開

- ◎ SuperKEKB に向けて
  - 企業への技術移転
  - 機器製造受注者による EPICS 制御の実装
    - F3RP61/Linux により開発環境の導入コストが低減
- ◎ 近隣アジア諸国の加速器研究施設との協力
  - 東アジア共同体構想
  - アプリケーション・ソフトウェアと経験の共有
    - 上海放射光施設 (SSRF)
    - 台湾放射光施設 (NSRRC)
    - 高能物理学研究所 (IHEP)

# 企業への技術移転

## 三菱電機特機システム

(SuperKEKB に向けてのLLRF 制御システムの開発)



# 三菱電機特機システム若手技術者

“特機少年隊” or “TOKKI KIDS”



# 東アジア共同体構想

National Synchrotron Radiation Research  
Center, Hsinchu, Taiwan, Oct. 25-29, 2009



# まとめ（小田切の個人的意見）

- EPICS on F3RP61の開発により、フロントエンド制御のソフト開発が大幅に効率化され、ソフト開発者の負担が軽くなった
- ソフト開発者が今まで通りに働けば余剰人員が生れる
- 人員削減をすれば、失業率上昇により景気が悪化し、税収減による財政悪化を招いて運営交付金の削減につながる
- 人員削減はせず、制御システムのインフラの整備、上位アプリケーションの開発により一層の人的資源を投入すべきである