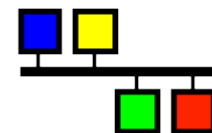


EPICS入門

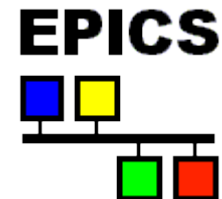
KEKB制御グループ

2013/6/25 中本 作成
2014/7/25 浅野 改訂
2015/3/16 廣瀬 改訂
2015/3/17 岩崎 改訂

資料の再配布はしないでください。
(希望される方は、制御グループにご相談ください。)



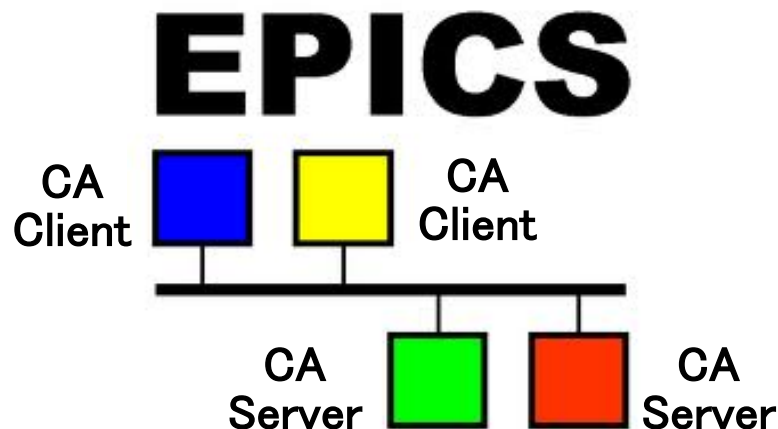
What is EPICS ?

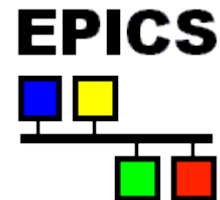


What is EPICS ?

Experimental Physics and Industrial Control System

加速器、望遠鏡、その他の大規模な実験用機器を運用する
ための分散制御システムを構築するために使われる
ソフトウェアツール



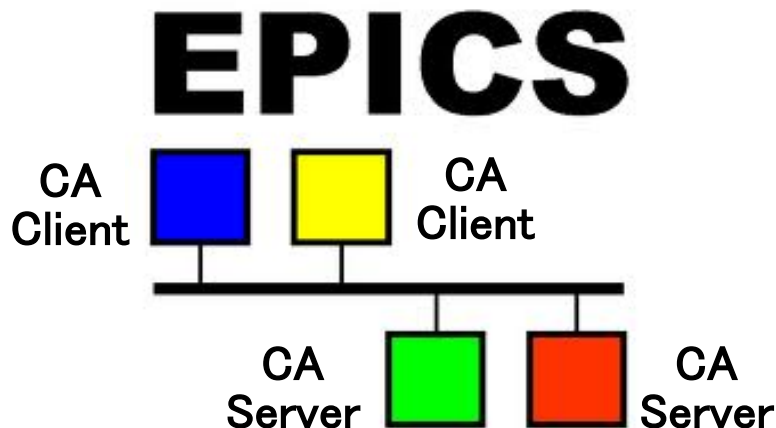


What is EPICS ?

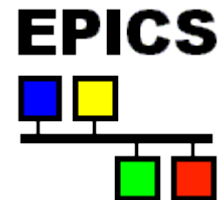
Experimental Physics and Industrial Control System

EPICSソフトウェアツール

1. ユーザーインターフェースのための上位ツールプログラム *Client*
2. デバイスを制御するためのフロントエンドプログラム *Server*
3. 上位とフロントエンドの通信のためのライブラリ *Channel Access (CA) Library*



Client と Server
二層構造になっている

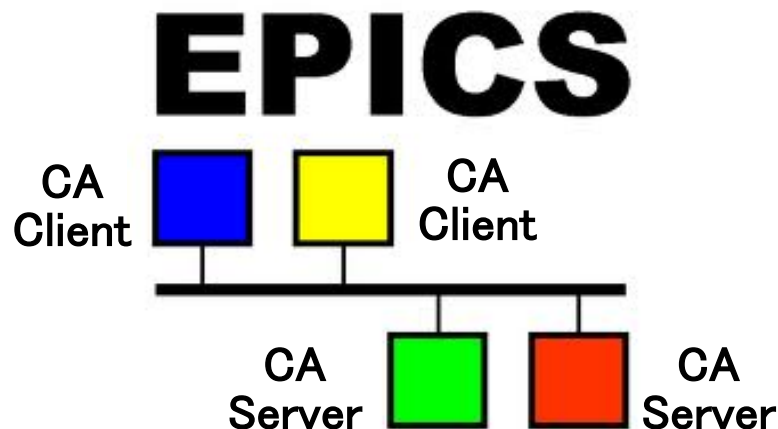


What is EPICS ?

Experimental Physics and Industrial Control System

EPICSソフトウェアツール

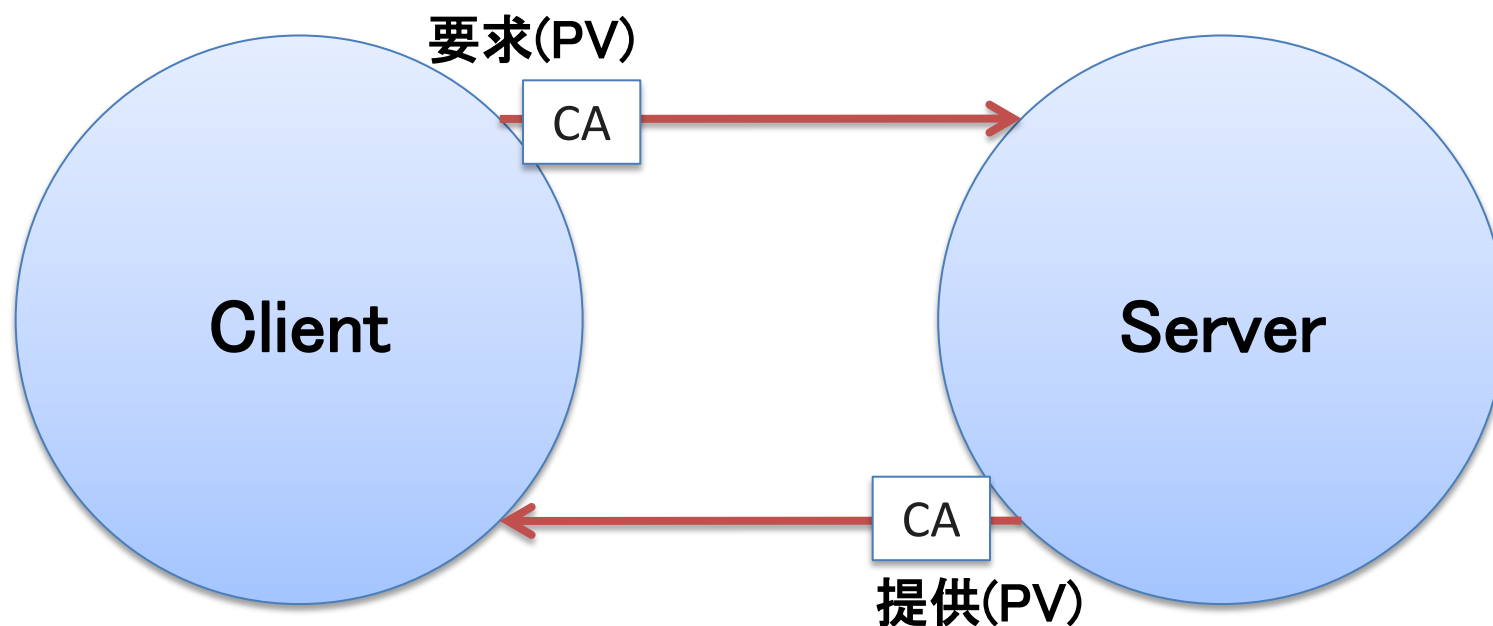
1. ユーザーインターフェースのための上位ツールプログラム *Client*
2. デバイスを制御するためのフロントエンドプログラム *Server*
3. 上位とフロントエンドの通信のためのライブラリ *Channel Access (CA) Library*



Client と Server は
ネットワーク上で
Channel Access(CA)プロトコル
を使用してやり取りする

What is EPICS ?

ClientとServerはCA(プロトコル)によって
PV(データ)のやり取りが可能

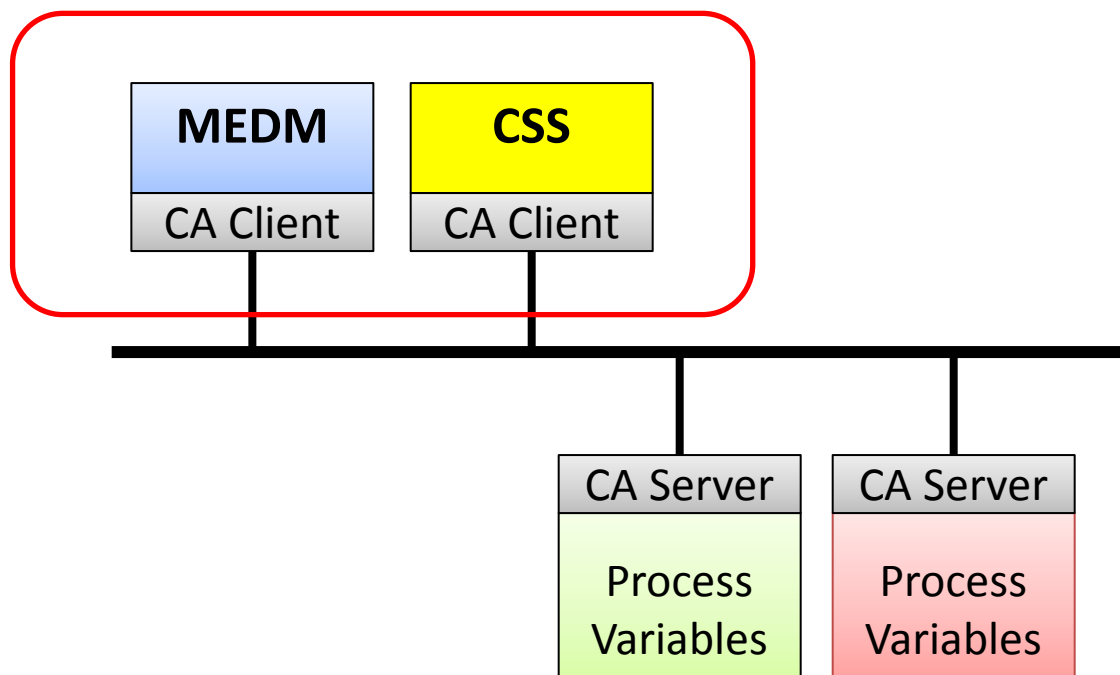


PV : Process Variable (≈EPICS record)
CA : Channel Access

What is EPICS ?

■ CA Client

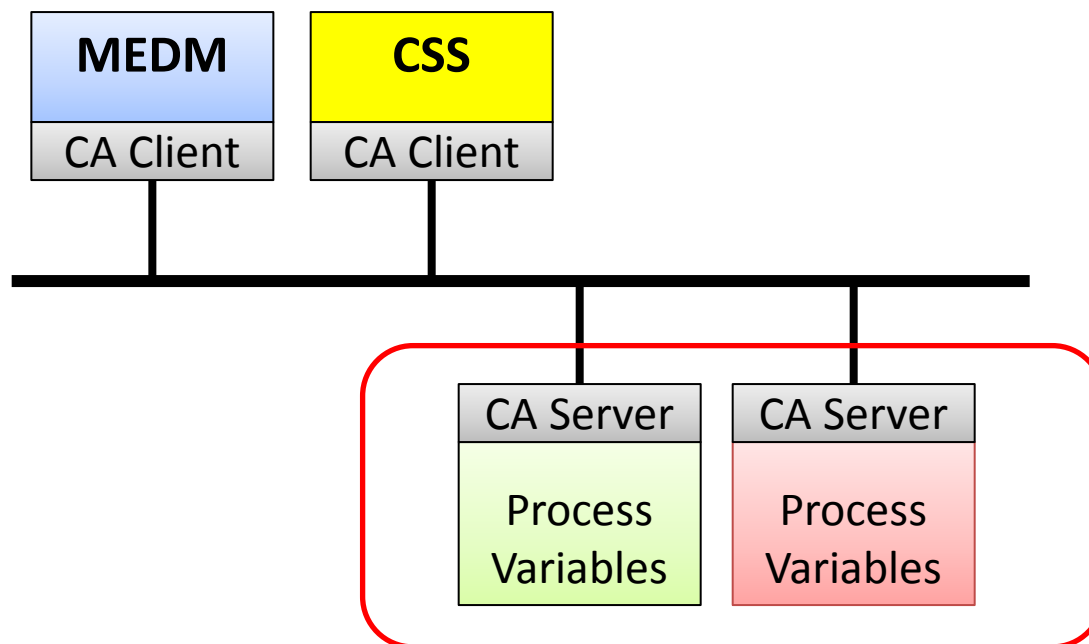
ユーザーインターフェースのための**上位ツール**プログラム
Process Variable(PV) (≈EPICS record) にアクセスする



What is EPICS ?

■ CA Server

デバイスを制御するための**フロントエンド**プログラム
Process Variable(PV) にアクセスする「サービス」を提供する



What is EPICS ?

■ Process Variable (PV) \approx EPICS record

– EPICS Databaseを構成する単位のひとつ。
データ (Status、Parameterなど) を保持する

– PVの例 : PV name, values

- S1:VAC:reading 3.2e-08 torr
- LINAC:BPM4:xPosition -0.323 mm
- BOOSTER:gateValvePosition 'OPEN'
- S3:DIPOLE:PS:setPoint 123.4 Amps
- APS:Mode 'Stored Beam'
- BL3:HISTOGRAM {3, 8, 1, 2, 56, 32, 43, 3, 5, 1}

What is EPICS ?

■ Process Variable (PV) (≈EPICS record)

- PVは様々な 属性(Attribute)を備えたデータ
- 属性の例
 - Alarm Severity (例: NO_ALARM、MINOR、MAJOR、INVALID)
 - Alarm Status (例: LOW、HI、LOLO、HIHI、READ_error)
 - Timestamp
 - Number of elements (arrayの場合)
 - Normal Operating Range
 - Control Limits
 - Engineering Unit Designation (例: degrees、mm、mA、MW)

What is EPICS ?

■ Input Output Controller (IOC)

- EPICSのコア・プログラムを実行するフロントエンド計算機を指す。
- 接続されたハードウェアやデバイスへの入出力操作を行い、入出力結果をEPICS PV値と関連付ける
- EPICS PV値の情報は Channel Access (CA) プロトコルで別のコンピュータ群(OPI)に送られる。

What is EPICS ?

■ Input Output Controller (IOC)

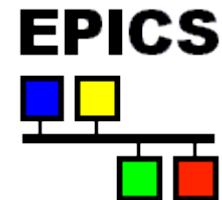
- 以前はVME計算機が主流だったが、デスクトップPCや組み込みPCも利用されることが多くなった。
- Linux, vxWorks, Windows, Darwinなどで実行できる



What is EPICS ?

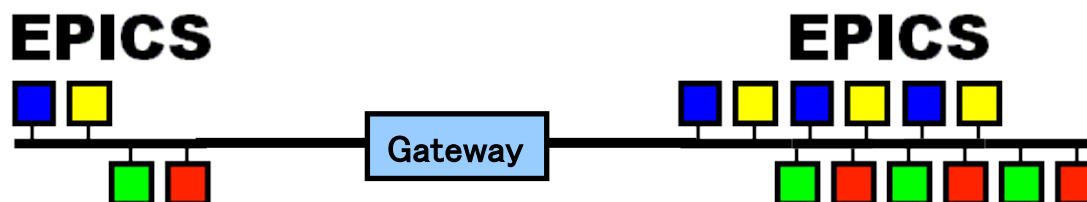
■ Operator Interface (OPI)

- オペレータとのインタフェースとしての役割を果たす計算機。
- OPI上で制御画面を作成・実行する、様々なツールがある。
以下に例をあげる(どれもお絵描で制御画面を作成できる。)
 - CSS (Control System Studio)
 - MEDM (Motif-based Editor and Display Manager)
 - EDM (Extended Display Manager)



What is EPICS ?

- デフォルトでチャンネル・アクセス通信は**単一のサブネットに限定**される。しかし、設定オプションによって変更が可能
- 物理的な階層はスイッチ、ルータ及びゲートウェイを使用し、実装する事が可能



- クライアントはサーバを見つけるために、**PV名をブロードキャスト**する

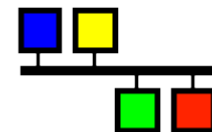
EPICS でできること(例)

技術設備の
監視&制御

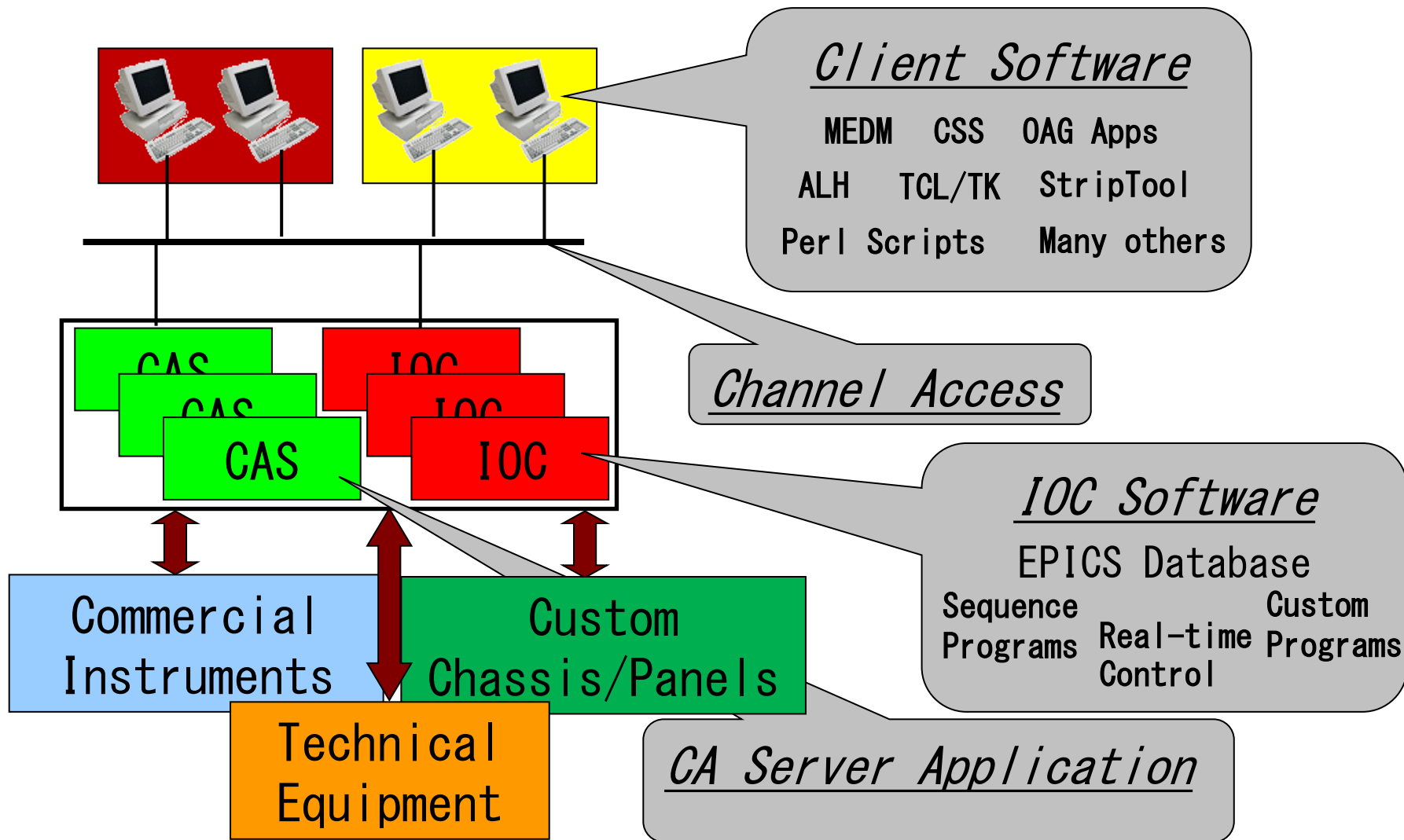
アラーム
出力
&
ロギング

閉ループ
処理

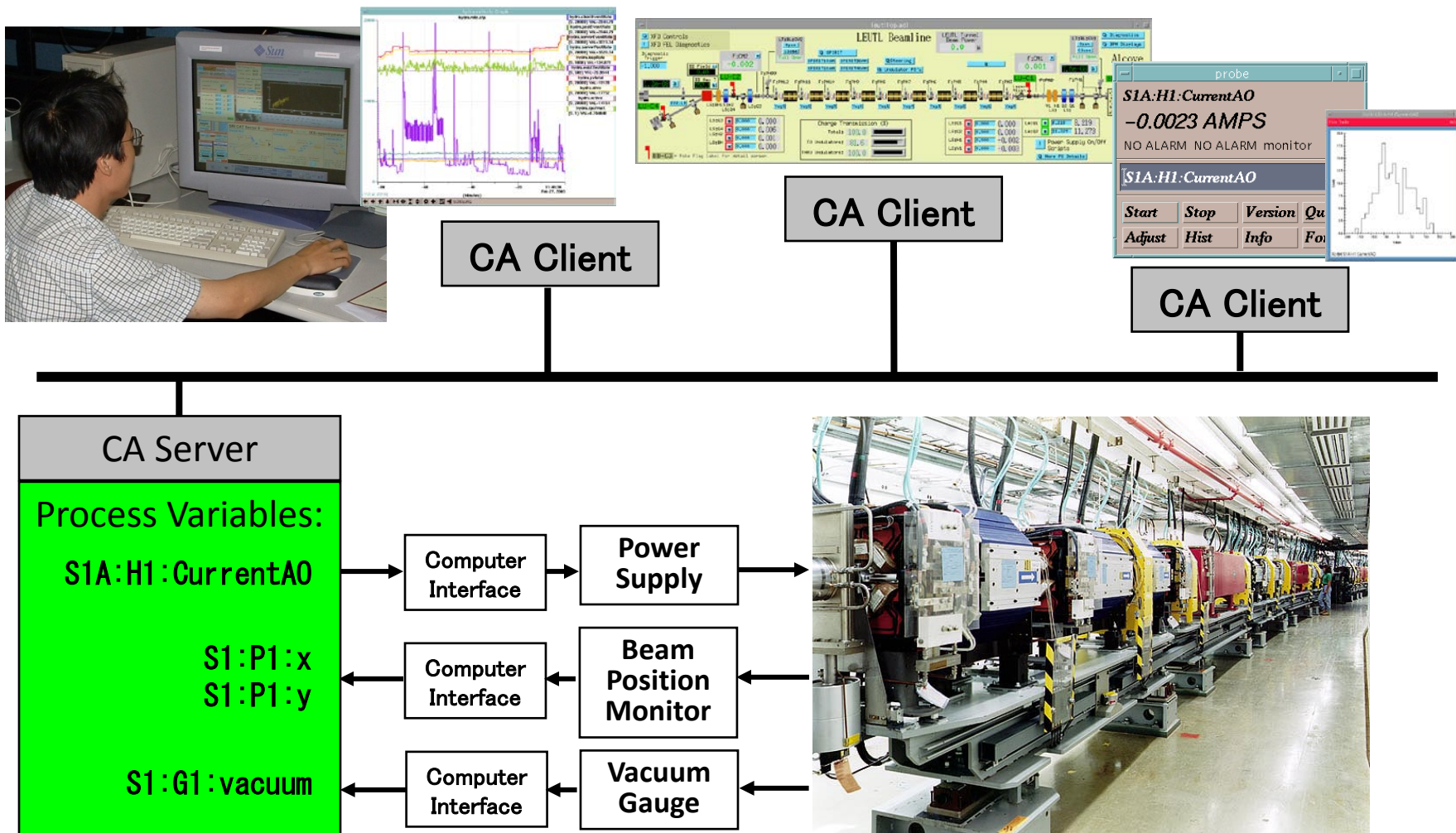
データの
収集解析

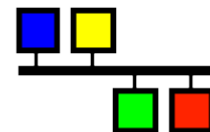


EPICS で組んだ制御システム例



EPICS で組んだ制御システム例

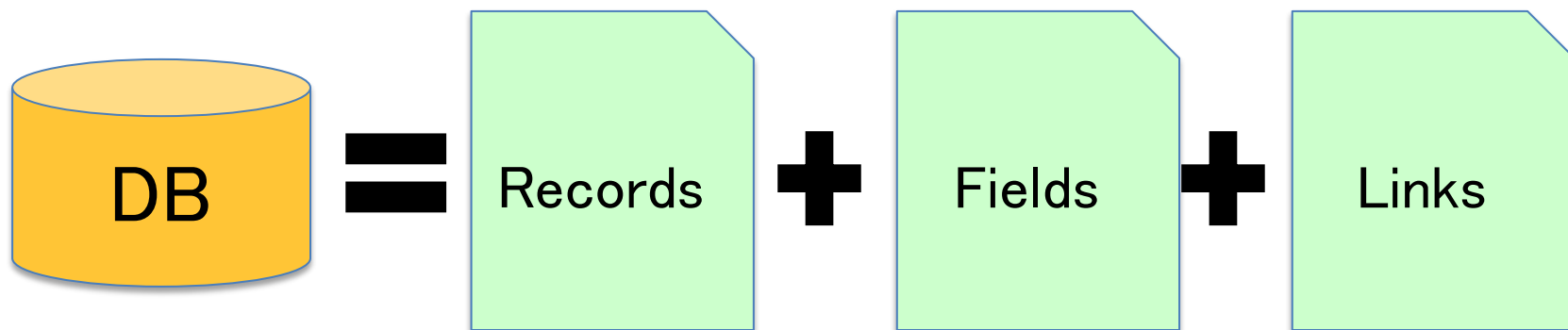




EPICS Database について

EPICS Database

= EPICS recordの集合体



- EPICSを用いた制御システムは1つ以上のIOCを有する
- 各IOCは1つ以上のデータベースをロードする
- データベースは様々なタイプのレコードの集まりである

レコードには色々なタイプがあるが、何れもデータの流れと処理の起動を制御する数多くのフィールドから構成されている

EPICS Database : EPICS record

■ レコード

PVを定義するメカニズムであり、以下のオブジェクトを有する

- ユニークな名称 (レコード名)
- レコードタイプ(型)で定義された動作 ← input/output ? データ型 ?
- 制御可能なプロパティ(フィールド) ← データも含んでいる
- ハードウェア I/Oとの接続 (device support)
- 他のレコードへのリンク

EPICS Database : EPICS record

■ レコード タイプ

- ai/ao float型/double型データの入出力
- longin/longout 整数型データの入出力
- 列挙型(enumerated型) データ
 - bi/bo 0あるいは1の値をとるデータ型の入出力のためのレコード。
 - mbbi/mbbo 16種類までの異なる値をとるデータのためのレコード。
- waveform :配列入力
- stringin :文字列入力
- calc :演算処理

この他にも様々なレコードタイプがあります
 詳しい内容についてはRecord Reference Manualを参照ください
https://wiki-ext.aps.anl.gov/epics/index.php/RRM_3-14

EPICS Database : EPICS record

■ レコードの動作

- ハードウェアや他レコードとのデータ入出力
- 演算
- アラーム出力
- 他レコードの有効・無効化
- ハードウェアからの信号待ち (interrupts)

- レコードの動作は、
レコードタイプとフィールドの設定に依存する
- レコードがプロセスされない限り、何も動作しない

EPICS Database : EPICS record

■ *Analog output* Recordの作成例 (Source)

	型	レコード名	
			レコードの説明
			Scan Algorithm
			Process at Initialization?
			High operation range
			Low operation range
			デバイスタイプ
			Drive High
			Drive Low
			Output link

フィールド			
	record	(ao, "DemandTemp")	{
	field	(DESC, "Temperature Demand")	
	field	(SCAN, "1 second")	
	field	(PINI, "NO")	
	field	(HOPR, "80")	
	field	(LOPR, "20")	
	field	(DTYP, "Soft Channel")	
	field	(DRVH, "100")	
	field	(DRVL, "0")	
	field	(OUT, "#C0 S0")	
			}

EPICS Database : Field of the record

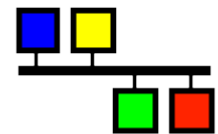
■フィールド

- レコードがプロセスされたときの動作を定義する
- データの入出力先 ← どこから取得するか、どこに格納するか
- I/Oデータの変換
- アラーム定義 (Limit、report、...)
- 入出力データやアラームステータス、タイムスタンプの保持

EPICS Database : Field of the record

■フィールドが保有できるデータ

- 整数
 - char, short, long
 - signed, unsigned
- 浮動小数点数
 - float, double
- 文字列
- 列挙値 (メニュー選択 (short integer))
 - 16項目の選択肢から1項目を選択する
- リンク
 - 他レコードやハードウェア信号へのリンク
- その他のプライベートデータ



EPICS Database : Field of the record

■ 全てのレコードにおける共通フィールドの例 (一部)

ー 設計フィールド (レコードを作成するときに作っておくもの)

- ー NAME レコード名 (最大60文字)
- ー DESC レコードの説明 (最大40文字)
- ー ASG アクセスセキュリティグループ
- ー PINI IOC起動時に、プロセスするかどうか? ← Yesだと、IOC起動時にプロセスする
- ー SCAN スキャンモード
- ー FLNK フォワードリンク ←レコード名を入力

ー 実行時フィールド (IOCが刻々と書き換えていくもの)

- ー PROC プロセスを実行する
- ー PACT Activeにプロセスする ← デフォルトはNo (Passive)
- ー STAT Alarm status
- ー SEVR Alarm severity
- ー TIME タイムスタンプ (最終プロセス時)

EPICS Database : Field of the record

◆ SCAN フィールドは、以下のどれかを指定する

- Periodic 0.1 , 0.2 , 0.5, 1, 2, 5, 10秒
- I/O interrupt (もし、デバイスがこの方法でも実行できる場合)
- Event
- Passive (デフォルトは、これになっている)

◆ PROCフィールドに値が入ると、プロセスを実行する

◆ FLINKにレコード名が定義されている場合、もとのレコードがプロセスされると、FLINKに書かれているレコードもプロセスされる

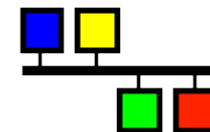
EPICS Database : Field of the record

■ Input レコードのフィールドの例

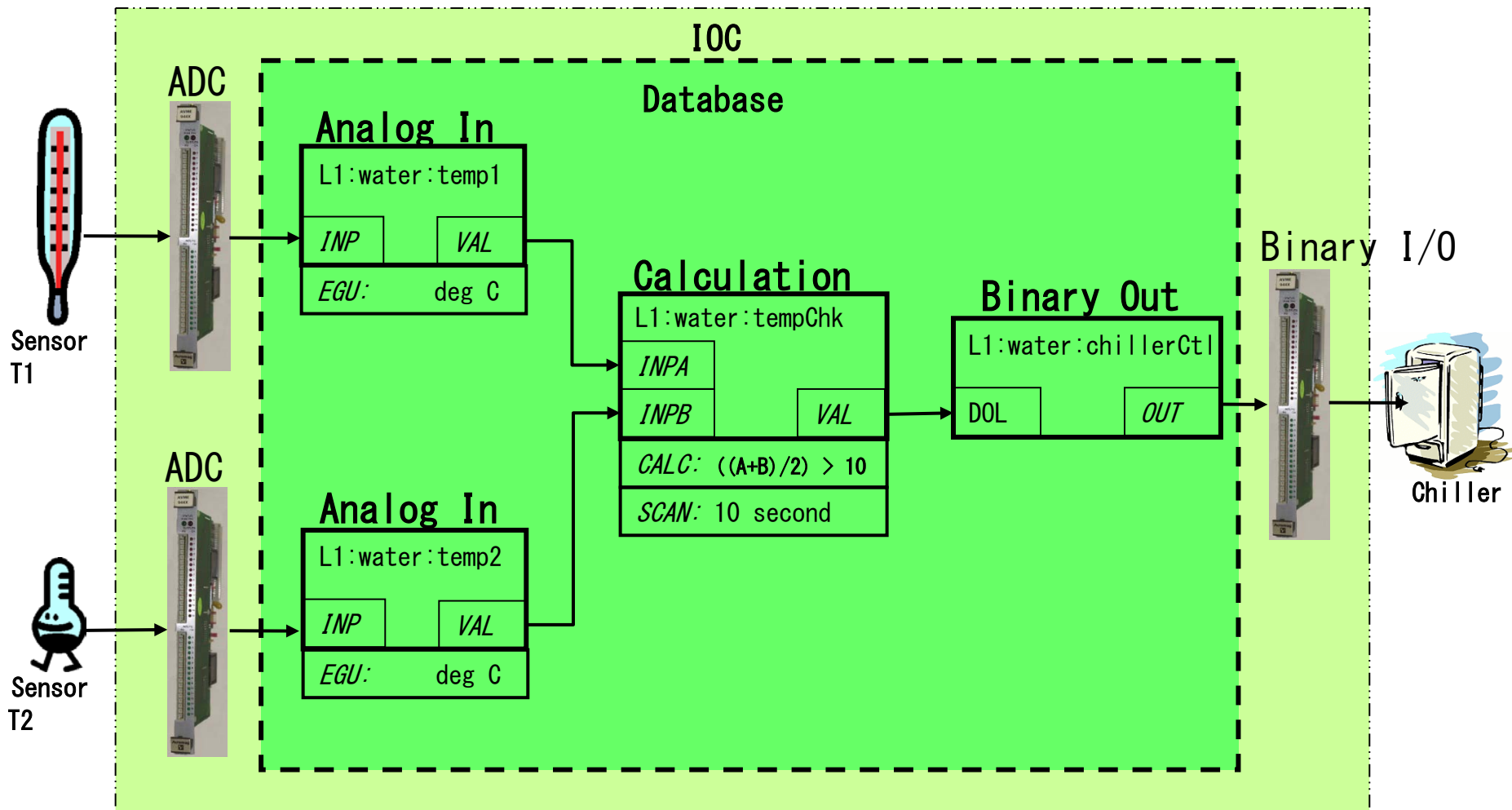
- INP Input link
- DTYP Device type ← どのデバイスサポートを使うのか
- RVAL Raw data value
- VAL Value
- LOPR Low operator range ← これを指定すると、
- HOPR High operator range ← 表示の範囲が決まる

■ Output レコードのフィールドの例

- OUT Output link
- OMSL Output Mode Select
- DRVH Drive High
- DRVL Drive Low
- VAL Value
- OVAL Output Value



EPICS Database : Example



まとめ

- EPICSは分散制御システムを構築するために使われる、ソフトウェアツールである。
- EPICSはクライアントとサーバの2層で構成されている。クライアントとサーバは、Channel Access通信により、データ (Process Variable、レコード) のやり取りを行っている
- EPICSデータベースはレコードの集合体である。様々なデータはレコードとして保持される。
- レコードやフィールドで定義された動作は、IOCによって実現される。

参考文献

- Introduction to EPICS:

<http://www.aps.anl.gov/epics/docs/AES2013/01-Intro.pdf>

- EPICS Record Reference Manual:

http://www.aps.anl.gov/epics/wiki/index.php/RRM_3-14

- EPICS Fields Common to All Record Types:

https://wiki-ext.aps.anl.gov/epics/index.php/RRM_3-14_dbCommon

- EPICS講習会 (at KEK on 2013.06.25・26):

<http://kekb-co-web.kek.jp/control/doc/epics/>