

DAQシステム概論

長坂康史

nagasaka@cc.it-hiroshima.ac.jp

広島工業大学

情報学部情報工学科

講義の目標

▶ 達成目標

- データ収集システムソフトウェアとは何か、また、実験における役割やその重要性を知り、システムの選択ができるようになる。

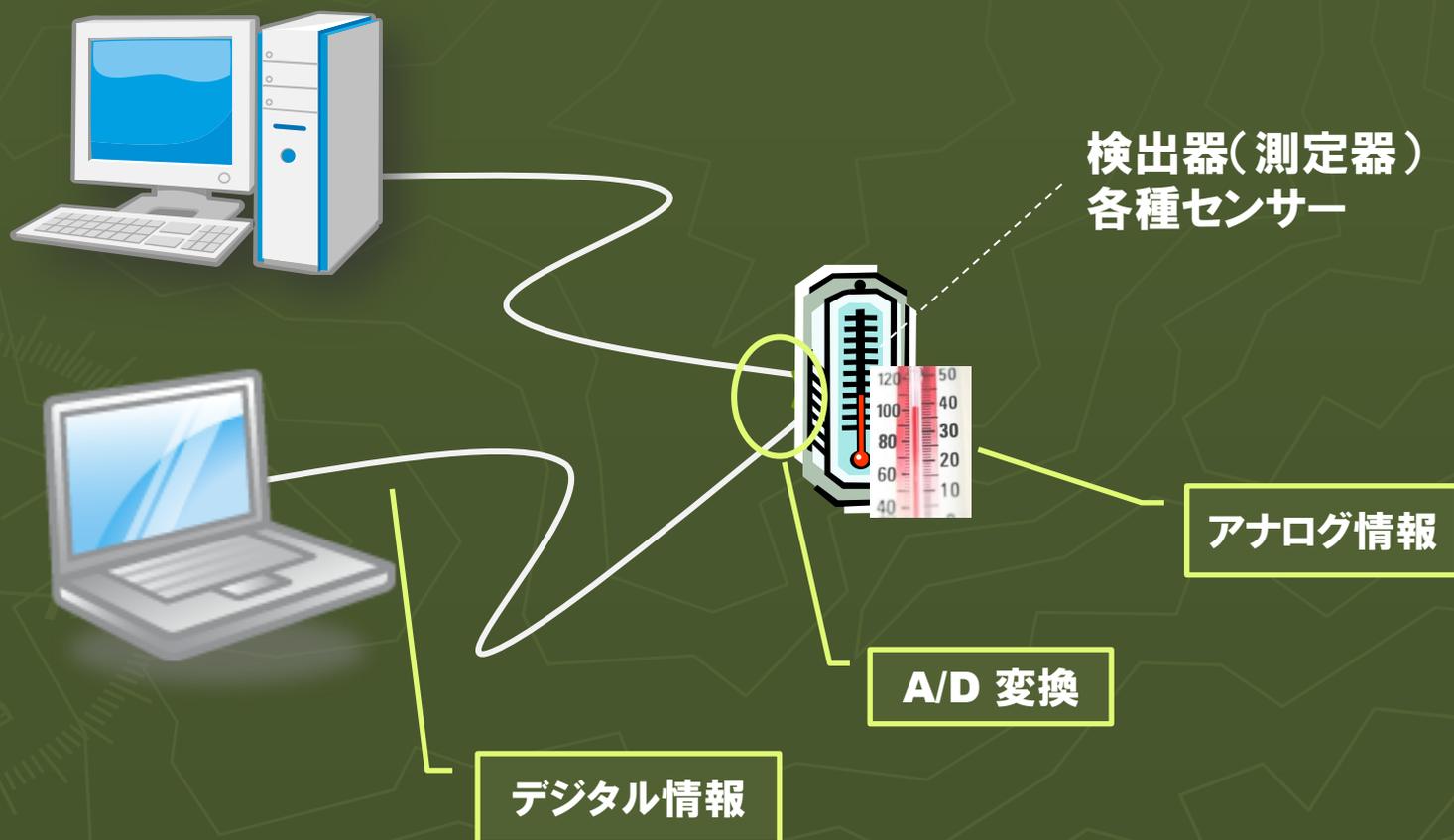
■ DAQミドルウェア

- ▶ ネットワーク分散環境でデータ収集システムを構築するためのソフトウェア・フレームワーク。
- ▶ DAQミドルウェアはソフトウェア・コンポーネントを複数組み合わせることでシステムを構築することができる。

データ収集(DAQ)システムとは

データ収集システムの例1

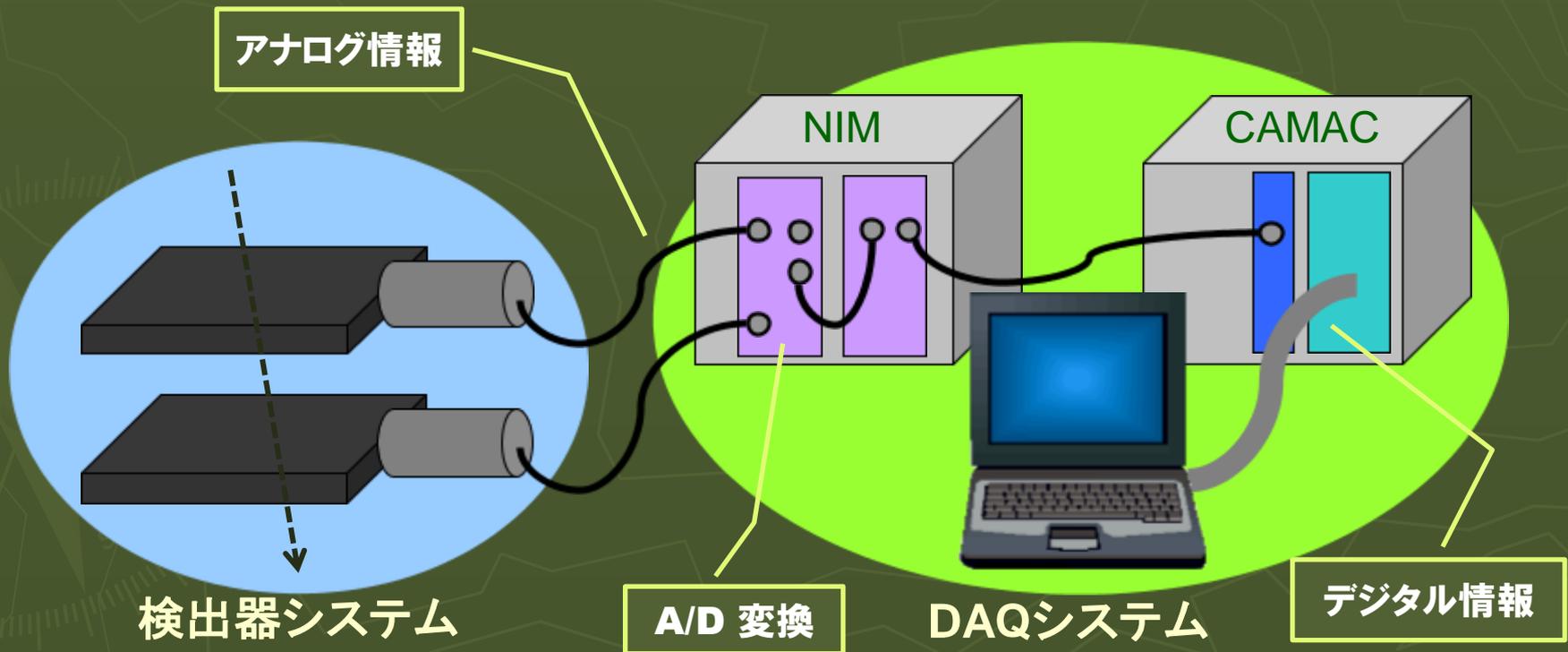
▶ 小規模DAQシステムの例1



データ収集システムの例2

▶ 小規模DAQシステムの例2

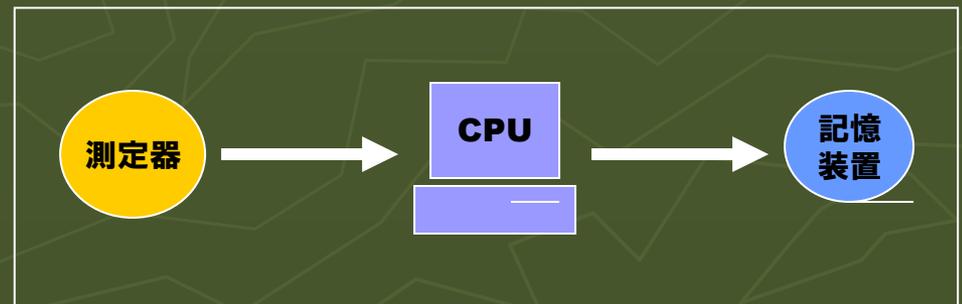
- 2枚のシンチレーション・カウンタを通過する宇宙線を検出してカウント



データ収集システムとは

▶ DAQ (Data Acquisition) System

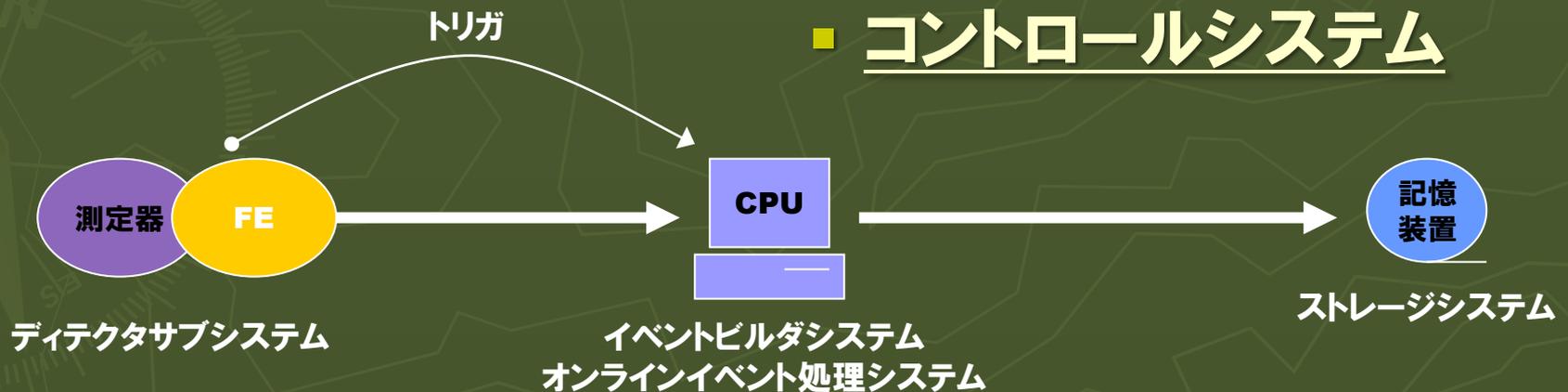
- Acquisition (収集)
 - ▶ A/D Conversion, Trigger, Event Building
- Storage (記録)
- On-line Analysis (解析)
- On-line Monitor (モニタ)
- Control (制御)



データ収集システムとは

▶ データ収集システムの構成要素

- ディテクタサブシステム
 - ▶ フロントエンドシステム
- イベントトリガシステム
- イベントビルドシステム
- オンラインイベント処理システム
- ストレージシステム
- コントロールシステム



イベントトリガシステム

イベントトリガシステム

▶ トリガレベル

■ レベル1

- ▶ いくつかのディテクタからの情報よりトリガ生成
 - ハードウェア(デジタル回路)での処理

■ レベル2

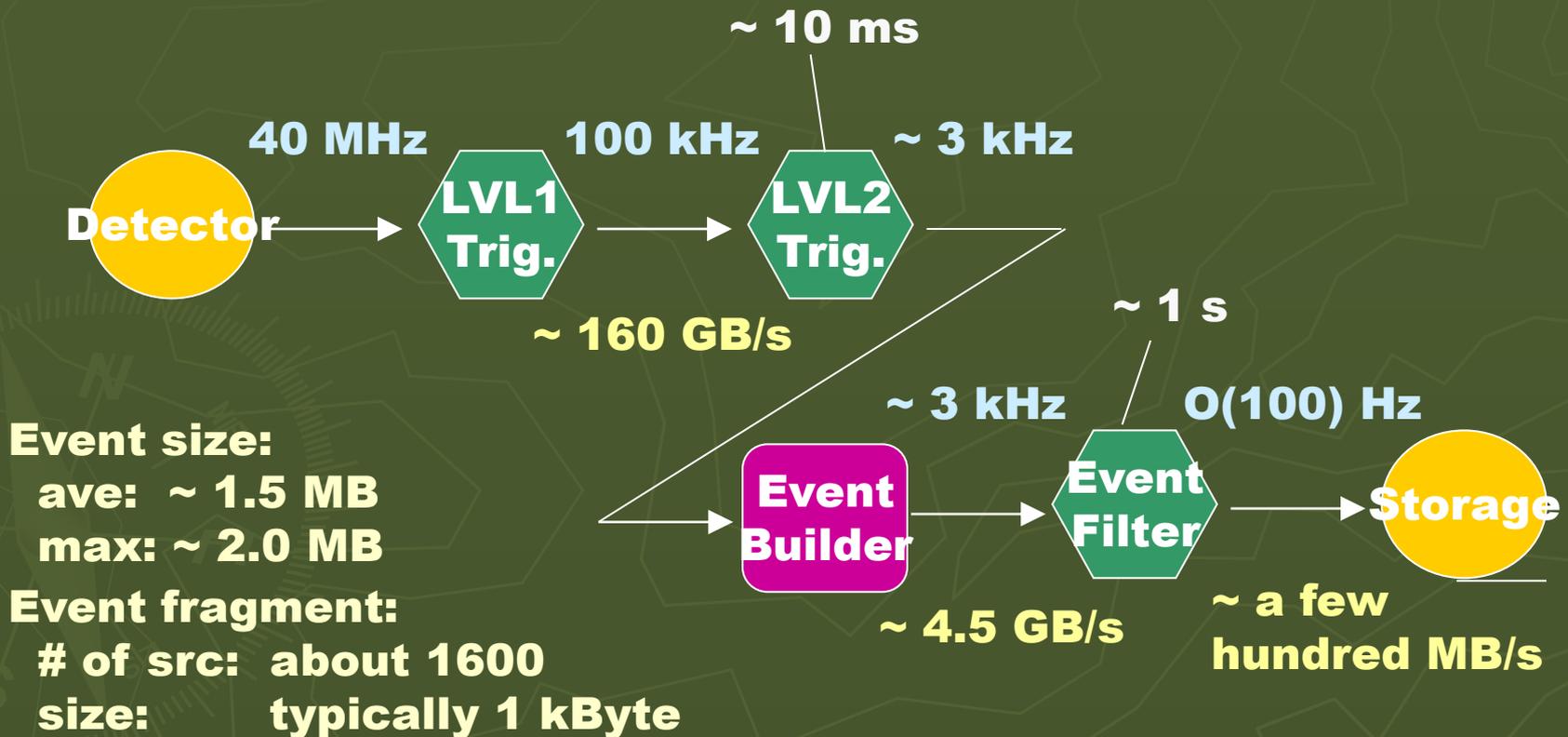
- ▶ いくつかのディテクタからの情報よりトリガ生成
 - ソフトウェアでの処理

■ レベル3

- ▶ イベントのすべての情報よりトリガ生成
 - ソフトウェアでの処理

イベントトリガシステムの例

▶ ATLAS実験の例



データ収集システムの規模

▶ 規模決定パラメータ

■ 検出器の規模

▶ 読みだしデータ数(読み出しチャンネル数)

■ トリガ(イベント)レート (イベント発生頻度)

■ 総イベントサイズ

▶ イベントフラグメントサイズ

▶ 実験の要求に見合うものを選択(開発)

■ 効率良くデータを収集のために

イベントビルドシステム

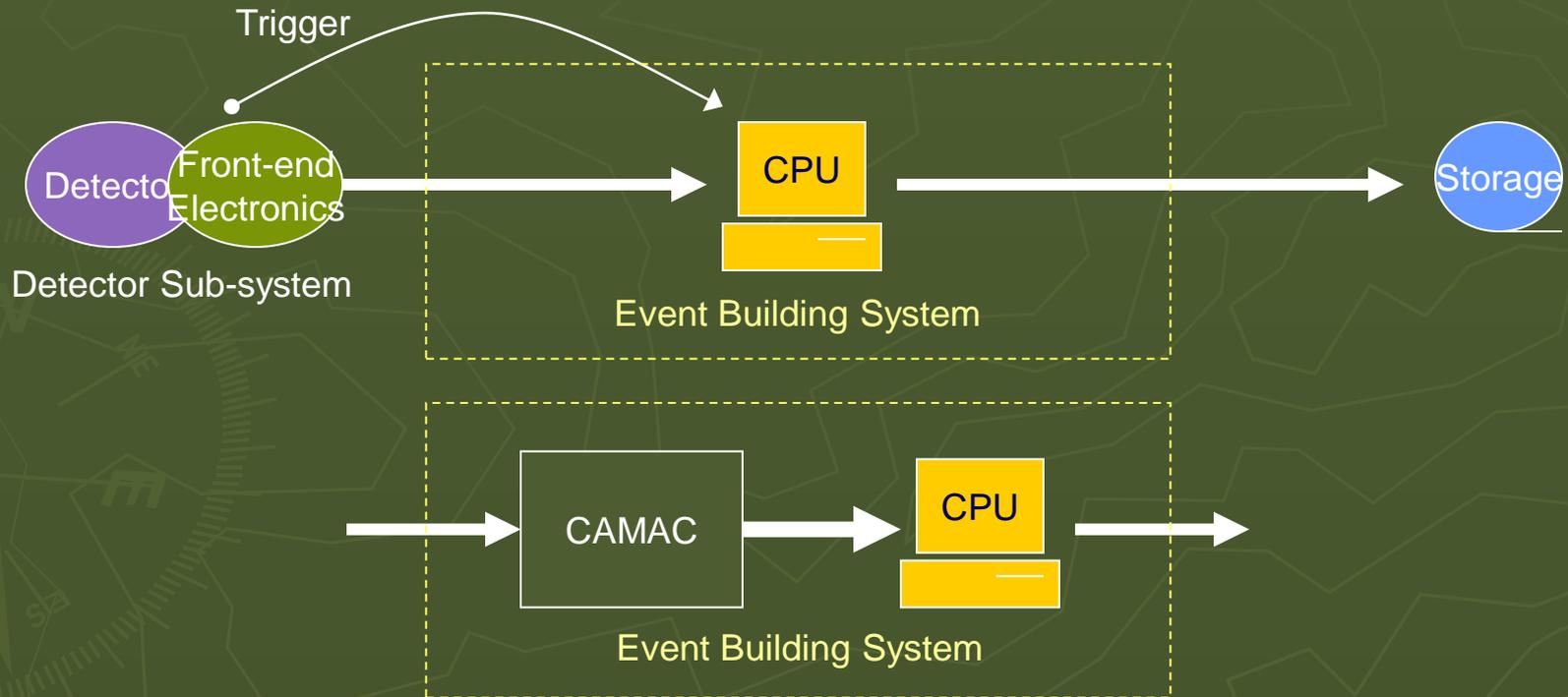
データ収集システムのタイプ

- ▶ **小規模システム（1970年代）**
 - **Single Detector - Single CPU システム**
- ▶ **中規模システム（1980年代）**
 - **Multi Detector - Single CPU システム**
- ▶ **大規模システム（1990年代）**
 - **Multi Detector - Multi CPU システム**

小規模システム

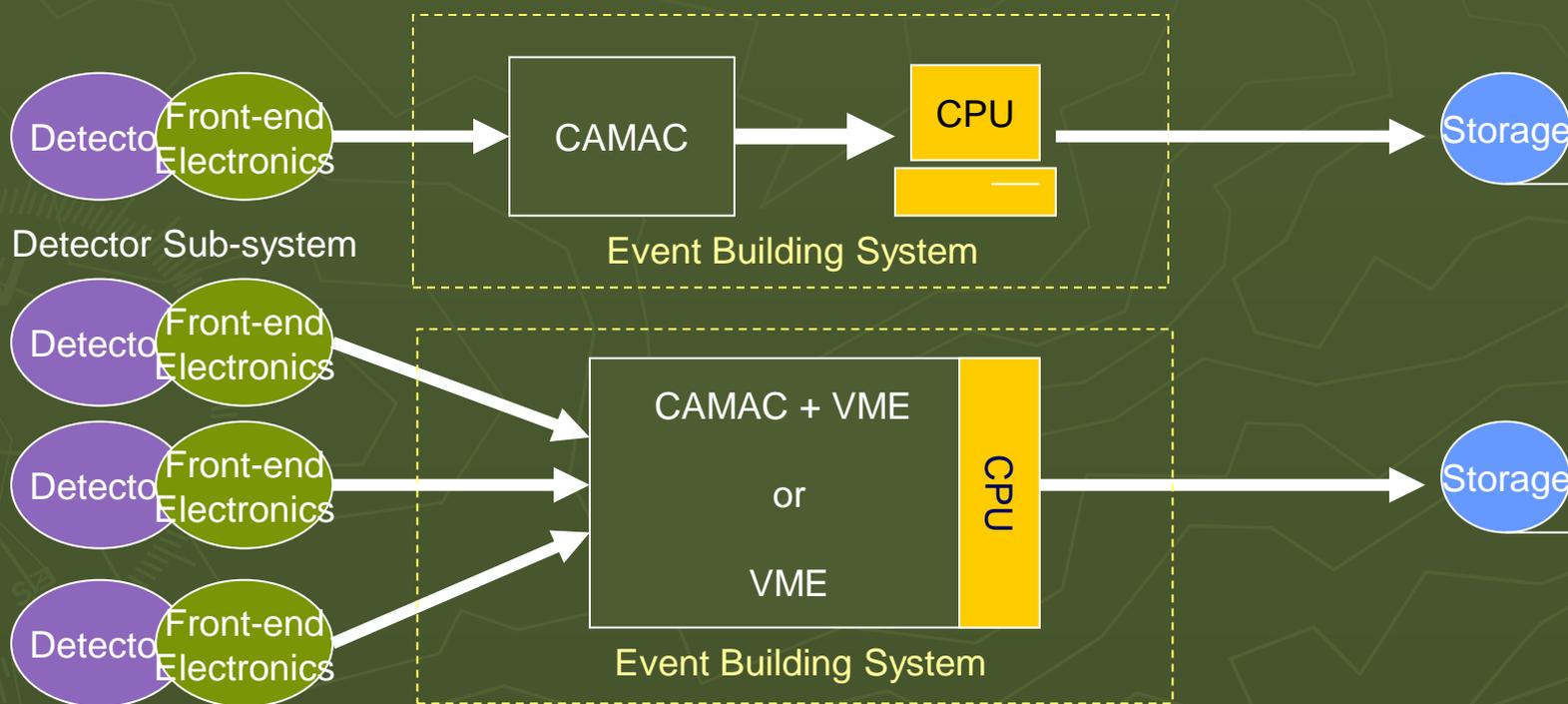
▶ Single Detector - Single CPU システム

- 例: Detector - CAMAC - CPU - Storage



中規模システム1

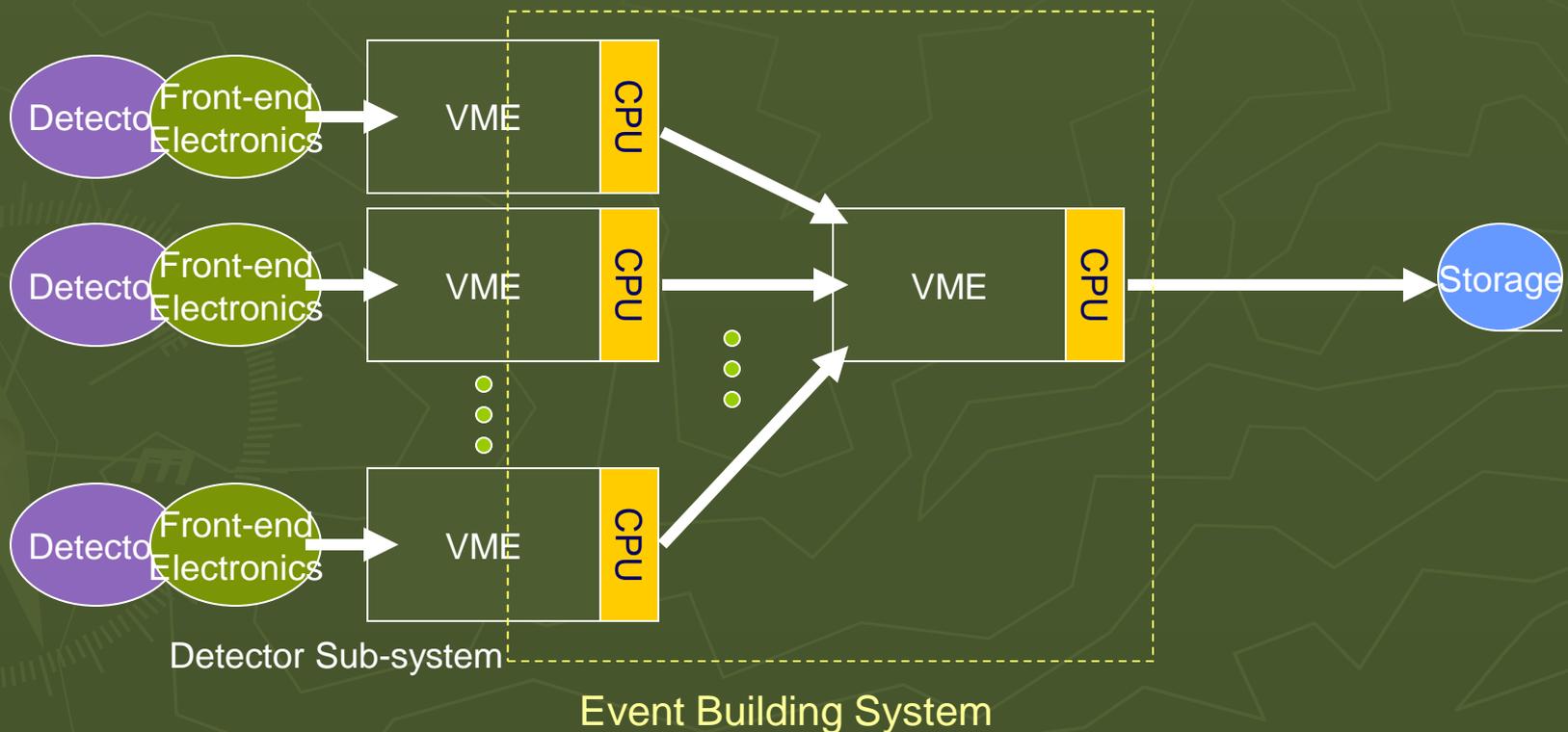
- ▶ **Multi Detector - Single CPU システム**
 - **例: Detectors - CAMAC/Fastbus/VME**
- CPU - Storage



中規模システム2

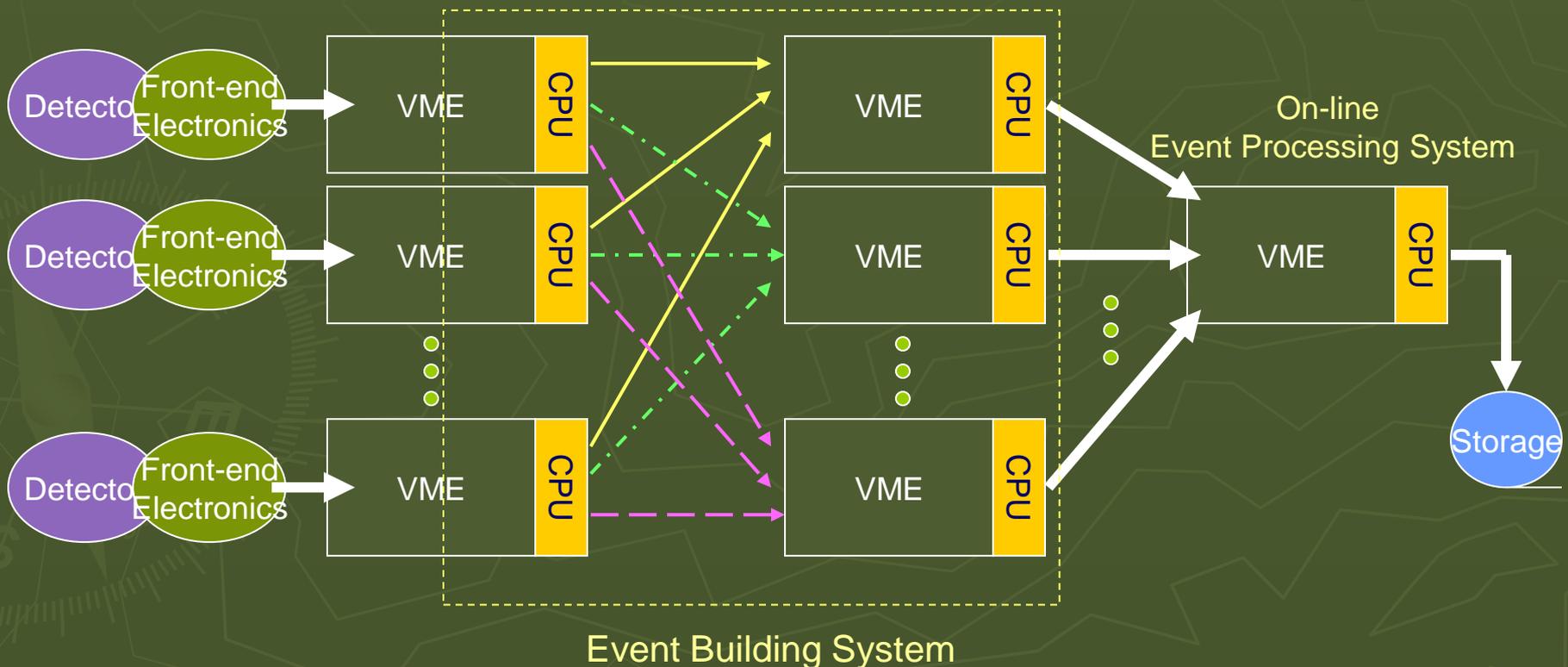
▶ Multi Detector - Multi CPU システム1

- 例: Detectors - CAMACs/Fastbuses/VMEs - CPUs - Storage



大規模システム

- ▶ **Multi Detector - Multi CPU システム2**
 - **Detectors - CAMACs/Fastbuses/VMEs**
- CPUs - Storage

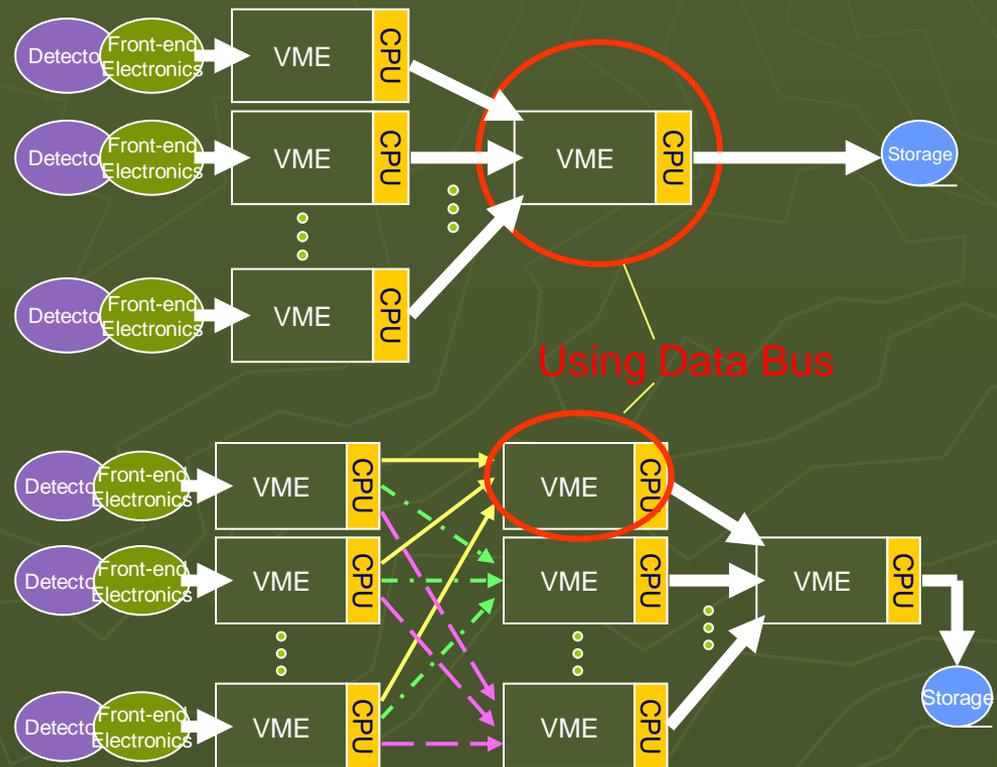


中・大規模システムの問題点

▶ Multi Detector (Crate) - Multi CPU

▶ バス型システム

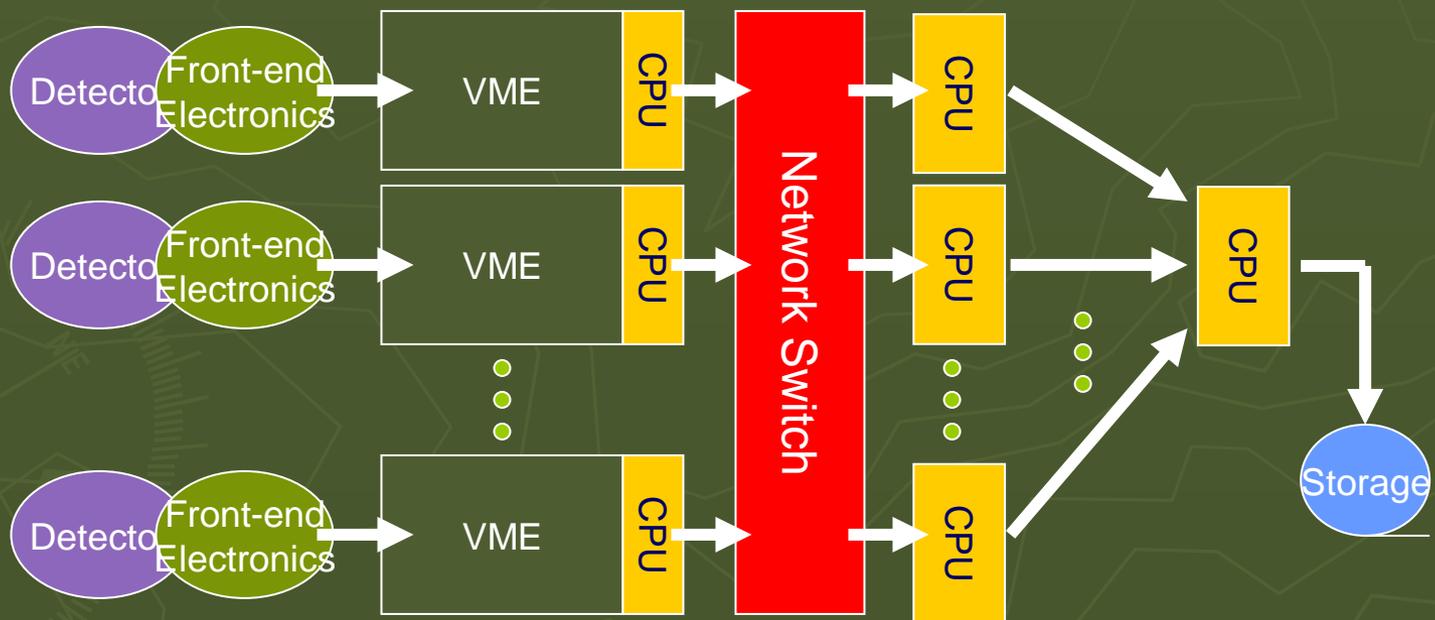
- バスがボトルネック
- 多量なI/Fが必要
- 煩雑なコネクション



大規模データ収集システムの現在

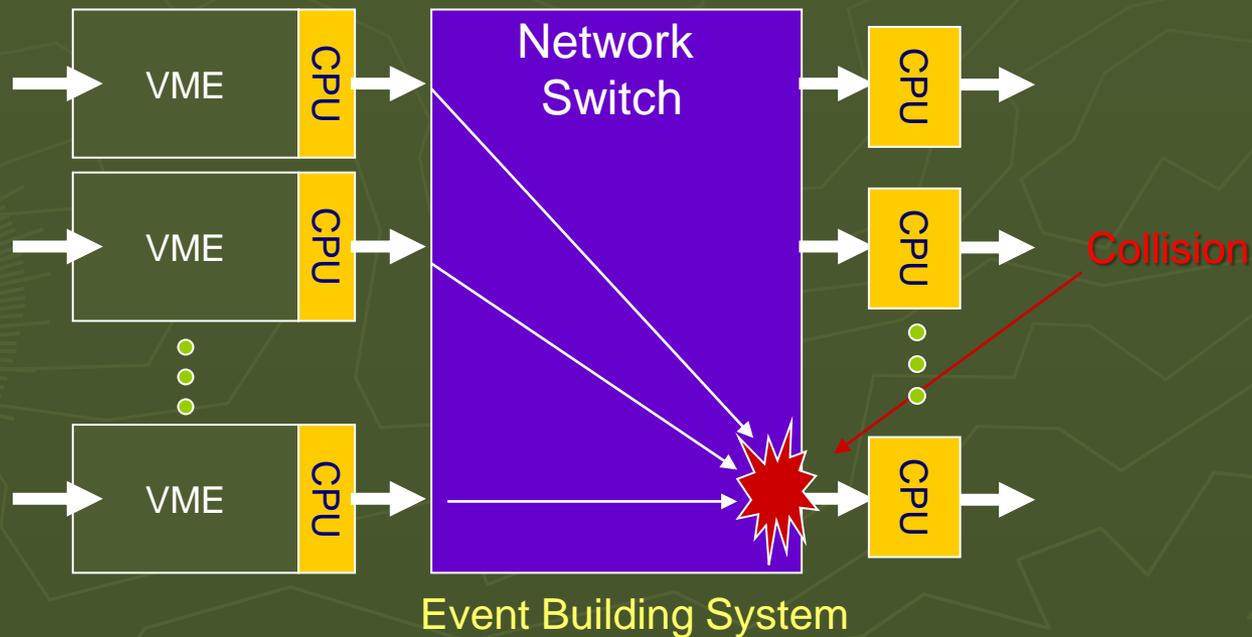
▶ スイッチ型システム

- 煩雑性・I/Fの数 → スイッチ・ボトルネック



スイッチ型システムの問題点

- ▶ スイッチングネットワークの問題点
 - ▶ スイッチボトルネックの発生
 - ▶ データ(イベントフラグメント)の衝突の発生



スイッチ型システム問題の解決策

▶ 解決策

- 送信時にデータの流をコントロール
 - ▶ データシャッフリング(データ送信時)手法の活用
→ 確率的にOK
 - ▶ QoS(Quality of Service)の活用
- グローバル・トラフィック・コントロールの利用
- デスティネーションからのデータ要求(プル型)

データ収集システムのデータフロー

▶ プッシュ型データフロー

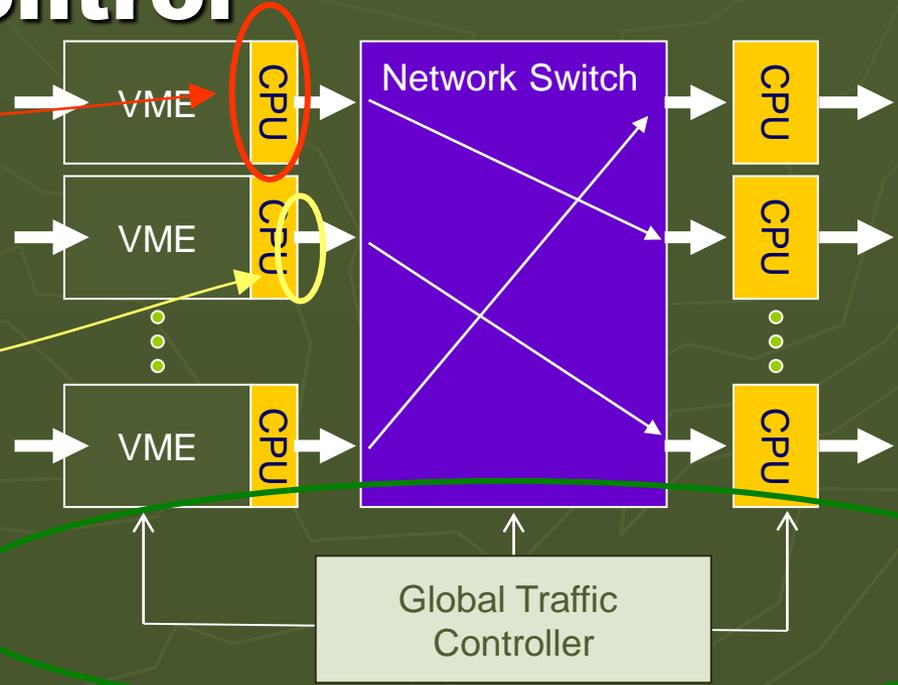
- データの送信タイミングは送信側が決定
 - ▶ 送信側はデータの準備が出来次第、データを送信
 - ▶ 受信側の混雑具合は考慮せず

▶ プル型データフロー

- 受信側が自分のCPUの空き具合を考え、欲しい時にデータを要求

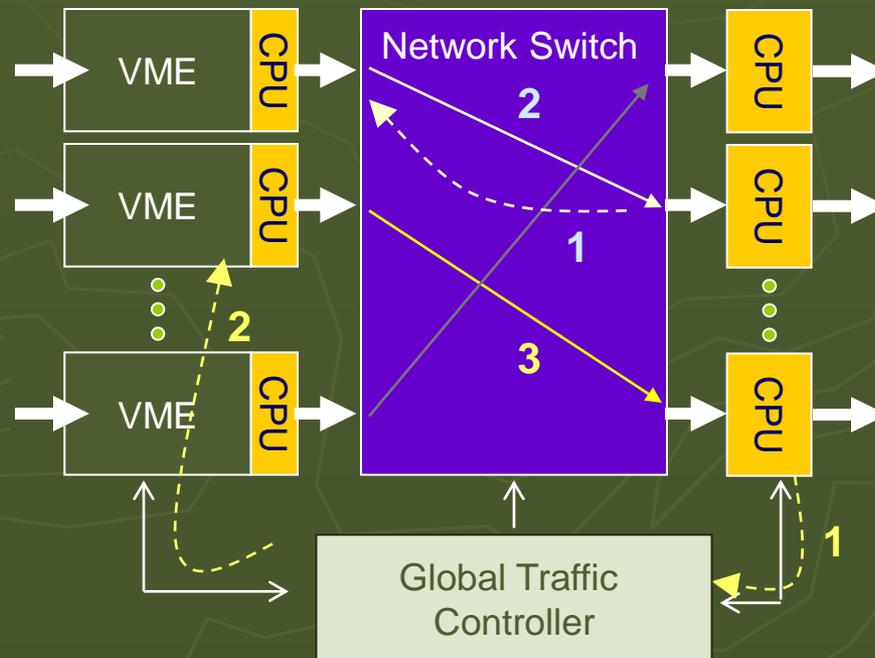
プッシュ型システム

- ▶ Traffic Shaping
- ▶ Global Traffic Control
- ▶ QoS Control



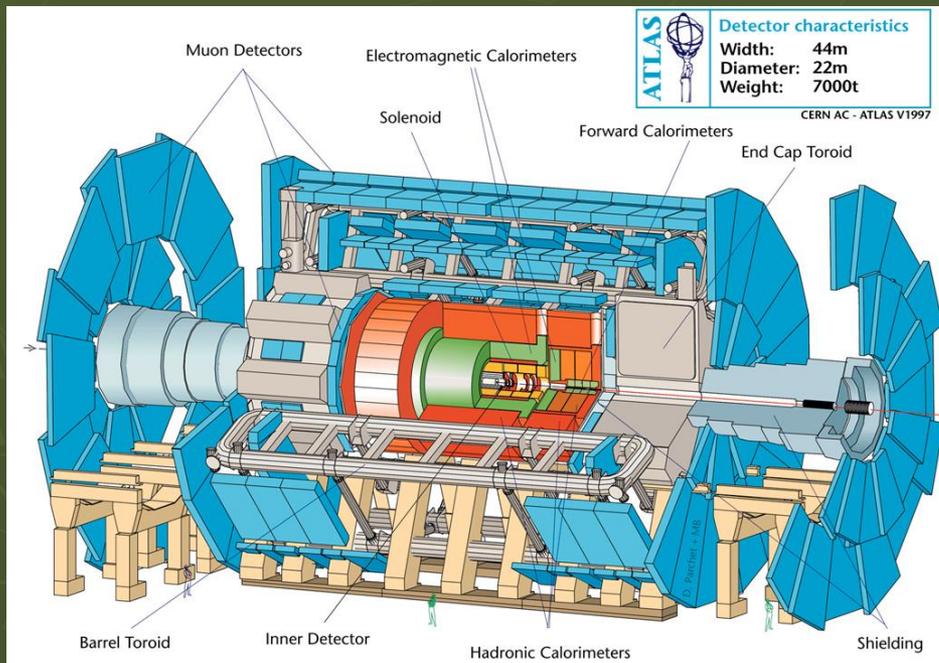
プル型システム

- ▶ **Direct on-demand Type**
- ▶ **Controller on-demand Type**



データ収集システムの例

▶ 大規模DAQシステム(ATLAS実験)の例



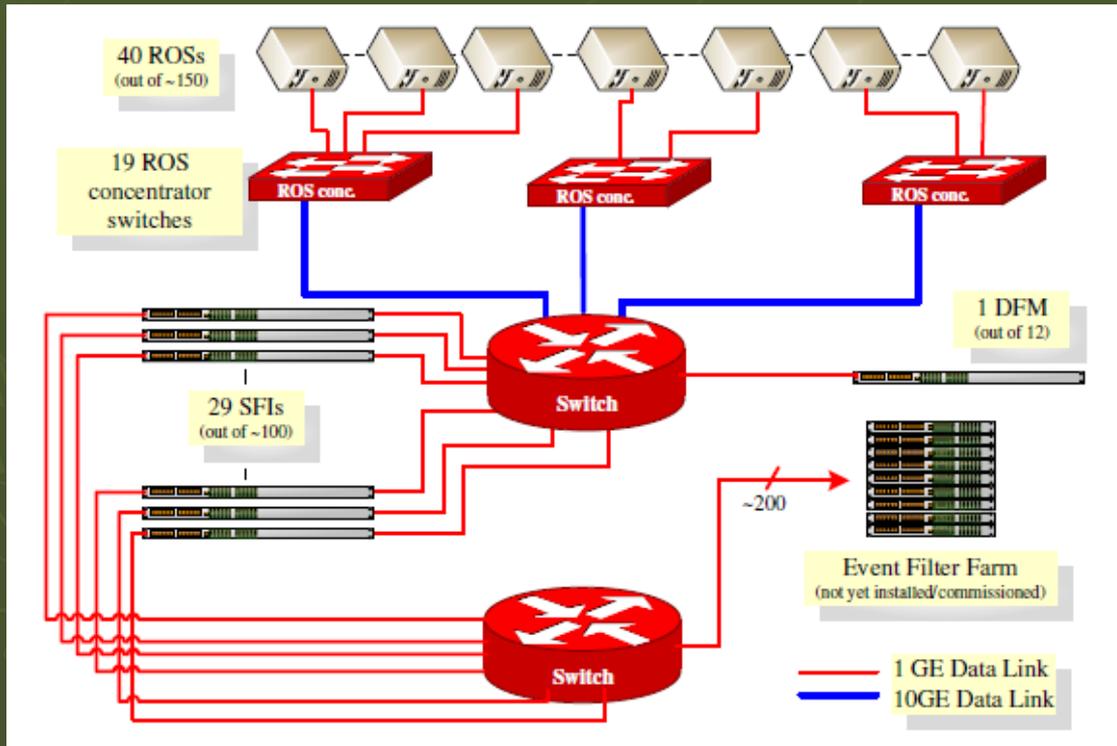
ATLAS実験測定器



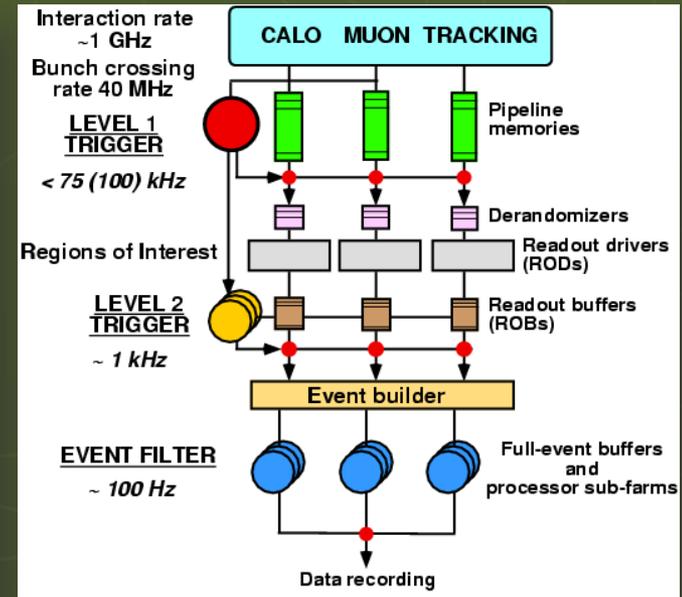
ATLAS実験データ収集システム

データ収集システムの例

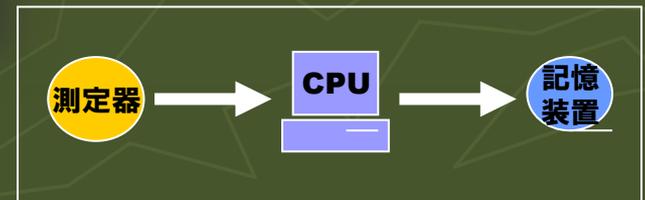
▶ 大規模DAQシステム(ATLAS実験)の例



データ収集システム 構成



データ収集システム 概要



コントロールシステム

データ収集システム全体の制御

▶ データ収集システムの状態管理

■ 状態遷移の制御

- ▶ 停止状態 ⇔ 初期状態 ⇔ 収集状態
- ▶ エラー状態

▶ 状態のモニタ

■ 記録と表示

▶ オンラインでのデータモニタ

DAQコントロールシステムの例

▶ 大規模DAQシステム(ATLAS実験)の例

The screenshot displays the ATLAS TDAQ Software Graphical User Interface - Expert Control. The interface is divided into several sections:

- Run control:** Shows the system is in a **RUNNING** state. Buttons include Shutdown, Boot, Terminate, Initialize, Unconfig, Config, Stop, Start, and Pause/Continue.
- Run Information:** Displays run details for a Physics run.

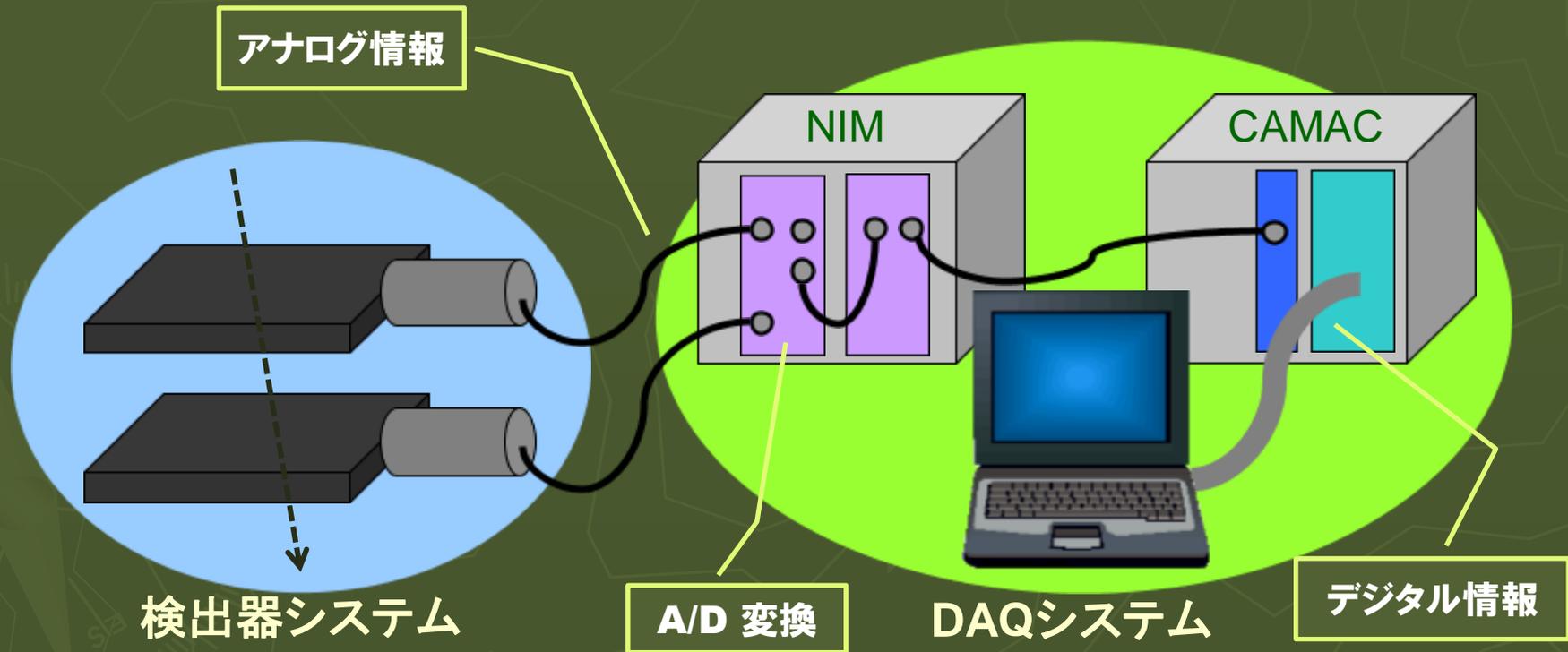
Run type	Physics	
Run number	1227241964	
Lumi block	1	
Recording	Disable	
Run Start Time	21/11/08 13:32:44	
Run Stop Time		
Total run time	00:01:00	
	Number	Rate
Level 1	1118	26 Hz
Level 2	1099	26 Hz
Event Builder	332	7 Hz
Event Filter	0	0 mHz
Recorded Events	0	0 mHz
- Segment & Resource:** Shows the selected segment as SFI and the selected parameter as ActualEoERate.
- Graphs:** Contains two plots:
 - Parameters:** A bar chart showing ActualEoERate for segments SFI-1 through SFI-20. The y-axis ranges from 0.0 to 0.4.
 - Histogram:** A histogram of ActualEoERate values. The x-axis ranges from 0.01 to 0.589, and the y-axis shows frequency. A prominent peak is visible around 0.289.
- Log:** A message log at the bottom showing system warnings and errors.

13:33:04	WARNING	L2PU-1	L2PU::MessagePassingIs...	L2PU-1: Unsolicited message (XID=247) received from node R05-1L2PU base issue
13:32:50	ERROR	oks2coralRA	oks2coral::CannotArchiv...	Failed to archive file "\${TDAQ_DB_DATA}": Connection string "oracle://devdb10/tdaq_dev_backup" is not known to the service (CORAL: "IAuthenticationService::credentials" from "CORAL/Services/XMLAuthenticationService")
13:32:45	WARNING	SFO-1	SFO::ConfigIssue	SFO configuration problem: data recording is disabled in the GUI and enabled in the configuration database

DAQシステムの構築

データ収集システムの基本

▶ 小規模DAQシステムの例



DAQシステムの構築1

▶ ソフトウェアで実現する機能

- 実験データ通信機能
(実験データ制御機能)
- 制御データ通信機能
- 状態管理機構
- 実験データ読出し機能
- 実験データ保存機能
- データモニタ機能
- システムモニタ機能
- オンライン解析機能
- システム制御機能
(ランコントロール機能)
- メッセージ・ログ管理機能
- システム設定機能
- ユーザーインターフェイス機能

DAQシステムの構築2

▶ 既存のものものの再利用

- グループ(自分)が開発したもの
- 共通フレームワークとして公開されているもの

▶ DAQ Middleware

▶ 機能の重要度と優先度

- 重要な共通機能を持ったソフトウェアを設計
- それをもとに各機能に対応するプログラムを設計
- 重要度と優先度に従った開発

まとめ

まとめ

▶ データ収集システムの概要

- データ収集システム = 収集・記録・解析・モニタ・制御で構成
 - ▶ 収集: A/D 変換・トリガ・イベントビルドなど
- イベントトリガシステムのタイプ
- イベントビルドシステムのタイプ
 - Single Detector - Single CPU
 - Multi Detector - Single CPU
 - Multi Detector - Multi CPU
- ▶ データ収集システムの問題点
- ▶ 多対一システム: データの集中
- ▶ バス型システムからスイッチ型システムへ
- ▶ プッシュ型システムとプル型システム
- コントロールシステム

▶ DAQシステムの構築で考えたいこと