

# SPring-8 control system

山下明広

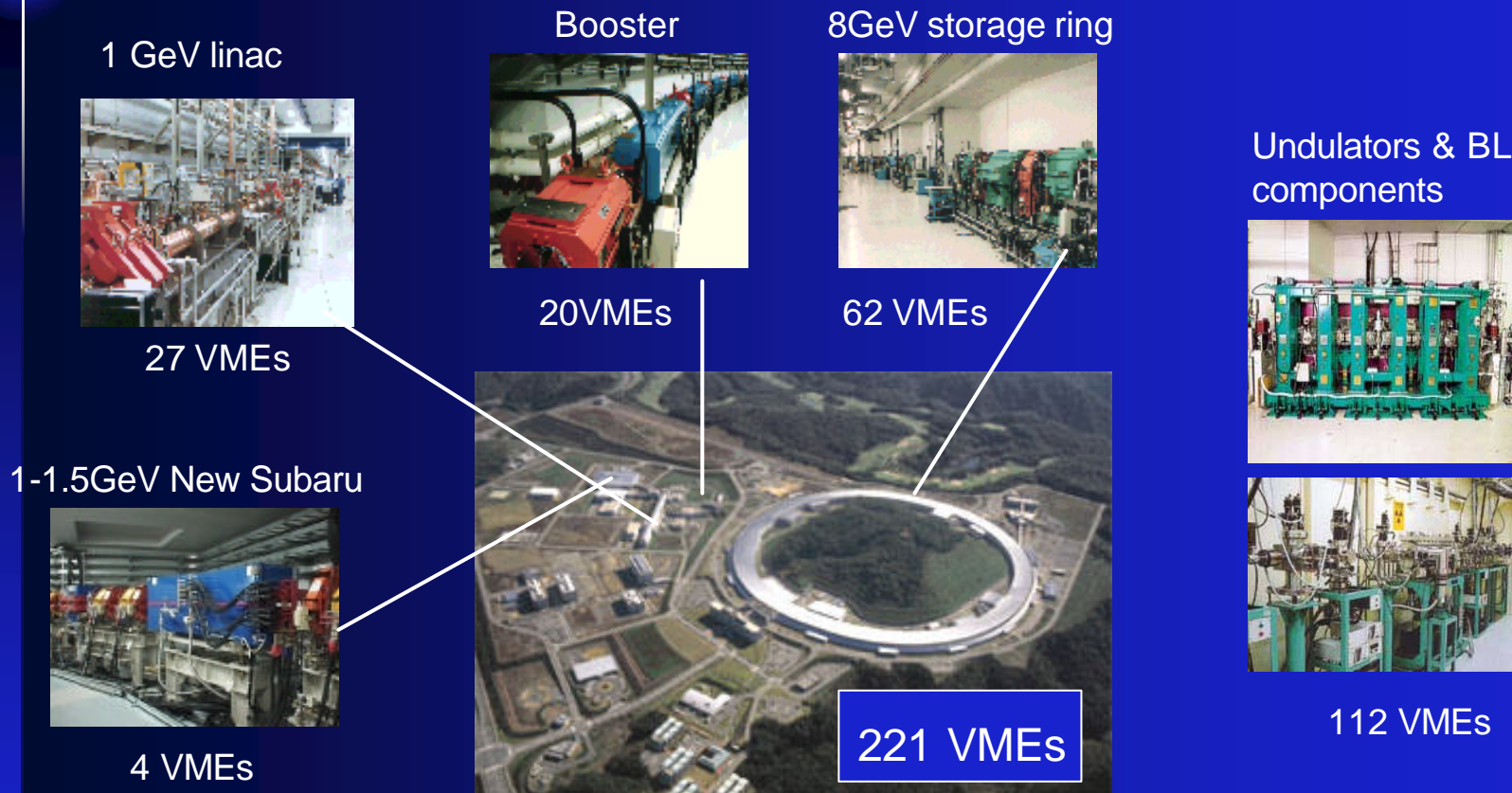
SPring-8

高輝度光源加速器の制御システム.

# Outline

- Introduction
  - History
  - Philosophy
- Software
  - 開発の実例
- Computing system
  - Network
  - Equipment controls
  - Database
- Summary

# Control system for SPring-8 complex



同一の制御システムを使用

# History

## 統一への道のり

Linac, Booster, SR  
異なる制御システムを使用  
していた。



シームレスで高性能のシス  
テムへ統一

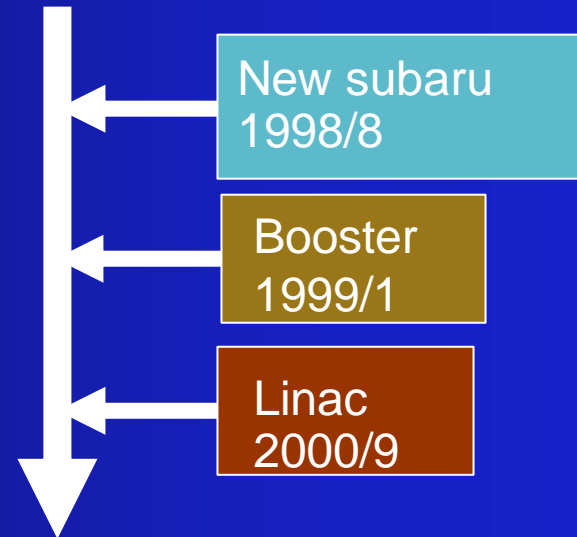
SR/BL controls  
1997 commissioning

New subaru  
1998/8

Booster  
1999/1

Linac  
2000/9

SPring-8 standard  
system



# Philosophy

- ✍ シンプルで分かりやすいシステム
- ✍ 標準/オープンなシステムの採用

- ✍ 特製品は避ける

- ✍ オープン/フリーなソフトウェア

- ✍ OSに特化した機能をなるべく使わない

- ✍ UNIXでの互換

- ✍ 分散アーキテクチャー

- ✍ 容易な保守

- ✍ 故障が広範囲に影響を及ぼさない

- ✍ 1つのVME/WSがダウンしても運転続行可能

- ✍ 拡張性

# Philosophy 2

- **Network**
  - 上位のプログラムはWS上で動作
  - 下位のプログラムはVMEで動作
  - 間はEthernet/FDDI
- **Database**
  - Every data on a relational database
  - Logging data
    - Since 1997 commissioning
    - View from WWW
      - ✍ Every data from everywhere

# 制御用ソフトウェア

- No EPICS, no Java, no CORBA
- メッセージ駆動型
- クライアント・サーバ方式
- Sub system
  - ✍ 機器制御
    - GUI on Workstation
    - Equipment manager on VME
  - ✍ データ収集
  - ✍ データ保存
    - ✍ RDBMSを使用
  - ✍ アラーム監視、表示

# プログラミングの方法

 **GUI** (WSで動作する上位プログラム)

 C language

 X-mate for GUI (RAD tool)

 **Equipment manager** (VMEで動作する下位プログラム)

 C language

 **加速器モデリング**

 FORTRAN

 **Web & database access**

 Python for cgi

 **外部業者に依頼**

 Alarm

 Database access function library for C、その他



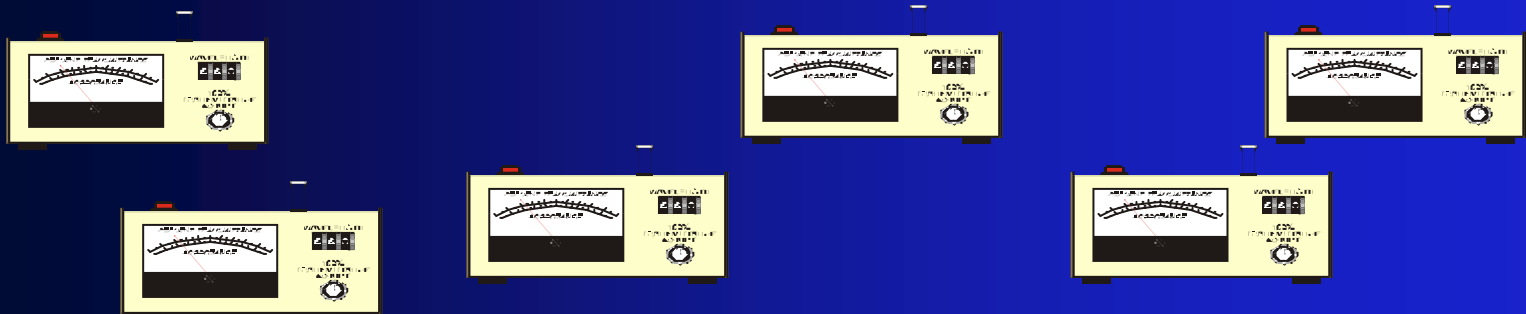
# ソフトウェア製作体制

- 制御グループ
  - Middleware, DB, network
- 機器 (Magnet, RF, VAC..) のエキスパート
  - 上位の操作プログラム(GUI)を作成する
  - VMEのプログラムを作成する
- Accelerator physicist
  - 運転用プログラムの作成
- プログラミングのエキスパートではない
  - 機器のエキスパートですらないこともある。
  - わかりやすい機器へのアクセス方法

# 上位のWSと下位のVMEの接続



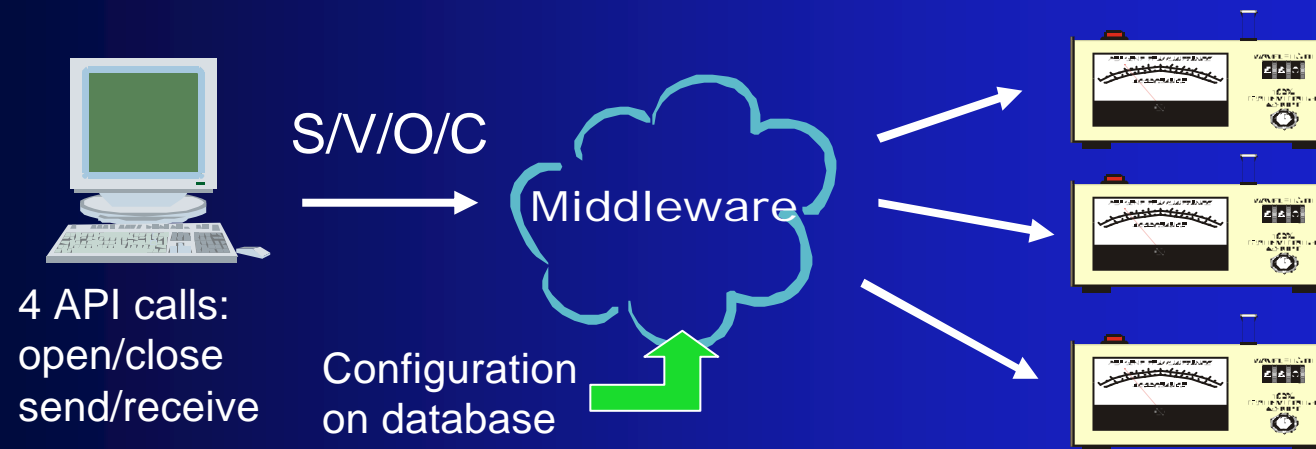
機器を操作するためにどうアクセスすべきか？



# 機器の名前でアクセス

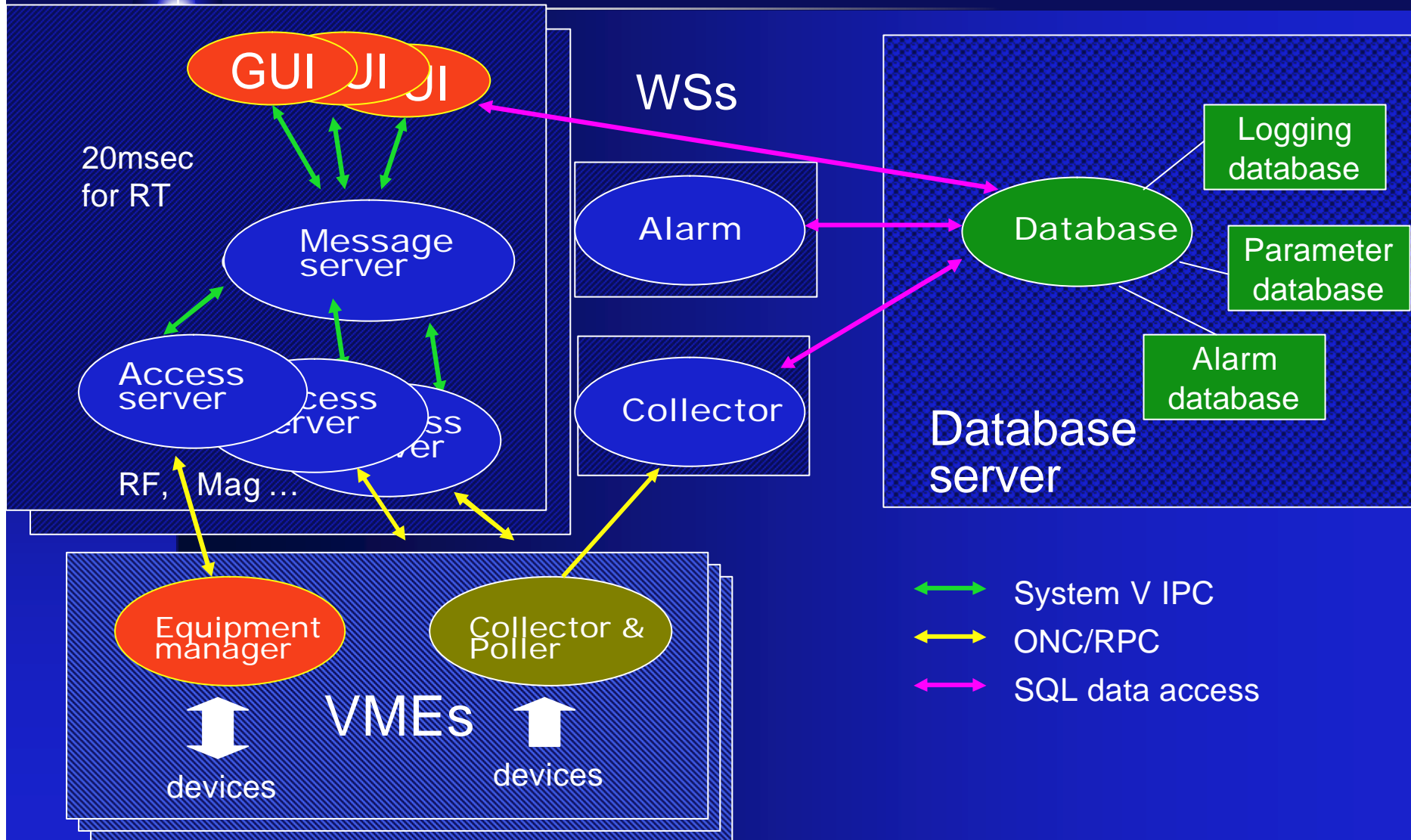
## メッセージ駆動

状態を知る : `get/sr_mag_ps_st_h_5_1/current_adc`  
値を指示する : `put/sr_mag_ps_q_1/12.3A`



プログラマーはVME crate/slot/address/adc factor  
等には煩らわせない  
Middlewareが面倒を見る

# Software framework



# 制御の流れ

- **モデリングプログラム**
  - 運転用パラメーターをデータベースに書き込む
- **GUI**
  - メッセージを作成してそれをAccess serverに送る  
`put/sr_mag_ps_q_1/12.3A`
- **Access server**
  - メッセージを解釈してその機器が接続されているEMにメッセージを送る。
- **Equipment manager on VME**
  - メッセージを解釈して、その機器に命令を実行させ、結果を戻す。

# その他のシステム

- **データ収集系**
  - 定期的(1sec-240sec)にデータを収集してデータベースに書き込む
  - 永久保存
- **アラーム監視**
  - データベース上の現在のデータとリファレンス値を比較してアラームがあればデータベースに書き込む
- **アラーム表示**
  - データベース上のアラームデータを読んで、アラームをグラフィカルに表示音声でも通知

# Case Study - Linacの場合

- VME
  - 27
- 制御対象点
  - 1003
- 信号数
  - 1320
- 9人
  - Part time job
- GUIパネル数
  - 22

# Case Study - Linacの場合

- 1999/9
  - Kick off
- 1999/11 中- 2000/3/1 (4.5 month)
  - SVOC(機器の名前,命令リスト)の作成
- 2000/2中
  - Equipment manager作成講習会
- 2000/2下
  - GUI作成講習会
- 2000/2中-2000/8/1 (5.5 month)
  - EM作成、テスト
- 2000/3-2000/8/1 (5 month)
  - GUI作成、テスト
- 2000/7-2000/8
  - 組み合わせテスト
- 2000/8/25
  - 立ち上げ開始



# Computing system 1

HP-UX, HP-RT, Solaris, Linux for OS  
= Multi-platform computing system

- Operator consoles

14 HP workstations

32/64bits CPU with HP-UX 11.0

➔ Update to all 64bits processors soon



# Computing system 2

- **Database server**

HP high availability cluster

N4000(5cpu)/L2000(4cpu) with HP-UX 11.0

If the main server is in trouble

System will be automatically switched to  
a back up system

- ✍ Dual server, dual NIC, mirroring disks.
- ✍ Dual servers are monitoring each other by exchanging heart beats.

Availability > 99.99% (0.5hr/yr downtime)



# Computing system 3

- **Test of the HA system**
  - ✍ We exercised by turn-off the server power.
  - ✍ 4 min. to takeover
- **Fail-over worked**
  - ✍ HA system has been in duty operation since 2001/Jan
  - ✍ System stopped during the real operation
  - ✍ Takeover was done smoothly.
- **Web server system**
  - Dell 6300 4CPU server+dual disk array
  - Running with Red Hat Linux+Apache

# Network: Accelerator

## Optimize networks to meet the demands

- **FDDI optical fibers**

Guarantee reliable equipment control

Fast(100Mbps) & reliable with dual ring topology

FDDI system will be replaced by Gigabit Ethernet

- **Gigabit Ethernet**

Wide band-width for fast DAQ(image etc.)

Next generation backbone of controls with QoS

- **Shared memory network**

Realize real-time control, ex. synchronized DAQ

Linac BPM data will be taken with 1-60pps.

# Equipment controls

## VMEbus for I/O controls

VME controllers:

1) **HP743rt+HP-RT** (discontinued)

SR, Booster, NewSUBARU, BL → need migration

2) **IA(Intel Architecture)-32+Solaris7**

New system for Linac and BL will be the standard

CPUs K6-2(333MHz) & P-III(600MHz) are used

CPU board requirements: no fan, bootable from a flash disk

## Field stations with PC system

Temporary control & data taking

PC+PCI I/O cards(AI,DI,DO, GPIB) with Red Hat Linux

# Equipment controls 2

- **Direct I/O boards**

AI, AO, DI, DO, PTG, PMC, SRAM, DRAM, WE7000, GP-IB

- **Remote I/O sub-system**

- ✍ Master-slave type communication via optical fibers
- ✍ Slave cards can be any combination of AI, AO, DI, DO
- ✍ Fibers with star topology or RS485
- ✍ Slow control RIO and fast control RIO
- ✍ Fast: 20  $\mu$  sec data transfer to VME master
- ✍ Linac BPM DAQ (1-60pps) as first application
- ✍ More types of fast I/O remote boards are under development

- **PLC**

Interlock system for magnet, vacuum etc.

**Wide range of application field is supported**

# Database 1

- Sybase ASE v.12 for RDBMS
- Every data on RDB

## ✎ Parameters

- ✎ コンフィギュレーション、校正値 etc.
- ✎ 磁石の測量値
- ✎ モニターの校正データ
- ✎ データの共有
  - ✎ プロセス、機器のロック
- ✎ 運転のための設定値
  - ✎ モデルプログラムから値を入れてそれをもとに運転
- ✎ アラームのthreshold,標準値

# Database 2

## ✍ Logging data

- >15,000 packed signals
  - ✍ (a packed signal has 1~30bit digital status signals etc.)
- 180 tables
- 150GB data ( include indexes since 1997)
- Data taking in every 1~240 sec period
- Store the data forever on the disk

✍ Archive database

## • COD data

- Slow feedback ( 30sec period)

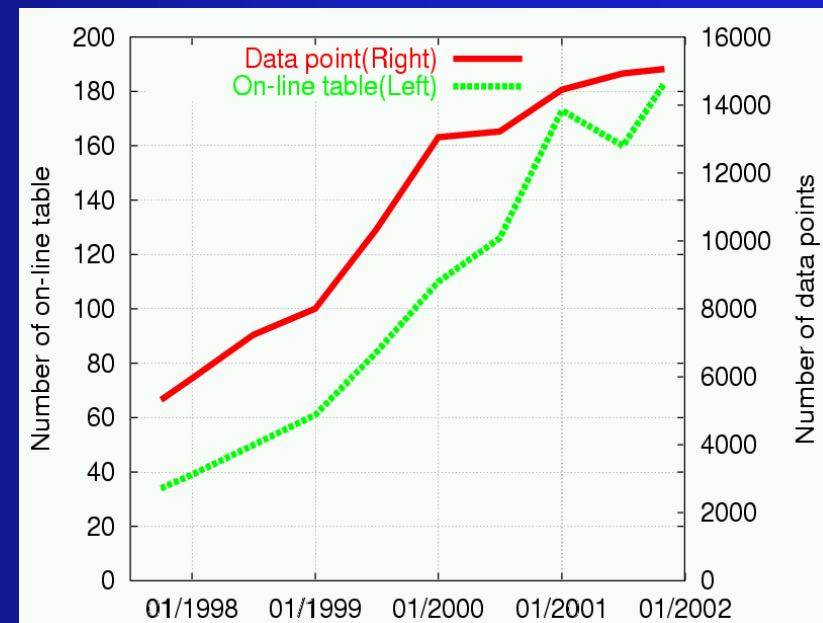
## ✍ Alarm data

- Log every alarm event data for trouble analysis



# Database 3

- Growing up due to:
  - Beamline construction,
  - integration of booster
  - Integration of Linac
- Hard disk volume/cost is going up much faster than data accumulation.



Growing up of the DB

Database size is NOT a problem

# Database 4

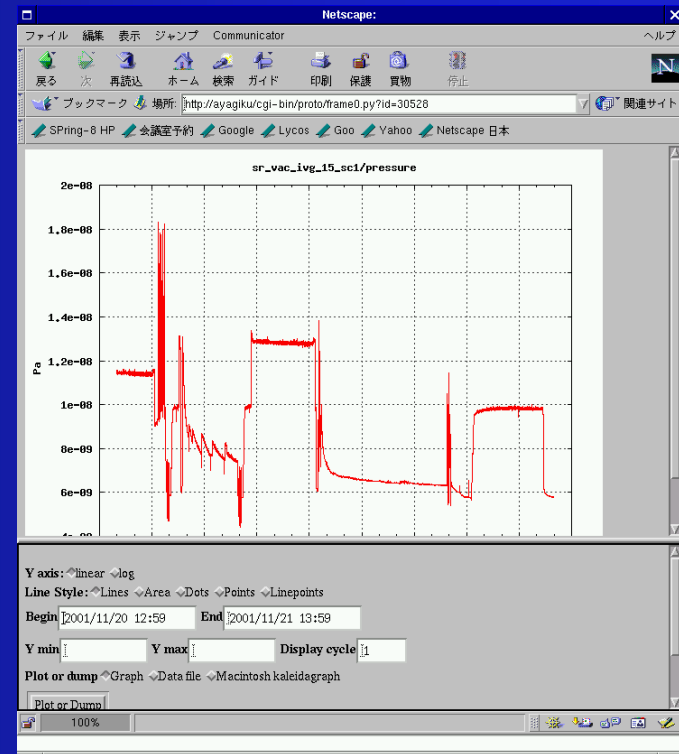
## Data access method

- ✍ Use C library functions
  - ✍ API functions are developed
- ✍ Web browser
  - Every data can be plotted
    - Specify date & time
    - Specify any graph attribute
    - Store raw-data to a disk file

CGI is written in Python script

Data access via Web is multi-platform  
(HP-UX, Linux, Mac, Windows)

← Everywhere in campus



# Database:inexpensive system

- Dell 4CPU server(550MHz)+dual disk array
- Running with Red Hat Linux+Sybase Linux version
  - Sybase 11.0.3 Free!
  - Performance was satisfactory
    - Reported in PCaPAC'99
  - Highly Reliable
    - No system trouble for long run test  
( Dec. 1999- )



Good for smaller/medium scale system and one point relief.

# Summary

- シンプルで分かりやすいシステム
  - 非プログラマーも自身の制御プログラムを作成
- 全データを保存
  - 加速器開発の強力な手がかり
- 信頼性
  - 24/7operation
- 拡張性
  - SRのみならず、BL, booster, linac  
NewSUBARUでも証明された
  - 制御点数の増大もOK