

加速器の制御

制御グループ 福井

2001年 3月 30日

はじめに

加速器の制御系はもともと蓄積リングを制御するために考えられました。基本的な考えとしてソフトウェアの作りやすさ、安定性やメンテナンスのしやすさを重視して作られています。加速器は一度完成すれば終わるのではなく改良を加えていくのにあわせて制御系も改良していくことを念頭において設計されました。

構成

- ハードウェア構成
- ネットワーク構成
- ソフトウェア
- まとめ

ハードウェア

- ワークステーション
 - HP製UNIXワークステーション
- データベースサーバー
 - HP製UNIXサーバー
 - PCサーバー
- VME
 - 743rt + HP-RT : 蓄積リング、シンクロトン等
 - Xycom658 + Solaris 7 : 線型加速器

ハードウェア つづき

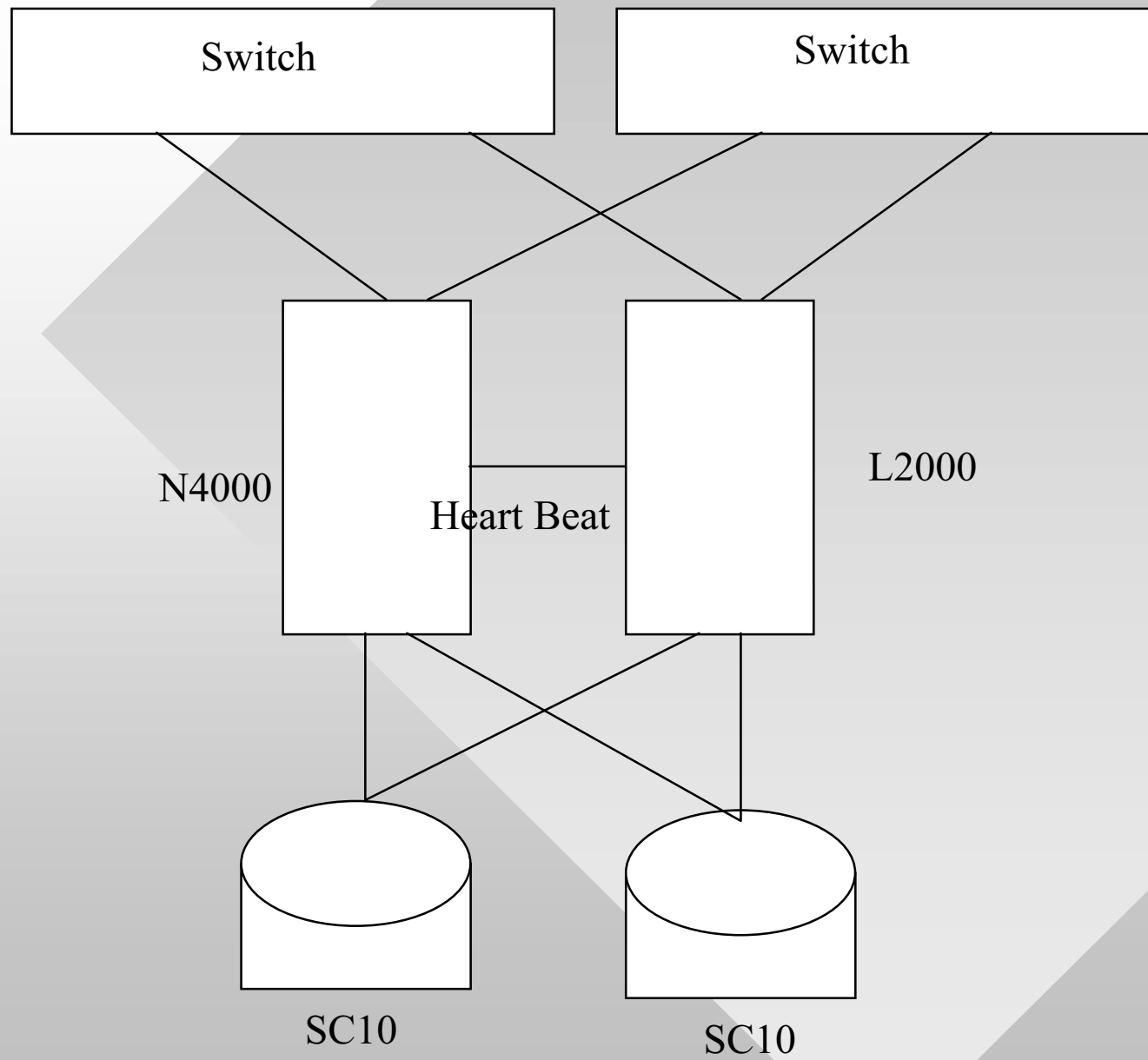
- フィールド・ステーション
 - PC+Linux
 - Smartlink
 - WE7000

ワークステーション

- HP-UX 10.20
- 中央制御室にopcon01~14が端末として運転に使われている。
- opcon01~14 は基本的にすべて同じ構成なので、もし1台が故障しても他の端末に変更して運転出来る。

データベースサーバー

- HP製サーバーを2台組み合わせて1台が停止しても自動的に待機していたサーバーに切り替わる。
 - Web経由以外ではOAから見えない。
- ディスクが故障してもミラーされているのでデータは消えない。
- データ解析などにはPCサーバーとLinuxでセカンダリーを運用している。
 - OAからもアクセスできる。



VME

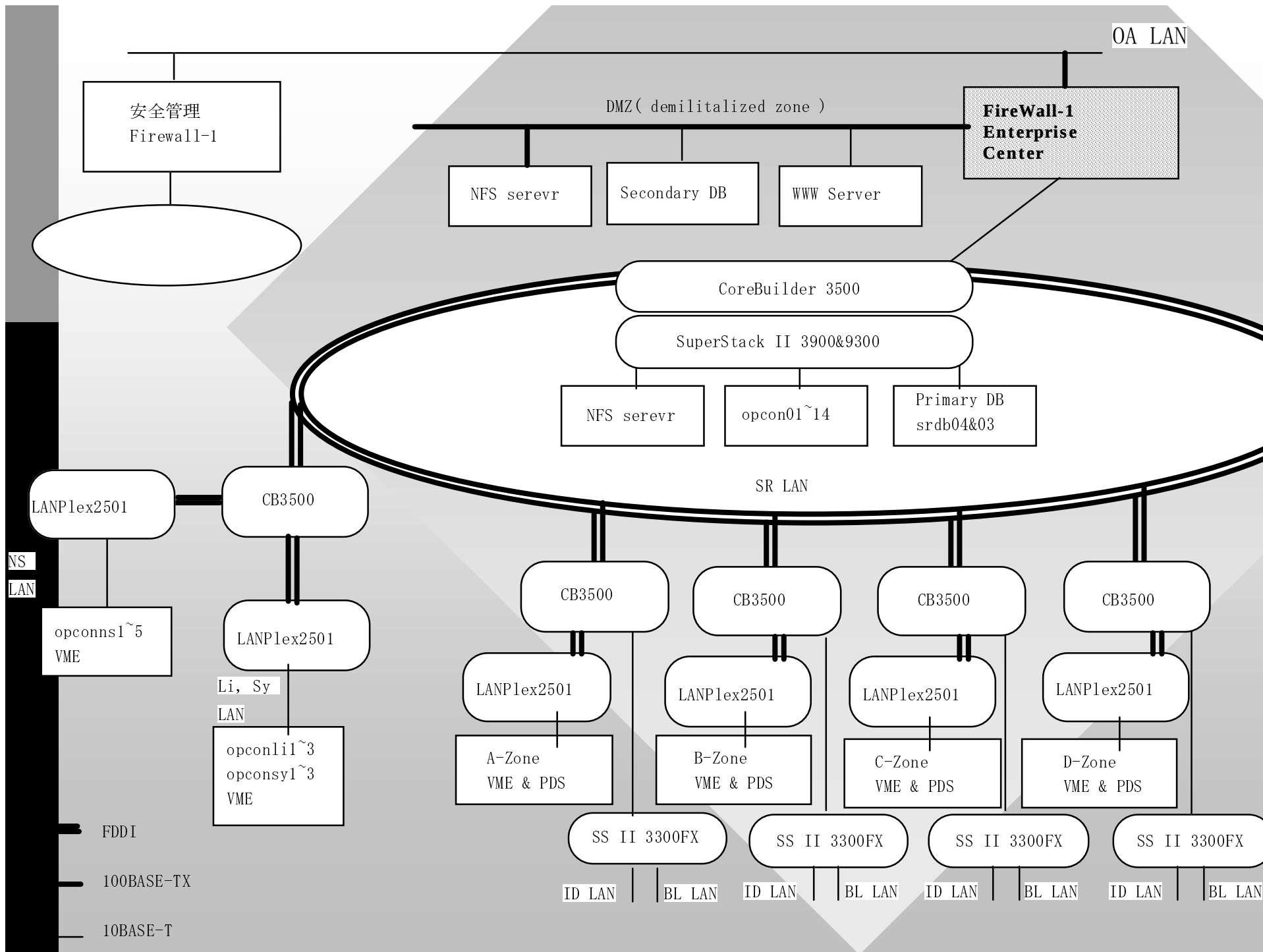
- CPU: 743rt+HP-RT,Xycom658+Solaris7
- VME Module
 - DI,DO,DI/O,AI,AO,PTG
 - GP-IB
 - RIO(蓄積リング)
 - FDO , NIO, MTC(シンクロトロン)
 - Scaler(中央制御室)

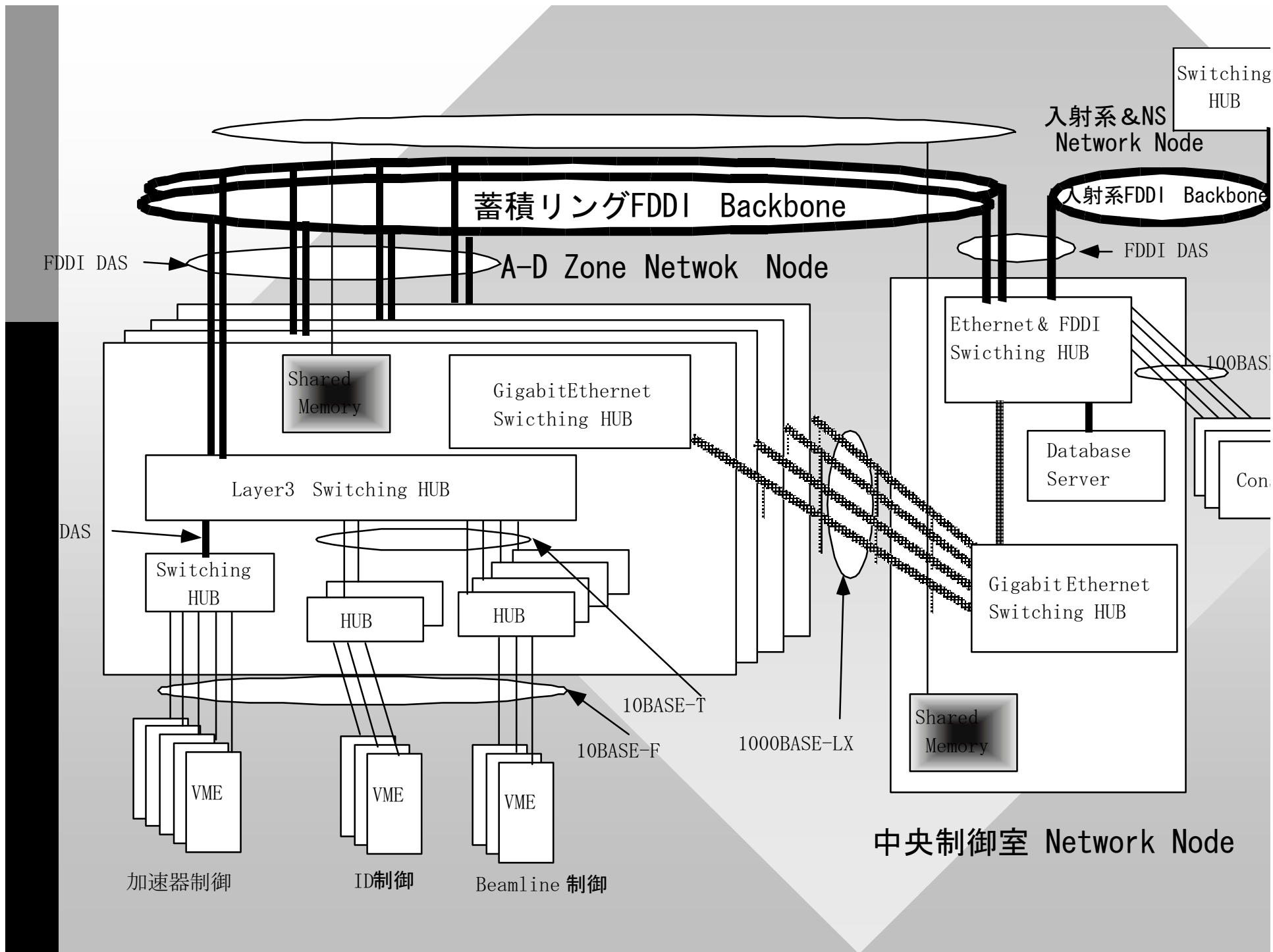
フィールド・ステーション

- PC+Linux
 - PC Module
 - DI/O, AI
 - GP-IB
- Smartlink
 - 主に温度計測に使用している。
- WE7000
 - 現状は取り込めてない。

ネットワーク構成

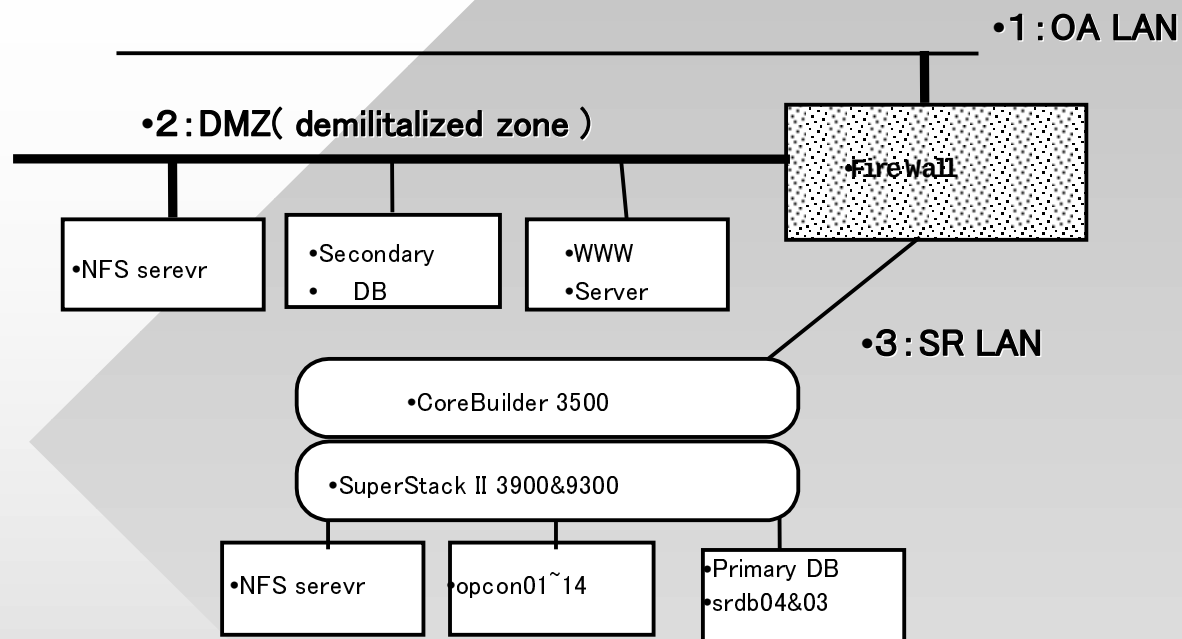
- 幹線: FDDI
- 支線: 光Ethernet
- メンテナンス: Ethernet
- ファイヤーウォール





ファイヤーウォール

- OA(Internet)から加速器制御系へのアクセスの禁止
- OAと加速器制御系からプログラム開発サーバへのアクセス
- OAと加速器制御の間でのデータの交換
 - Web経由でのデータ
 - NFS経由でのデータ
 - セカンダリー・データベース経由でのデータ

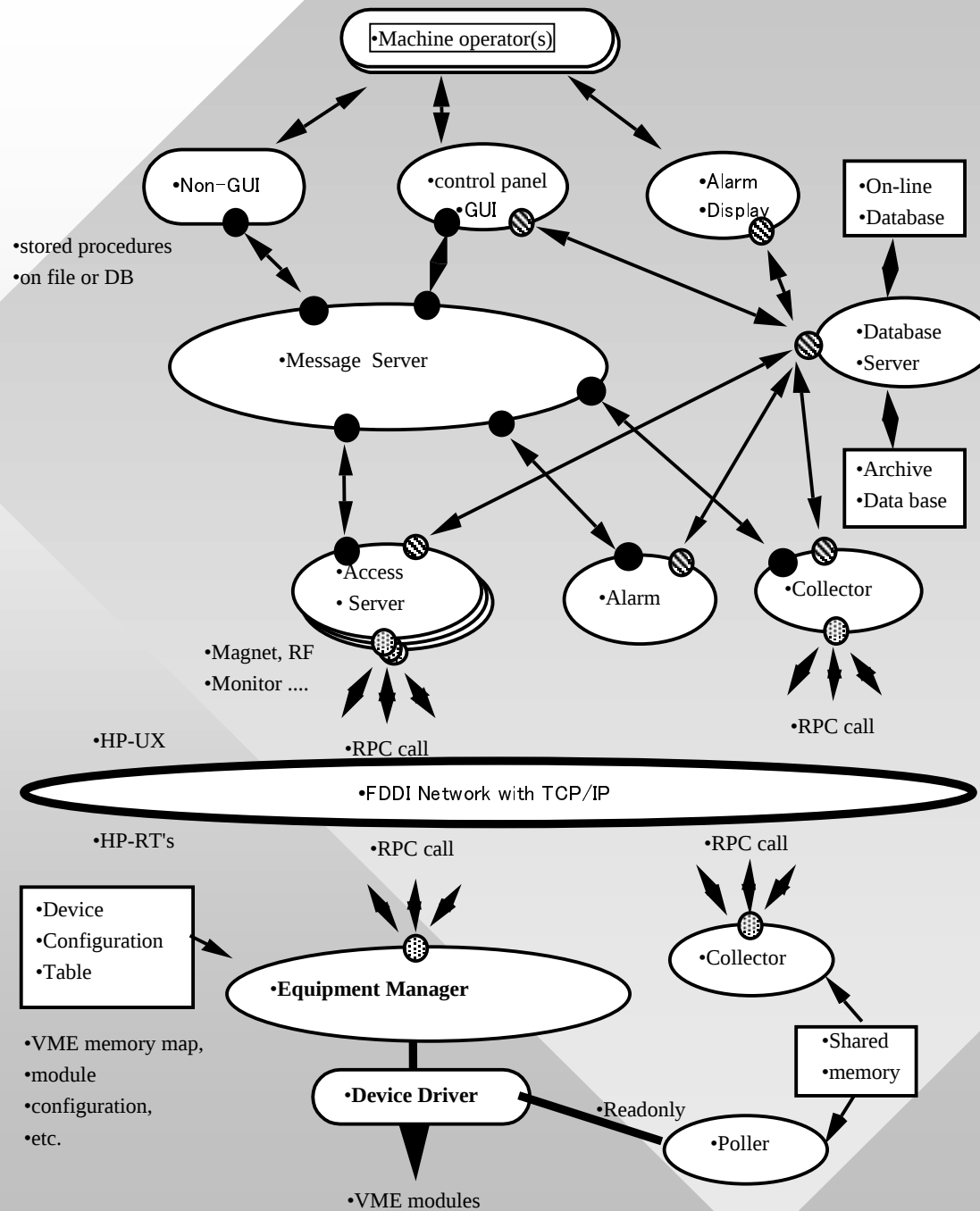


FireWal 1 のアクセス権の設定として以下のもの以外は全て禁止する。

- 1、 3 -> 2 Telnet,FTP,HTTP,NFS,SYBASE ,を許す。
- 2 -> 1、 3 X11,LPR を許す。

ソフトウェア

- SVOC
- Message 通信
- RPC (Remote Procedure Call)
- Equipment Manager
- データベース
- Poller/Collector
- Alarm



SVOC

- すべての制御命令はSVOCの形で表現される。
- Subject, Verb, Object, Complementの組み合わせで構成される。
 - 例 23857_lirfmaingui_linac_opcon12/get/li_mod_h5/status
返事 li_mod_h5/get/23857_lirfmaingui_linac_opcon12/0x3254
- 使えるVは現状5つ
 - get, put, set, exec, ask

SVOC—作り方

- SVOCは
 - S:主語 命令を発行するプロセスの名前
PID_ProcName_UserName_WSNameで出来ています。
 - V:述語 何をしたいか-現在の所、機器に対してはput get set exec、
プロセスに対してはaskが定義されている
 - O:目的 どの機器に対して命令を発効するのか
 - C:補語 どんな属性に対してしたいのか

を組み合わせて作られています。Vについては機器の操作(駆動)を伴うものをput、ただ単にデータを読むだけのものをgetとしています。Poller/Collectorで取れるのは機器の操作を伴わないものに限定されています。Oについては階層化された命名とSpring-8全体で共通の名前を組み合わせて作られています。

SVOC—作り方 つづき

共通の名前として加速器とビームラインで定義されているものには以下のものがあります

- ゲートバルブ
 - rgv 電子ビームをよぎるGV
 - blgv 放射光をよぎるGV
 - vacv 上記に入らない真空バルブ
- インターロック・PLC
 - intlk インターロックモジュール
 - plc PLC
- アブソーバー・シャッター
 - pdab Vacのフotonシャッター
 - srblsht 放射光ビームラインシャッター
 - absbr アブソーバー(単独の場合)
 - bmsht ビームシャッター(単独の場合)
- 水・圧空
 - waterf 水流量
 - watert 水温度
 - waterv 水弁
 - waterp 水圧
 - airp 圧空
- 真空ゲージ
 - ivg イオンゲージ
 - ccg コールドカソード(コンビも)
 - tcg 熱伝対真空計
 - pig ピラニー
- 真空ポンプ
 - sip スパッタイオンポンプ
 - dip 分布型イオンポンプ
 - tsp チタンサブリメーションポンプ
 - tmp ターボ分子ポンプ
 - rp 粗引きポンプ

SVOC—作り方 つづき

階層化された命名とは機器の名前を上の階層から順にグループ名(サブグループ名)、機器の名前、場所を指定して行きます。たとえばLinacの電流モニターの場合

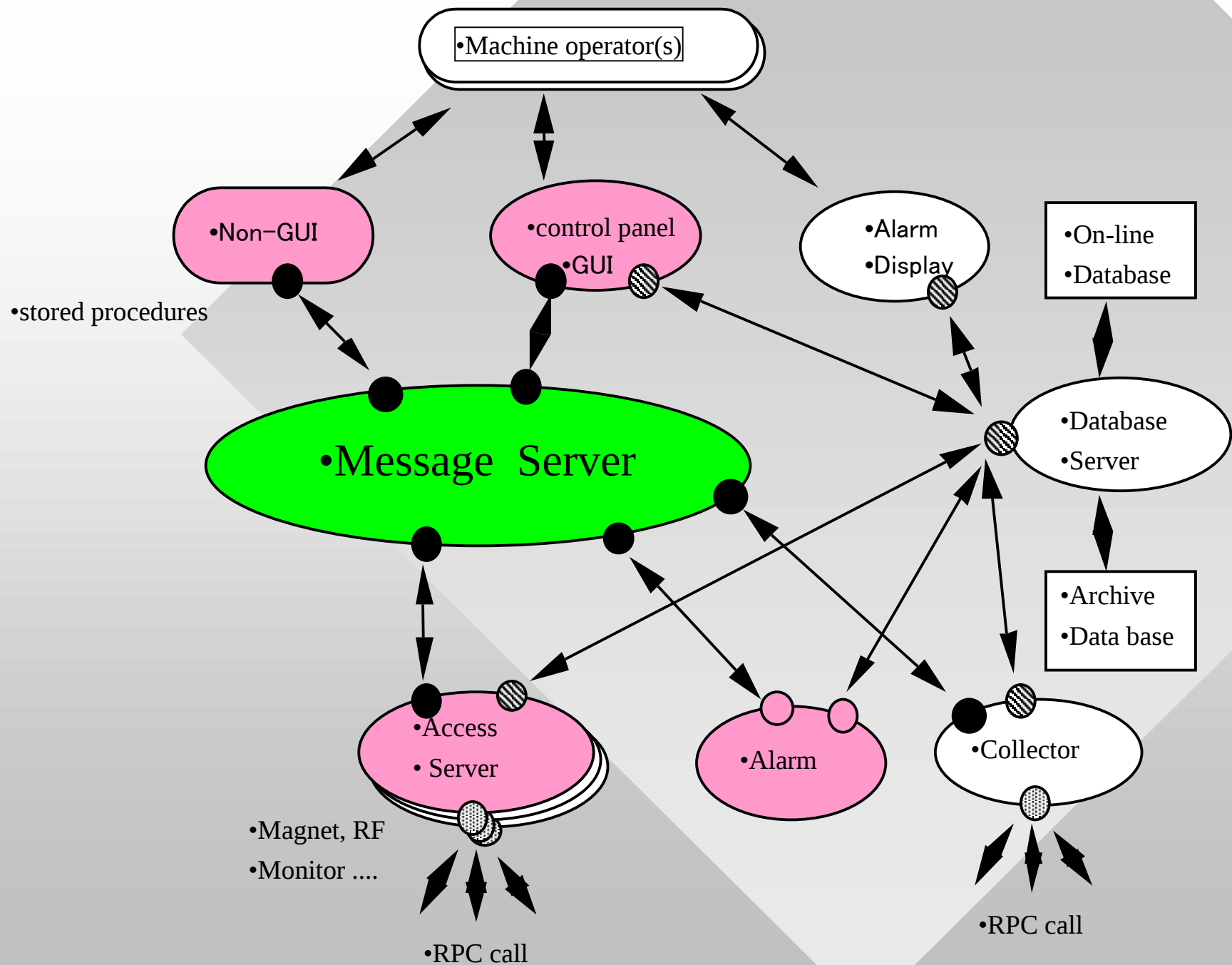
- get/li_mon_wcm_l3bt/current
 - li_mon : サブグループ Linac monitor (グループは linac)
 - wcm : 機器名 Wall Current Monitor
 - l3bt : 場所 L3BT となります。

SRのマグネットを例にとるともう少し複雑な階層構造がみれます。

- get/sr_mag_ps_st_v_1_1/current
 - sr_mag : グループ
 - ps_st_v : 機器 ps(電源)の下にst_v(垂直補正)
 - 1_3 : 場所 セル1の上流から3つ目

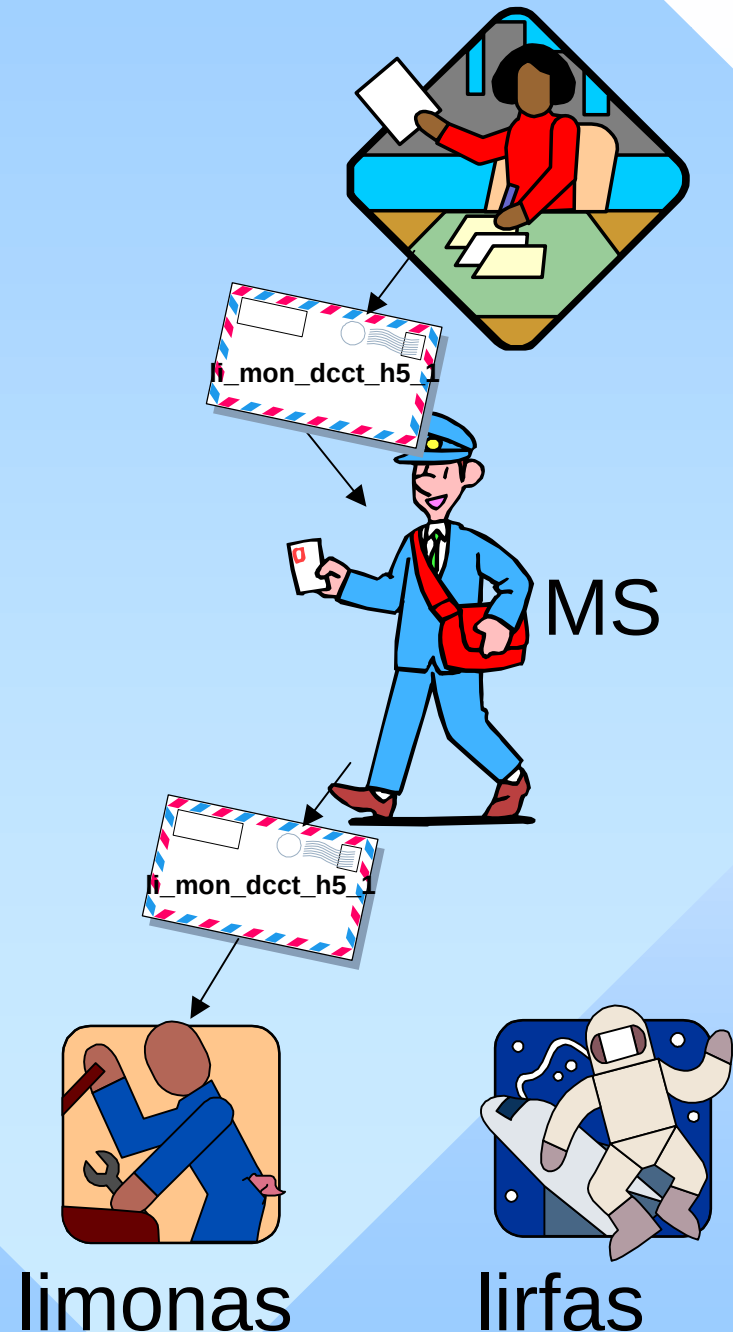
Message通信

- UNIX(SVR5)のプロセス間通信で非同期でキューにMessageをためる。
- Messageのやりとりは全てMS(Message Server)が管理する。
 - GUI → MS → AS → MS → GUI
(EM)
- 各opconで一つだけMSが動いている。



Message通信-MS

- GUIは宛名:OをつけてMessageをMSに渡す。
- MSは宛名をみて対応するASにMessageを渡す。
- ASはEMからの返事を宛名:SをつけてMSに渡す。
- MSは宛名をみて対応するGUIにMessageを渡す。

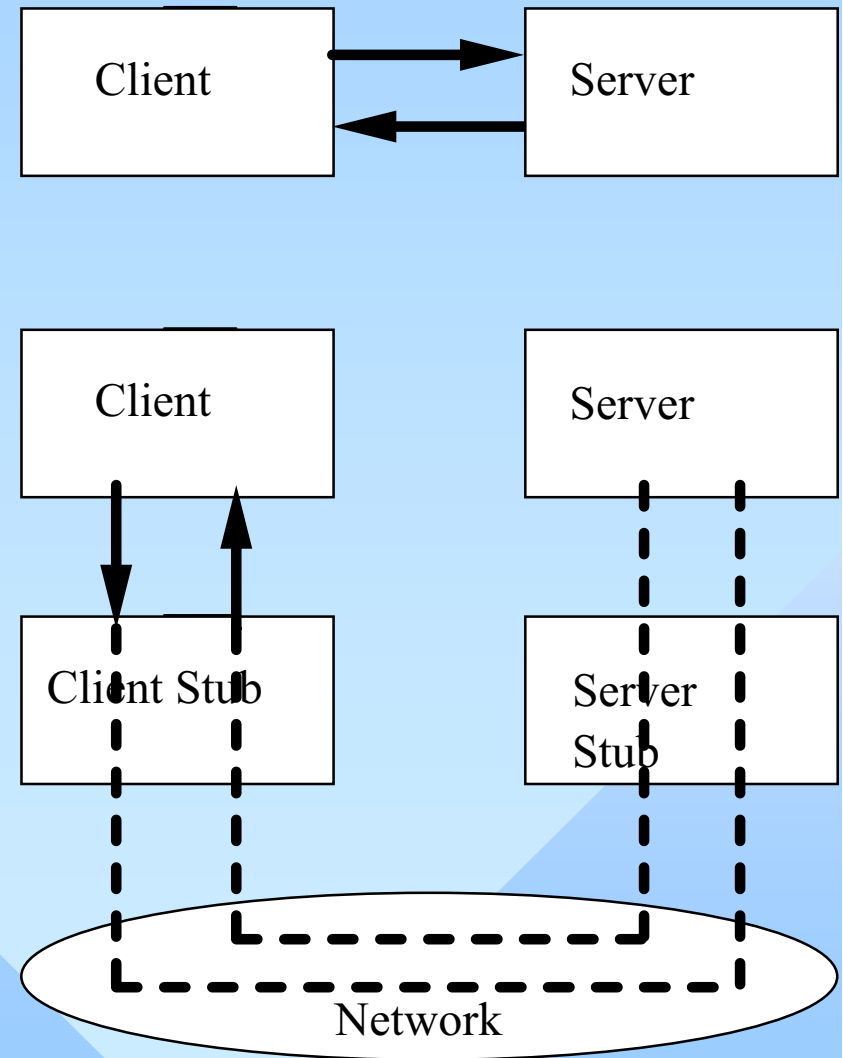


RPC

- Remote Procedure Call: プログラムからは普通の Procedure (Cなら関数) に見える。
- RPCGENがネットワーク部分のStubを自動的に生成してくれる。
- 機種に依存しないデータ形式にStubで変換してくれる。

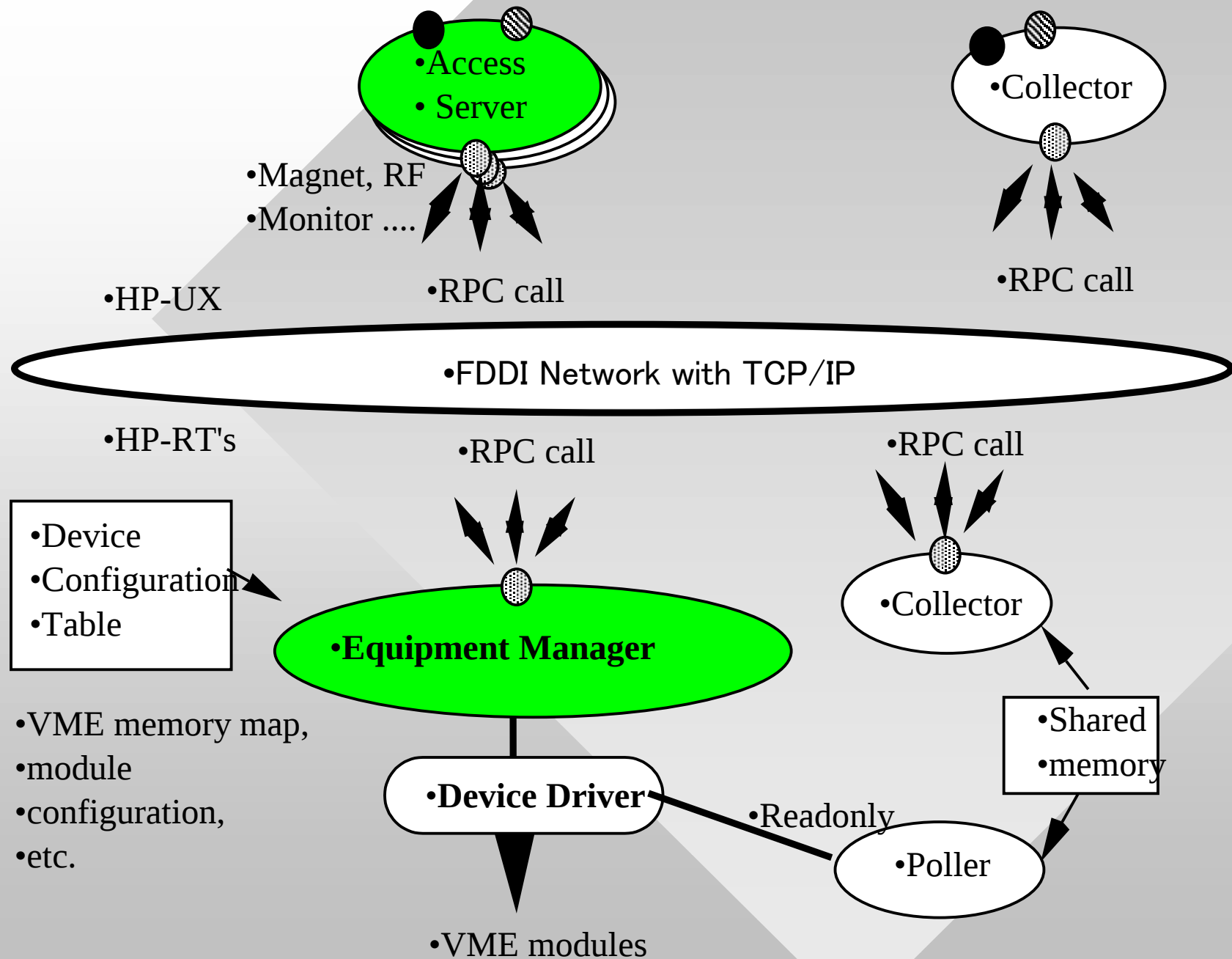
RPC つづき

- Local Procedure Call
- Remote Procedure Call



Equipment Manager

- VME上で一つだけ動いているプロセス。
- RPCでASとつながっている。
 - 複数のASと接続できる。
 - 最初にASからの接続開始で初期化する。
- SVOCを解釈してVME Moduleの入出力を行う。
 - コンフィグレーション・テーブルに対応が書れている。
 - フレームとユーザー関数で構成されている。



EM - config.tbl

put/li_mag_ps_st_h_h5_1

%fA em_li_mag_ps_current_put /dev/ao_avme9210_0 2
em_li_mag_ps_conv_put -2.0A 2.0A 2.0A
em_std_ret

get/li_mag_ps_st_h_h5_1

current em_li_mag_ps_current_get /dev/ai_avme9350_1 0
none
em_li_mag_ps_conv_get -2.0A 2.0A

current_set em_li_mag_ps_current_set_get /dev/ao_avme9210_0 2
none
em_li_mag_ps_conv_get -2.0A 2.0A

データベース

SQL(Structured Query Language)

- リレーショナル・データベース: Sybaseを使用している。
 - 拡張性に優れている。
 - データの管理がしやすい。
- Online, Archive, Parameterの総てをRDBで運用している。
 - システムがシンプルで理解しやすく、管理が楽。

Online

- 機器のデータを定期的に収集して一時的に保管する。
 - 過去48時間のデータ。
 - 最高で1秒ごと。
 - GUIで頻繁に使う場合にはここからデータを取得する
 - Alarmの設定と比較。

Archive

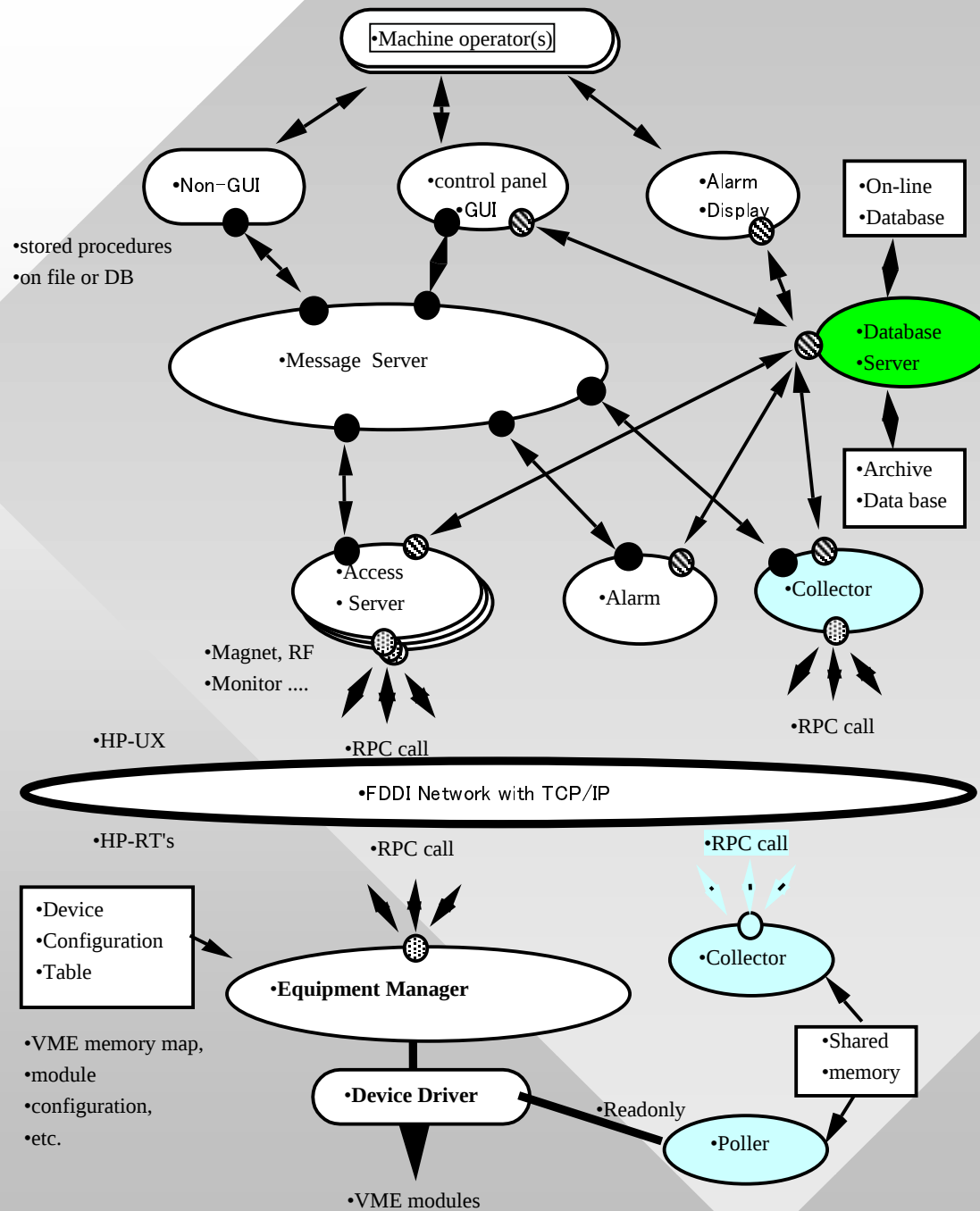
- Onlineのデーターを1時間ごとにArchiveに移す。
- ゆっくりしたデーターは間引いて移す。
 - 例: 蓄積リングの真空度
 - Online 5sec
 - Archive 30sec
 - 例: 蓄積リングの真空度DCCT
 - Online 1sec
 - Archive 1sec
- 加速器が動き始めてからのデーターがすべて記録されている。

Parameter

- 加速器の制御に必要なパラメーターが入っている。
 - 機器の置かれている場所。
 - BPM等の校正テーブル
 - 運転用のパラメーターセット
 - 現在値:run_current_setと設定:run_setがある。
- アラーム・テーブル
 - 機器グループの状態テーブル
 - DI,AIそれぞれの機器ごとのテーブル

Poller/Collector

- OnlineデータベースにいたるデータをEMとは別のルートで収集する。
- VME ModuleにアクセスするのはPoller。
 - コンフィグレーション・テーブルはEMと同じものを使うのでEMが出来れば自動的に生成される。
- PollerとCollectorは非同期で動くので各VME間での同時性はない。
- どのデータを取るかはデータベース上のパラメータで定義されている。



Alarm

- OnlineのデータとParameterのアラーム・テーブルを比較してアラームを判断する。
- アラームレベルは2つ
 - Warning: 注意を促す。
 - Alert: 機器が危険な領域にある。
- アラーム用のプロセスは4つ。
 - アラーム監視: アラームの本体 機器グループに一つ
 - アラーム監視画面: アラームの設定 機器グループに一つ
 - アラーム表示: いくつでも立ち上がる
 - アラーム音声: Alertが発生した時音声で知らせる。機器グループに一つ

まとめ

- 加速器の制御系はUNIXをベースにした分散ネットワークシステムで、機器制御を中心においた構成になっています。
- RDBを採用することで拡張性とメンテナンスに優れています。
- 蓄積リングの他 ニュースバル、シンクロトロン、ビームライン及び線型加速器でも使われていて拡張性と移植性に優れています。