

No.5

遷音速風洞データ処理設備
更新後の計測システム構成

小國保男、小池 陽、飯島由美、細江信幸、中村正剛、
鈴木弘一、戸田巨洋 (航空宇宙技術研究所)

On the measurement system after it renewed the National Aerospace Laboratory Transonic
Wind Tunnel Processing Facility

Yasuo OGUNI, Akira KOIKE, Yoshimi IJIMA, Nobuyuki HOSOE,
Seigou NAKAMURA, Kouichi SUZUKI, Nobuhiro TODA (NAL)

概 要

航空宇宙技術研究所では、平成9年3月から新規のデータ処理設備を稼働させるべく各風洞のデータ処理設備の更新を行った。遷音速風洞では平成6年に計測設備の改修を行いさらに今回データ処理設備の更新を行ったので、ここでは二つの設備を合せた、計測システム全体の構成を紹介する。

1. はじめに

航技研2m×2m遷音速風洞は1960年に完成し、初期の計測システムは通風開始から15年間にわたり稼働した。1975年、最初の大規模な更新を実施し、この時から、データ処理設備については賃借方式を取り入れ、その後はほぼ定期的に更新作業を繰り返してきた。1997年2月、4度目の更新(5期目の設備)を実施した。計測前置装置等を1994年3月に改修しており今回の更新でこれの組み込みを行ったので合わせて、計測設備全体について紹介する。図1、図2参照

2. 最近の風洞試験

本風洞の測定部は①開孔比20%の多孔壁を持つ全機模型用測定部、②半裁模型用測定部及び最近改修して③6%開孔比の多溝壁を持つ測定部にした全機模型用の測定部がある。従来最も多い試験は6分力の静的特性を調べる試験で

ある。この試験方法を標準的試験と称して、この試験形態に対する測定精度、試験効率の向上を目標に計測設備整備に力を入れてきた。最近の試験も標準的試験形態が最も多いが、其の割合が少なくなり、動的試験、より高周波数の変動成分を測定する非定常試験、翼面上の境界層の遷移に関連する特性を調べる試験等が多くなってきた。本風洞の計測装置整備に当たってどの程度までこれらに対応出来る計測設備を用意すべきか迷うところである。今回の更新では動的計測の測定精度向上にも力を入れた。

3. 更新に当たっての方針

更新に当たっての方針として下記項目に心掛けた。

- (1) 測定精度の維持、向上
(ノイズ対策)
- (2) データ生産性向上
(並列DVM、ESP)

- (3) リアルタイムデータ処理
(1次処理ソフト)
- (4) 操作性向上
(操作パネル)
- (5) データのディスク保存
(大容量HD)
- (6) 風洞試験ユーティリティ
(各種点検用ソフト)
- (7) ネットワーク化
(計測関連コンピュータ結合)
- (8) 光学観測データのコンピュータ
取り扱い (デジタルカメラ)
- (9) 既設設備のシステム組み込み

(1) 測定精度

動的計測を行う場合の問題点として、微弱信号をアナログ伝送する場合信号伝送ラインにノイズが乗り易く、測定精度を悪化させることがある。

対策として微弱信号を長距離伝送させないために、①信号源近くに増幅器を設置し信号レベルを上げて伝送しS/N比を改善する方法と、②信号源近くでノイズに汚染される前にデジタル信号に変換し測定信号を伝送する方法を可能にした。

前の方法は計測室に設置したAD変換器でデジタル化またはアナログ信号をモニタする等の用途向けに考慮した。信号増幅器は測定胴に隣接するシュリーレン暗室に設置し、増幅器の殆どの設定機能を同室に設置してあるEWSからコントロール可能である。コントロール操作はLANを経由し計測室のEWSで行う。

後の方法はセンサからの信号をシュリーレン暗室にある信号増幅器で増幅後(または直接)、同室のEWSに接続されているAD変換器でデジタル変換するか、同室に別置きしてある非

定常空気力計測装置でデジタル化する。これらのデータは生データを計測室に伝送し計測室のEWSで解析処理するか、シュリーレン暗室のEWSで解析処理した後計測室のEWSにLAN経由で伝送する。

シュリーレン暗室のEWSと計測室のEWSはLANケーブルで結合してある。LANケーブルは金属ケーブルで結ぶと離れた場所の接地電位の差により商用電源に関連したノイズを発生させる場合があるので、光リンクにより絶縁しこれを回避した。

また静的計測のためには、測定器として積分型のADC(DVM)により積分操作を行う方法と受動型アナログフィルタを併用し変動分を除去する方法を用意した。これらの機器は低ドリフト型であるのでドリフトによる測定精度の悪化も防止できる。またより高速に測定を行うための装置として高精度型の信号増幅器と逐次比較型のADCの組み合わせも可能にしてある。

(2) データ生産性

静的測定を行う場合、積分型の測定器を使うと積分操作をするための時間を必要とし多点のデータ収集を行う時データ生産性を悪化させる。これを避けるため測定器を多数用意し、多点測定の場合、並列に測定動作をさせ時間短縮を図った。

圧力測定については従来の機械式走査器のほかに電子式走査型の圧力変換器を併用し、時間短縮が可能になった。

また次の項で述べるように基本的解析処理をリアルタイムで実行できる様にした。

(3) リアルタイム処理(1次処理)

本風洞は初代のシステムからリアルタイム処理の機能を有していた。本風洞の試験に合せて、

計算センタの大型計算機を占有して実施できるシステムであったが、航技研全体で共用する設備であったため、実状は占有することが出来ず、データの記録のみを計算センタに信号を送り穿孔カードに測定記録しておき、後で計算機使用の割当時間帯に、一括処理をするのが実状であった。

その後ミニコンピュータを使った設備に更新したとき、コンピュータの能力不足から完全な処理は出来なかったが、簡略化した処理をリアルタイムで処理し、結果を表示するシステムになった。

その後の更新では、計算機の処理能力も向上し、モニタのための処理もほぼ最終結果に近い処理が可能になっていた。

更新を幾度か行う内、世の中の計算機の事情が変わり、計測機器を制御するものと計算処理をするものに分離するようになり、リアルタイム処理するためには、分散処理するためのソフトウェア技術（従来になかった通信処理等）を必要とする様になり開発に時間が掛るようになった。試験の合間を見ながらこれらを開発するのは、本風洞の運用状況から困難であり完成するに至らなかった。

今回の更新ではこの状況に鑑み、自力で全てのアプリケーションソフトウェアを作成することを止め、ハードウェア導入と同時に、基本的なデータ収集及びリアルタイム処理を含め解析処理のソフトウェアも導入することにした。ただし基本的処理を外れる場合は其のたびに処理プログラムを作成する必要がある。

（４）操作性

初期のミニコンを使ったシステムでは、操作卓を用意しこれらのスイッチを操作して計測作業を実施していた。その後の更新で操作卓を廃

止したためコンピュータのキーボードによる操作を行っていた。今回の更新ではキーボード入力による誤操作を少なくするため、コンピュータ画面上に操作卓のスイッチに相当するものを表示し、これをマウスにより操作する方式を採用した。またプログラミング言語もGUI機能を使いマウス操作を主体にプログラム作成出来る。キーボードの操作を少なくすること及びプログラムの構成を図形により確認出来ることによりプログラム開発効率の向上を期待できる。

（５）データの保存

従来のシステムではデータを風洞試験終了の度に磁気テープに保存していた。コンピュータのディスク容量が少ないためこの操作が必要であったが、今回の更新では少なくともある模型の試験シリーズ分はハードディスク上に保管できる容量を持たせることを計画した。長い試験では1月程度行うことがあり、静的試験をカデータ収集と圧力データ収集を行った場合、約10GB程度使用することを見積った。動的試験を行う場合を考慮するとさらに10倍の100GBの要望はあったが導入経費の制限から、28GB用意するに止まった。長期のデータ保管のために従来のMTに代って記録の保存性及び今後の装置の互換性がよいと思われるCD-ROMに記録することにした。また試験依頼者にデータを渡すためのものとして、FDDとMO装置を用意した。

（６）風洞試験用ユーティリティソフト

風洞試験を行う場合、準備のために行うべきことがかなりあり、この時にコンピュータを利用すること考慮した。天秤、圧力変換器等の励起電圧の調整、増幅器の機能設定、増幅器の較正、そのための較正機構の機能設定、模型の圧

力測定のための圧力孔の詰まり、洩れ検査機能、天秤取り付け状態の検査機能、天秤を風洞に取り付けた状態で簡易較正を行う機能などである。これらの機能のソフトウェアを一通り用意することにした。

(7) ネットワークの利用

風洞試験のデータ収集処理に係る装置をローカルエリアネットワークで結合し、互いに関連する機能を有効に動作させるよう心掛けた。関係する場所は測定部（ポータブルX端末）、測定部に隣接したシュリーレン暗室（高速圧力測定装置、それを制御するVXIおよびEWS、信号増幅器等）、計測室（AD変換器、制御用EWS、データ収集用EWS、データ処理用EWS等）、天秤較正室（天秤較正装置）である。

(8) 光学観測データのコンピュータ取り扱い

従来光学観測の写真データは光学式フィルムに記録されていたが、デジタルスティールカメラで記録し、コンピュータで保存管理出来るようにした。解析処理については今後の課題とする。

(9) 既設設備のシステム組み込み

計測信号系の改修工事を平成5年に実施し、信号伝送系の改修及び計測前置装置の改修、高速圧力測定装置の増設等を行った。前述のとおり、これらの機器を今回の更新のEWSから制御しながらデータ収集、処理出来るようLANを使い結合し統合動作させることが可能になった。

4. ハードウェア構成

本風洞の計測システム全体の構成を図1に、今回のデータ処理設備更新に関連する機器の構成を図2に示す。計測システムを大別すると次のように分けることが出来る。A. センサ部、B. 計測前置装置部、C. データ収集部、D. データ処理部である。センサー部にはセンサを較正する装置類も含めるものとする。以下に各部の構成概要を記す。図2、図3参照

4. 1 センサ部

(1) センサ

主な天秤と圧力変換器を以下に示す

1) カセンサ

a) 内挿式力検出型6分力天秤

2インチ 3体

1.5インチ 5体

1.25インチ 1体

b) 内挿式E-XIT検出型6分力天秤

52mmφ 2体

50mmφ 2体

38mmφ 2体

30mmφ 1体

c) 半模型用（外装）6分力天秤

カート床下取付型 1体

2) 圧力センサ

a) ひずみゲージ型SV内蔵用 多数

b) 水晶発振子型（風洞気流測定） 2台

c) 同上（底面圧力測定用） 2台

d) ESPシステム用 6台

(32ポート15PSI)

(2) センサ較正装置

- 1) 天秤校正装置 (入力:208点、出力:80点以上)
 - a) 錘式単独成分荷重型 1台
 - 6分力校正装置
 - b) 複合荷重型6分力 1台
 - 自動校正装置
 - 2) 圧力変換器校正装置
 - a) ESPシステム組込み型 1式
 - b) 単独校正圧力発生器 1台
 - 4. 2 計測前置装置部
 - (1) 高精度信号増幅器 16台
 - (2) 高帯域信号増幅器 32台
 - (3) 校正電圧発生器 1式
 - (直流発生器、交流発生器)
 - (4) 校正信号切替器 1式
 - (5) 高速圧力分布測定装置 1式
 - (32ポートESP6台)
 - (6) 計測前置装置制御用 1式
 - (VXIサブシステム)
 - (7) 非定常空気力測定装置 1式
 - (2MHzADC48ch)
 - 4. 3 データ収集処理部
 - (1) データ収集部
 - 1) VXI機器
 - a) AD変換器 1式
 - (64ch、100kHz)
 - b) ADC内臓ゲインフィルタ 1式
 - (32ch)
 - c) DA変換器 1式
 - (8ch電圧出力)
 - d) DIOインタフェース 1式
 - 4) X Window 端末 1台
 - (17", 1280x1024)
 - 5) ポータブルX端末機能PC 1台
 - (100Mhz、800x600)
 - (2) データ処理部
 - 1) データ処理コンピュータ
 - a) EWS 1台
- 2) 高精度アナログ入力部
 - a) マルチプレクサ 1式
 - (10入力1出力10組)
 - b) 積分型ADC 8台
 - (DVM:0.1 μ V、7.1/2桁)
 - c) 受動型フィルタ 1式
 - (0.75、1.5Hz、pass、40ch)
 - d) 熱電対用基準冷接点 1式
 - (CC20ch)
- 3) データ収集コンピュータ
 - a) EWS 1台
 - (SPECfp92:269, MEM:64MB, HD:2GB)
 - b) ハードディスク(4GB内蔵) 1台
 - c) EWS端末 1台
 - (2Dカラーグラフィック, 20", 1280x1024)
 - d) CD-ROMライター/リダ 1台
 - e) MOディスクドライブ 1台
 - f) DDSテープドライブ 1台
 - g) FDドライブ 1台
 - h) LANインターフェース 1式

(SPECf092:269, MEM:128MB)

- b) ハードディスク 1 式
(4GB 内蔵+4Gb x 6=28GB)
- c) EWS 端末 1 台
(3Dグラフィックス, 1280x1024, 20")
- d) CD-ROMライタ/リダ 1 台
- e) MOディスクドライブ 1 台
- f) DDSテープドライブ 1 台
- g) FDDドライブ 1 台
- h) LANインターフェース 1 式
- 2) Xwindow端末 1 台
(19", 1280x1024)
- 3) X端末機能PC 1 台
(133Mhz, MEM:48MB, HD:2.3GB)
- 4) 光学観測用デジタルカメラ 1 台
(3CCD, 1528x1146)
- 5) モノクロレーザプリンタ 1 台
- a) 解像度: 基本:600x600,
スキャン後:2400dpi
- b) 言語: 日本語ポストスクリプト
/レベル2
- c) 用紙: B5~A3 対応
- d) 印字: 両面印字、速度: 20PPM/A4
- e) インターフェース: Ethernet,
パラレル, シリアル
- f) ネットワーク対応: TCP/IP、Windows,
Machintosh 対応
- 6) カラーレーザプリンタ 1 台
- a) 解像度: 基本:600x600
- b) 言語: 日本語ポストスクリプト/レベル2
HP-GL、PCL5

c) 用紙: B5~A4 対応

d) 印字: 速度: 4.7PPM/A4 (カラー)
14PPM/A4 (モノクロ)e) インターフェース: Ethernet,
パラレル, シリアルf) ネットワーク対応: TCP/IP、Windows,
Machintosh 対応

5. ソフトウェア構成

5. 1 基本ソフトウェア

VXI制御コンピュータ、収集部コンピュータ、処理部コンピュータに下記のシステムソフトウェアを備えている。

- (1) OS: UNIX (HP-UX 9.07)
- (2) システム管理ソフト: SAM9.0
- (3) GUI: HP-VUE 3.0
- (4) ネットワークファイル環境: NFS
- (5) 統合ソフトウェア開発環境:
SoftBenc 5.0
- (6) プログラミング言語: Fortran,
C, HP-VEE 3.0
- (7) エディタ: Vi, VUE-PAD,
日本語FEP環境
- (8) GUI開発環境ユーティリティ:
UIM/X 2.9 (処理部コンピュータのみ)
- (9) 科学技術計算ライブラリ:
IMSL 3.0 (VXI制御コンピュータを除く)
- (10) グラフィックソフト:
PHIGS 3.0
- (11) データ可視化ソフトウェア:
PV-Wave 6.0 (処理部コンピュータのみ)
- (12) 表計算ソフト: MS-Excel

(処理部コンピュータのみ)

5. 2 アプリケーションソフトウェア

以下に示すソフトウェアを備えている。構成の概略を図4に示す。

- (1) データ収集部
 - 1) データ収集プログラム：
(標準的1次処理機能付き)
 - 2) リアルタイムモニタプログラム
 - 3) 収集、解析条件の設定、
編集プログラム
 - 4) データ転送、保管プログラム
 - 5) 計測器調整プログラム
 - 6) 天秤のショートキャリブレーション
プログラム
 - 7) 圧力孔検査機能プログラム
 - 8) 天秤取付検査機能プログラム

- (2) データ処理部
 - 1) 2次処理プログラム
 - 2) データ保管プログラム
- (3) 既存保管データ移転プログラム

6. おわりに

今後の作業として下記の項目について実施する予定である。

- (1) 性能、機能確認作業
- (2) 標準的な収集処理で対応出来ない
ソフトの開発

以上

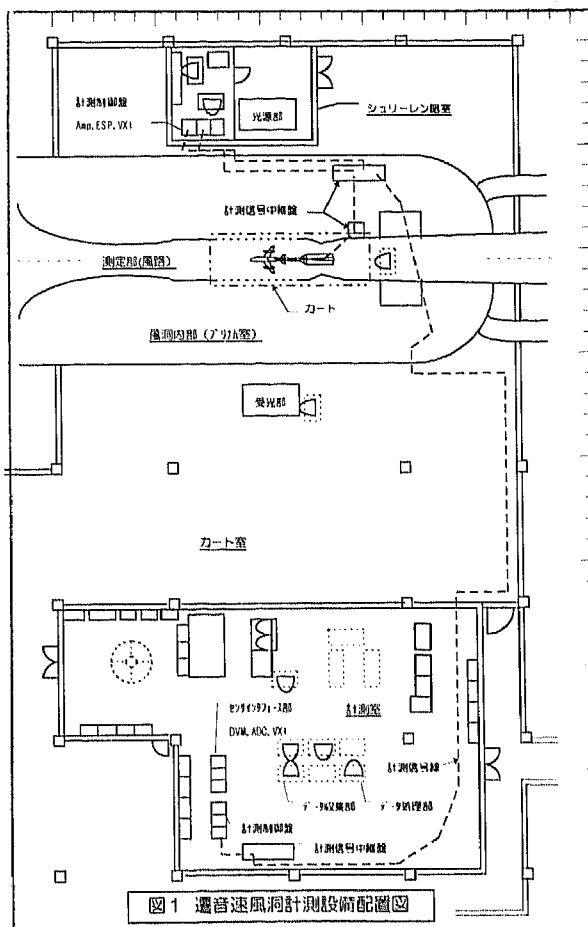


図1 遷音速風洞計測設備配置図

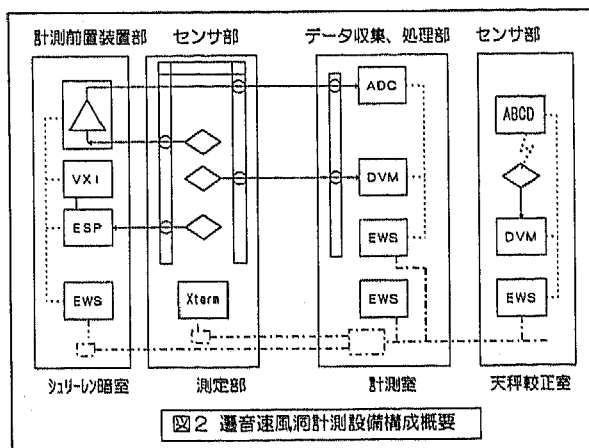


図2 遷音速風洞計測設備構成概要

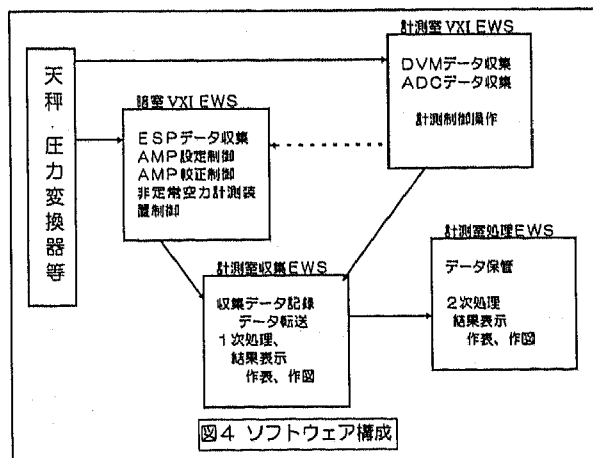


図4 ソフトウェア構成

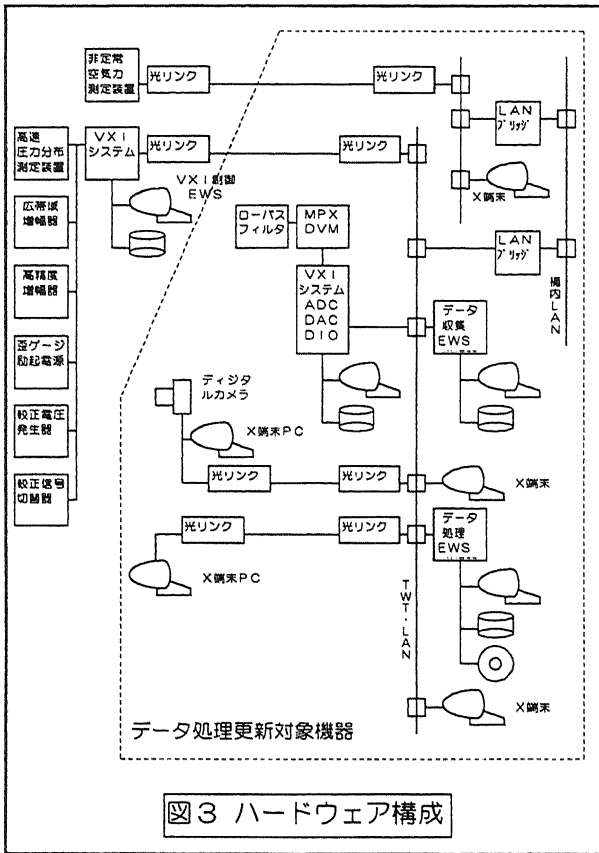
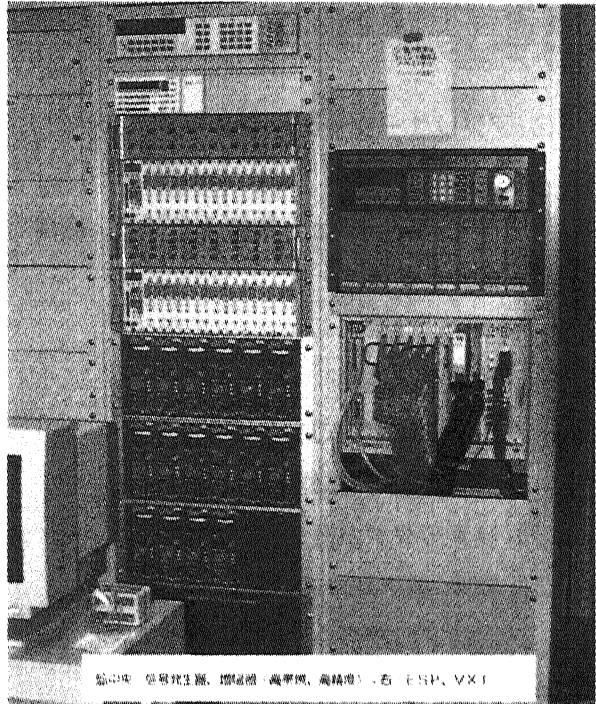
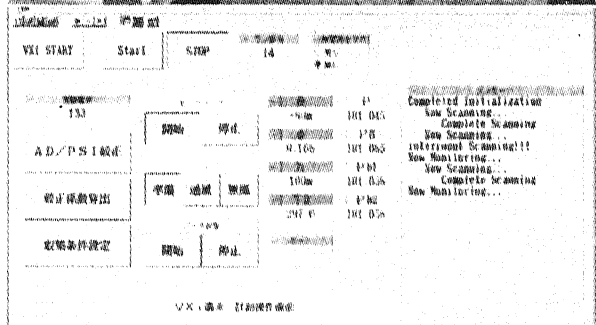


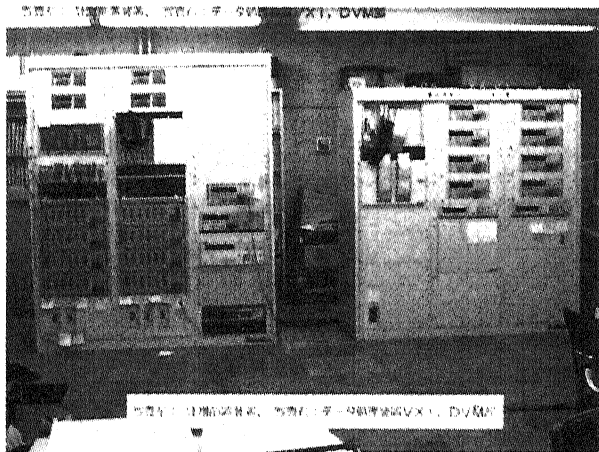
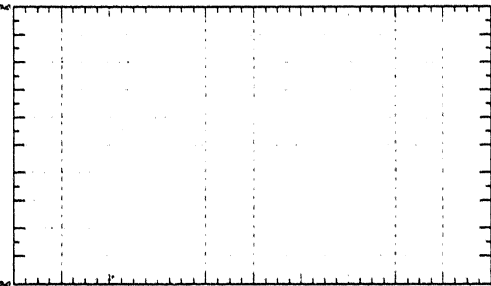
図3 ハードウェア構成



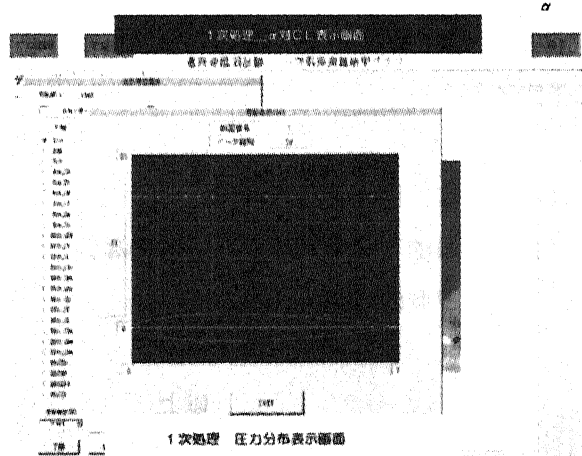
航空宇宙技術研究所 増設機 高帯域増幅器・右 圧力ゲージ・VXI



Run No. 12346 | 存在しません | 存在しません | 存在しません
CR



増設機・増設機増幅器、増設機・データ収録機VXI、DVM



1次処理 圧力分布表示画面