

JAXA6.5m×5.5m 低速風洞のデータ処理設備更新と確認風洞試験

青木 良尚, 星野 秀雄(JAXA), 伊藤 亮(ISE), 室田 勝一, 伊藤 健(JAXA)

Renewal of the Data Processing Equipment of the JAXA6.5- by 5.5- m Low Speed Wind Tunnel and the Preliminary Wind Tunnel Testing

Aoki yoshihisa, Hoshino hideo(JAXA), Ito ryo(ISE), Murota katsuichi, Ito takeshi(JAXA)

Abstract

The new data processing equipment of the JAXA 6.5- by 5.5- m Low Speed Wind Tunnel has been in operation since March 2005. This paper presents an outline of the new equipment and shows the result of the preliminary wind tunnel testing.

1. はじめに

JAXA6.5m×5.5m 低速風洞は、国内最大級の測定部を持つ回流式風洞であり、建設以来日本で開発されたほとんどの航空機の空力特性取得のために利用されてきた。これまで使用されてきたデータ処理設備はHPのVXIシステムベースのものであったが、一部のPCに使用されているOSのサポート期限が切れた、ファイルシステムが古く、対応する小容量ハードディスクの入手が難しいなど、新しいデータ処理設備に更新する必要性が高くなったため、リース期間の終了に伴い2005年2月にNI社のPXIシステムベースのデータ処理設備に更新を行った。次章より、新しく導入されたデータ処理設備と、確認風洞試験結果の概要について述べる。

2. 新データ処理設備の概要

2.1 システムの概要

これまでにデータ処理設備を使用してきた経験やユーザからの要望を反映して、基本的なシステムの構築指針は以下の内容とした。

(1) 既設システムの資源(計測器を含めたハード/ソフト)が有効に利用出来且つ本設備と容易に整合がとれる。

(2) 操作性の良いマンマシンインタフェースを

提供し、風洞試験の計測操作とデータ処理手順が円滑に行える(その都度マニュアルを見なくとも使える)システム。

(3) データ処理設備の電源投入切断が一ヶ所から一括操作で可能(電源投入切断操作の煩雑さ回避)。

(4) 風洞パラメータ(気流温度、圧力、風速、模型姿勢角、テスト番号等)や天秤、圧力データの情報が風洞測定部に於いても簡単な操作で得られる環境を提供。

以上の構築指針に沿って新しく追加された機能は以下の通りである。

(1) データ監視・オンラインクイックルック機能

天秤のオーバーロード時に警告を与えたり、計測データを表示し、過去のデータとの重ねがきを行う。また、モーメント基準点を変換した現在の6分計測出力データをリアルタイム表示し、トリム試験にも対応した。

(2) タッチパネル

計測室以外の場所での風洞パラメータ、天秤出力電圧値を確認することが出来る。

(3) 風洞パラメータスーパーインポーズ機能

監視カメラ録画映像に撮影時の風洞パラメー

データを記録する事が出来る。

(4) ESPによる圧力計測

スキャニバルブを使用した圧力計測に加えて、データ生産性の高いESPシステムを導入した。

(5) 圧力配管漏れチェック用プログラム

圧力配管漏れチェックの為に圧力計測値を現場で確認できる。

(6) 風洞試験プログラムリモート通信機能

TCP/IP 接続によって風洞試験プログラムを遠隔操作できる。コマンドについては、付録Aに示す。

(7) 風袋補正係数算出法を追加

これまでと比較して小数の模型姿勢角計測点数による風袋補正係数算出に対応した風袋補正係数算出法を追加した。

(8) 生データファイル形式を追加

計測の不確かさ算出に使用する為、計測値の標準偏差を記録するタイプや、過渡応答の確認などの為、計測値に平均処理をしないタイプを追加した。但し、平均処理をしない場合の計測可能点数についてはAD変換ボードのバッファの関係から、各ボード毎に計測チャンネル1Ch当り4バイト/点、合計65536バイトの制限がある。

次節から、データ処理設備のハードウェア構成とソフトウェア構成について述べる。

2. 2 データ処理設備のハードウェア構成

ハードウェアは各種機能別に構築している。図1にデータ処理設備構成を示す。

以下ハードウェアの役割の概要について記す。

<風洞パラメータ&試験情報サブシステム>

風洞パラメータ(気流温度、圧力:動圧/静圧、模型姿勢角:迎角、横滑り角、スティングポット高さ及び横位置)を取り込み(デジタル量)、オフセット処理などを行った後、3系統に出力(BCD分配機能)する。現在、送風機制御盤とESPシステム(電子式多点圧力スキャナ)にそれぞれ

1系統使用し、のこりの1系統は予備としている。又、外部ユーザシステムに風洞パラメータの提供を目的としてD/A変換してアナログ出力(風速含め8チャンネル分)しており1階計測室より取り込み可能となっている(BNCコネクタ)。その他に8チャンネル分の圧力データ(アナログ量)を取り込めるようになっている。これらは、シーケンサーと関連インタフェース(DC入力ユニット、A/D変換ユニット、D/A変換ユニット)で収集及び処理を行い、ネットワーク上にフリーランで出力している。

<圧力分布データ収集サブシステム>

圧力試験に於いて、スキャニバルブをGPIBインターフェースによりコントロールしながら圧力データを取り込むもので、NI社のPXIシステムで構成している。A/D変換器は差動型、32チャンネル入力で速さは100KS/秒となっている。又、分解能は16bitである。

<天秤データ収集サブシステム>

力試験に於いて、ピラミッド天秤、内挿天秤、ヒンジ天秤などのデータを取り込むもので、NI社のPXIシステムで構成している。A/D変換器は差動型、64チャンネル入力で速さは100KS/秒となっている。又、分解能は16bitである。

<計測操作用PC>

風洞試験の指令塔の役目を持ち、力、圧力データの収集やプリテスト(アンプゲイン校正、ウエイトテア補正係数算出、天秤校正、天秤ショートキヤル処理、配管漏れチェック)などを一括して行えるようになっている。又、ESPとの通信(LAN)によりESPシステムのデータが取り込めるようになっている。外部通信モードでは、他のユーザPCからTCP/IP接続する事によって、LANを経由したコマンド操作により計測操作を行うことが可能である。

<データ管理用PC>

計測操作用PCで取り込んだ風試データやデータ処理結果ファイル、収集条件テーブル、処理条件テーブル等、試験に関連する全てのデータやファイル、グラフ等の保管管理を目的としている。過去のデータが迅速に参照出来且つオンラインクイックルックに過去のデータの重ね書きが出来るようハードディスク容量を大きくしている(480GB)。

<オンラインクイックモニタ用PC>

データ収集時に於ける力及び圧力データのクイックルック表示を行うもので、電圧値、物理量、空力係数、圧力係数等が表示出来るようになっている。又、力データのアニメーション表示(風速、電圧値、物理量、空力係数など)が可能となっている。その他に天秤のオーバーロードを監視する為の天秤レンジ上下限表示や励起電圧変動を監視出来るようになっている。

<風洞パラメータ&試験情報編集用PC>

風洞パラメータ&試験情報サブシステムよりネットワーク上にフリーランで出力されている風洞パラメータを50msのタイミングで取り込みマルチキャスティングを行っている。又、カート上に設置してある監視カメラ(上面/側面)の映像信号を取り込み風洞パラメータ情報をスーパーインポーズし映像信号として出力出来るようになっている。その他にシステムの自動立ち上げとシャットダウンがこのPCから出来るようにしている。但し、計測操作用PC、データ管理用PC、オンラインクイックモニタ用PCのみ可能としている(風洞パラメータ&試験情報サブシステムは常時電源オン状態)。

<タッチパネル>

風洞パラメータや試験情報(テスト番号、ラン番号、ケース番号、データ収集状態等)の表示や

画面からのデジタルデータの入力機能がある(このデジタルデータは収集生データファイルに格納される)。又、天秤データ(電圧値、物理量)、圧力データ(電圧値)、傾斜計データ(電圧値、角度)などが表示可能となっている。2階計測室に2台、1階計測室1台及びカート室1台、カート踊り場に1台の計5台設置している。タッチパネルは、WINDOWS XP(Embedded)搭載のクロック400MHz、メモリ256MBの性能を有している。

<遠隔操作用PC>

風洞測定部に於いて、天秤校正や天秤ショートキヤルあるいはスキャニバルブをコントロールして配管漏れチェック等に使用する場合やユーザに貸し出して持込システムと同期して1階計測室でデータ収集を行う場合等に使用する事を目的とし、移動容易なノートPCとしている。使用環境としては、無線LAN/有線LANで使用出来るようになっている。又、計測操作用PCと全く同じ操作が出来るようになっているので、計測操作用PCのバックアップ用としても利用可能となっている。

<ネットワーク機能>

データ処理設備は、既設システムを含めハブ(100Base-T/1000Base-TX, 10Base-T/100Base-TX)経由で接続され、各システム相互間のプログラムやデータファイル等の参照やカラープリンターのアクセスが出来るようになっている。又、カート室に無線LANアダプタを取り付け、無線LANにも対応可能となっている。

2.3 データ処理設備のプログラム構成

図2にプログラム構成を示す。プログラムは大きく分けて8個のモジュールから構成されている。

<試験管理プログラム>

このプログラムは各種プログラムの一管理機能を有しており、風洞試験プログラム（力、圧力データの収集）やプリテストプログラム（アンプゲイン校正、天秤風袋補正係数算出、天秤校正、天秤ショートキヤル、配管漏れチェック）の起動が出来るようになってきている。計測操作用PCが立ち上がると自動的にこのプログラムが起動するようになってきている。

<風洞試験プログラム>

力、圧力及び力/圧力同時データ収集が行えるプログラムである。力としては、ピラミッド天秤（励起含む）、内挿天秤（励起含む）、ヒンジ天秤（励起含む）データなど最大64チャンネル、圧力はスキャニバルブデータ（最大432点）が収集可能となっている。又、ESPシステムと通信（LAN）により圧力データ収集が可能となっており、1PSIレンジデータが128点、2.5PSIレンジデータが64点収集出来るようになってきている。データ収集は、力単体、圧力（スキャニバルブ）単体、圧力（ESP）単体、力/圧力（スキャニバルブ）、力/圧力（ESP）、力/圧力（スキャニバルブ、ESP）等の組み合わせが選択出来るようになってきている。収集データファイルは3種類（A、B、Cタイプ）作成可能となっている。Aタイプは従来のフォーマット、Bタイプは出力並びを見易くし平均の標準偏差値も出力している。CタイプはBタイプと出力並びが同じで平均しない時系列データを出力している。これら3種類のデータファイルは任意に選択の組み合わせが出来るようになってきている。収集データファイルは全てデータ管理用PCに格納されるようになってきている。

<力データ収集プログラム>

試験管理プログラムのメニュー画面で力試験が選択されるとこのプログラムが起動し操作指令待ち状態となる。力収集プログラムは天秤データ収集サブシステムの電源がオンになると自動立ち上げされ、風洞試験プログラムからのメニュー

一選択待ち状態となっている。収集画面上では、収集データのファイルタイプ表示や初期及び終了データのプリントオンオフ鈕、収集条件設定やデジタルデータ（タッチパネルからのデジタルデータ入力と同じ機能）が入力出来るなど操作性を重視した画面となっている（収集条件は風洞試験メニュー画面上でも可能）。

<圧力データ収集プログラム>

試験管理プログラムのメニュー画面で力試験が選択されるとこのプログラムが起動し操作指令待ち状態となる。圧力収集プログラムは圧力分布データ収集サブシステムの電源がオンになると自動立ち上げされ、風洞試験プログラムからのメニュー選択待ち状態となっている。収集画面上では、収集データのファイルタイプ表示や初期及び収集条件設定やデジタルデータ（タッチパネルからのデジタルデータ入力と同じ機能）が入力出来るなど操作性を重視した画面となっている（収集条件は風洞試験メニュー画面上でも可能）。又、スキャニバルブの誤動作を監視する滑りチェックや取り込みデータの動圧値（ポート1）のチェック等が出来るようになっており、これらの機能は画面上よりオンオフ選択が可能となっている。ESPシステムと接続した場合は、ゼロ校正やスパン校正等が可能となっている。

<プリテストプログラム>

プリテストプログラムは天秤校正、天秤ショートキヤル、天秤風袋補正、アンプゲイン校正、圧力配管漏れチェックプログラムから構成されており、これらの起動操作は計測操作用PC及び遠隔操作用PCから行えるようになってきている。

天秤校正はピラミッド天秤、内挿天秤、ヒンジ天秤の選択ができ感度係数や相互干渉係数が算出可能になっている（ヒンジ天秤については感度係数のみ）。感度係数の次数はピラミッド、ヒンジ天秤が1次で内挿天秤は2次まで算出出来るようになってきている。その他に結果データやグ

ラフの作成、重ね書きやデータの間引きなどの釦があり、任意に選択が出来るようになっている。処理するデータファイルは天秤校正画面上より容易に選択出来るようになっている（このデータファイルはカデータ収集プログラムで取り込んだ生データ）。

天秤ショートキヤルはピラミッド天秤、内挿天秤、ヒンジ天秤の選択ができ、校正値（読値）やフルレンジに対する誤差の割合（%）や標準偏差等の処理結果が出るようになっている。アンプゲインやオフセット処理、結果データ作成、グラフ作成、重ね書きなどの釦が有り任意に選択出来るようになっている。処理するデータは天秤校正と同じく画面上より容易に選択出来るようになっている（このデータファイルはカデータ収集プログラムで取り込んだ生データ）。

アンプゲイン校正はG P - I Bインタフェース経由で既設電圧発生器をコントロールして校正電圧を発生し既設の入力切換器を校正側に切換えアンプに入力し、その出力を天秤データサブシステムで取り込み、このデータからアンプゲイン（倍率）の算出を行っている。この一連の処理は自動的に可能となっている。校正電圧は±4, 6, 8 mV の6点で重みを付けることにより任意に値が換えられるようになっている（校正画面上より設定可能）。校正パターンとしては他にプログラムよりアンプ内蔵の校正電圧を発生して校正する方法が可能となっているが、現状はアンプのバランスがうまくとれない、チャンネルの発生やゲインの標準偏差が大きい（校正電圧値は外付け電圧値の方が高精度）などのため、最初のパターンで行っている。データ収集時のサンプルインターバル、平均回数、A/Dレンジ、A/Dのチャンネル設定、天秤の選択（ピラミッド、内挿、ヒンジ）などが画面上より容易に設定出来るようになっている。

天秤風袋補正は、ピラミッド、内挿、ヒンジ天秤の補正係数を算出するもので、従来から行っている幾何学的方法に新しく多項式近似方法を追

加した。多項式近似の係数はピラミッド、内挿天秤は3次の次数まで可能でヒンジ天秤は2次の次数まで算出可能となっている。処理する天秤の種類、手法、アンプゲイン補正、結果データの作成、グラフ作成、データの間引き等が画面上の釦より容易に選択可能となっている。処理するデータは天秤校正と同じく画面上より容易に選択出来るようになっている（このデータファイルはカデータ収集プログラムで取り込んだ生データ）。

圧力配管漏れチェックは圧力試験に於いて、圧力配管の漏れをカート測定部にてチェックすることを基本としており、遠隔操作作用PCで操作を行う。スキャニバルブをコントロール（ホーミング、ステッピング）し圧力センサーの出力をPCの画面上にバーグラフで表示する。画面上には選択されたポート番号（赤色に変えて）や出力値の単位（電圧値/物理量の切換可能）が表示される。又、表示するスキャニバルブのチャンネル番号が選択出来るなど操作性を重視した画面となっている。

データ監視プログラムは試験管理プログラムとは独立して起動出来るようになっており、天秤（ピラミッド、内挿）のレンジオーバーロードや天秤励起電圧の変動などを監視出来るようになっている。操作はオンラインクイックルックモニター用PCで行うようになっている。オンラインクイックルックプログラムは、収集した天秤データ（ピラミッド、内挿、ヒンジ）や圧力データを加工（物理量、空力係数、圧力係数などに）表示し、収集データ良否の判断が行えるようになっている。又、空力係数については過去のデータとの重ね書きが容易に可能となっているので、データ再現性などの確認が行える。その他の機能として、画面上よりX座標の変更（迎角、横滑り角、風速、動圧、スティングポット高さ、回転数）、表示種類（電圧値、物理量、風軸係数、機体軸係数、安定軸係数）、グラフ線種（シンボル、線）の選択や画面の印刷や保存（ビットマップファイル）等が釦により簡単に出来るようになっている。天秤

からの力データに臨場感（視覚）を持たせる目的として6分力データのアニメーション表示も行えるようになってきている。アニメーションの6分力データはシーケンサーよりフリーランで収集しているデータを使用している。操作はデータ監視プログラムと同じオンラインクイックルックモニタ用PCで行うようになってきている。

風洞パラメータ&試験情報編集プログラムは、風洞パラメータ（気流温度、静圧、動圧、模型姿勢角、スティングポット高さ、横位置など）を取り込み、処理などを施してデジタル値として3系統に出力（BCD分配機能）したりD/A変換をしてアナログ値として出力及びLANに出力する機能（シーケンサーで処理）を有している。又、シーケンサーから出力された風洞パラメータを50ms周期でマルチキャスト（配信）したり模型監視カメラからのビデオ信号に風洞パラメータのスーパーインポーズやシステムの自動立ち上げ/シャットダウン機能（風洞パラメータ&試験情報編集用PCで処理）及び風洞測定室などに風洞パラメータや天秤出力（電圧値、アナログ量）、圧力センサー出力（電圧値）及び傾斜計出力（電圧値、角度）や試験情報（テスト番号、ラン番号、ケース番号、収集状態）等が容易にタッチパネルからの操作で得られる等の機能を有している。又、タッチパネルからは試験条件などをデジタル値として入力出来る等操作性を考慮した機能としている。シーケンサーからD/A変換した風洞パラメータのアナログ値（気流温度、静圧、動圧、風速、 α 、 β ）は風洞試験ユーザシステムへの提供を目的としたものである。

3. データ取得設備確認風洞試験

3.1 データ取得設備確認風洞試験の概要

データ取得設備更新によって取得データに異常がないことを確認するために、データ取得設備確認風洞試験を行った。供試体はONERA M5 2.5倍相似模型を使用し、支持装置は前後2本ストラット支持装置を使用、6分力の計測は風洞付帯の

ピラミッド天秤によって行い、風速50m/sの条件で2002年にピラミッド天秤で取得したデータと比較した。また、再現性の評価の指標として、計測値のバラつきと天秤計測の不確かさから95%包括度不確かさの評価を試行した。

3.2 不確かさの推定

3.2.1 2005年試験データの不確かさの推定

2005年試験データに関しては、今回のデータ処理設備更新によって新たに天秤出力などの電圧計測値の平均値に加えて、その標準偏差を出力する生データファイル形式であるタイプCが加わったので、これを用いて不確かさの推定を行った。考慮した誤差要因を以下に示す。

[正確度]

- ・風洞一様流静圧、一様流動圧圧力センサのカタログ誤差
- ・天秤カタログ誤差
- ・模型姿勢角計測センサのカタログ誤差
- ・モーメント基準点の誤差
- ・初期データと終了データ天秤電圧計測値の差

[精密度]

- ・風袋補正フィッティング誤差
- ・アンプゲインのバラつき
- ・励起電圧計測値の標準偏差
- ・風洞一様流パラメータ計測値の標準偏差
- ・天秤電圧計測値の標準偏差
- ・模型姿勢角計測値の標準偏差

現在、試行中であるので具体的な値については明示しない事とするが、上記の誤差要因から、6分力空力係数の不確かさを推定した。今回は同一風洞間・同一支持方法・同一模型での再現性の比較に用いる為、風洞測定部断面の動圧のバラつきなど、異なる風洞間で作用する計測の誤差要因については考慮しなかった。

3. 2. 2 2002 年試験データの不確かさの推定

2002 年の試験データに関しては、2005 年とほぼ風洞や計測の状態が変わっていないと仮定し、2005 年計測データから得られた 6 分力空力係数の不確かさの平均を使用した。

3. 3 データ取得設備確認風洞試験結果

図 3 に、ピッチランにおける縦 3 分力計測結果を各迎角における空力係数の平均を基準とした空力係数として示す。どの迎角においても揚力係数、抗力係数、ピッチングモーメント係数のいずれも 95% 包括度不確かさの範囲に入っていることが確認できた。

図 4 に、ヨーランにおける横 3 分力計測結果を各横滑り角における空力係数の平均を基準とした空力係数として示す。横滑り角 -5° の横力係数が 95% 包括度不確かさ範囲を超えているが、それ以外については、横力係数、ヨーイングモーメント係数、ローリングモーメント係数は 95% 包括度不確かさの範囲に入っていることが確認できた。横滑り角 -5° の横力係数が 95% 包括度不確かさ範囲に入らなかった原因については、6 分力全 96 点の中の 1 点であるので、出現率は 1.0% であり正しいものを誤っていると判断（第 1 種の過誤）してしまった可能性と、考慮していない誤差要因の影響によるものが考えられる。

以上より、データ取得設備確認風洞試験結果は横滑り角 -5° における横力係数のみ 95% 包括度不確かさ範囲を超えたが、全体の 99% の空力係数は 95% 包括度不確かさ範囲内に入ったので、データ取得設備の確認結果は妥当と判断した。計測の不確かさ解析については今回は試行であったが、本格的な計測の不確かさ解析法の検討は今後の課題とする。

4. まとめ

2005 年 2 月に更新された JAXA6.5m \times 5.5m 低速風洞データ処理設備の概要と、確認風洞試験結果について述べた。確認風洞試験結果については 95% 以上の確率で、95% 包括度不確かさ範囲内に再現性データが入ったので、確認試験結果は妥当であると判断した。本格的な計測の不確かさ解析法の検討は今後の課題とする。

参考文献

1. 太陽計測株式会社, 「6.5m \times 5.5m 低速風洞データ処理設備の設計製作 完成図書」, 2005
2. 太陽計測株式会社, 「6.5m \times 5.5m 低速風洞データ処理設備の設計製作 取扱説明書」, 2005
3. 星野, 「6.5m \times 5.5m 低速風洞データ処理設備更新の概要について」, LMR05-004R0, 2005
4. 太陽計測株式会社, 「低速風洞データ処理設備データ取得装置外部通信機能拡張作業 完成図書」, 2005
5. 三菱スペース・ソフトウェア, 「6.5 m \times 5.5 m 低速風洞高速圧力分布測定装置用ソフトウェアの設計・製作 取扱説明書」, 2005
6. 株式会社シルク・ラボラトリ, 「大型低速風洞データ処理プログラム機能追加作成 仕様書・設計書」, 2002 年
7. アメリカ機械学会編 日本機械学会訳, 「アメリカ国家規格 計測の不確かさ」, 丸善, 1987
8. AIAA, 「Assessment of Experimental Uncertainty with Application to Wind Tunnel Testing」, AIAA S071A-1999, 1999
9. 永井 他 4 名, 「超音速風洞における空力係数の不確かさ」, 日本航空宇宙学会論文集, 54(2006), pp. 485-491
10. 永井 他 5 名, 「気流の質による不確かさの同定」, 日本航空宇宙学会論文集, 55(2007), pp. 554-560

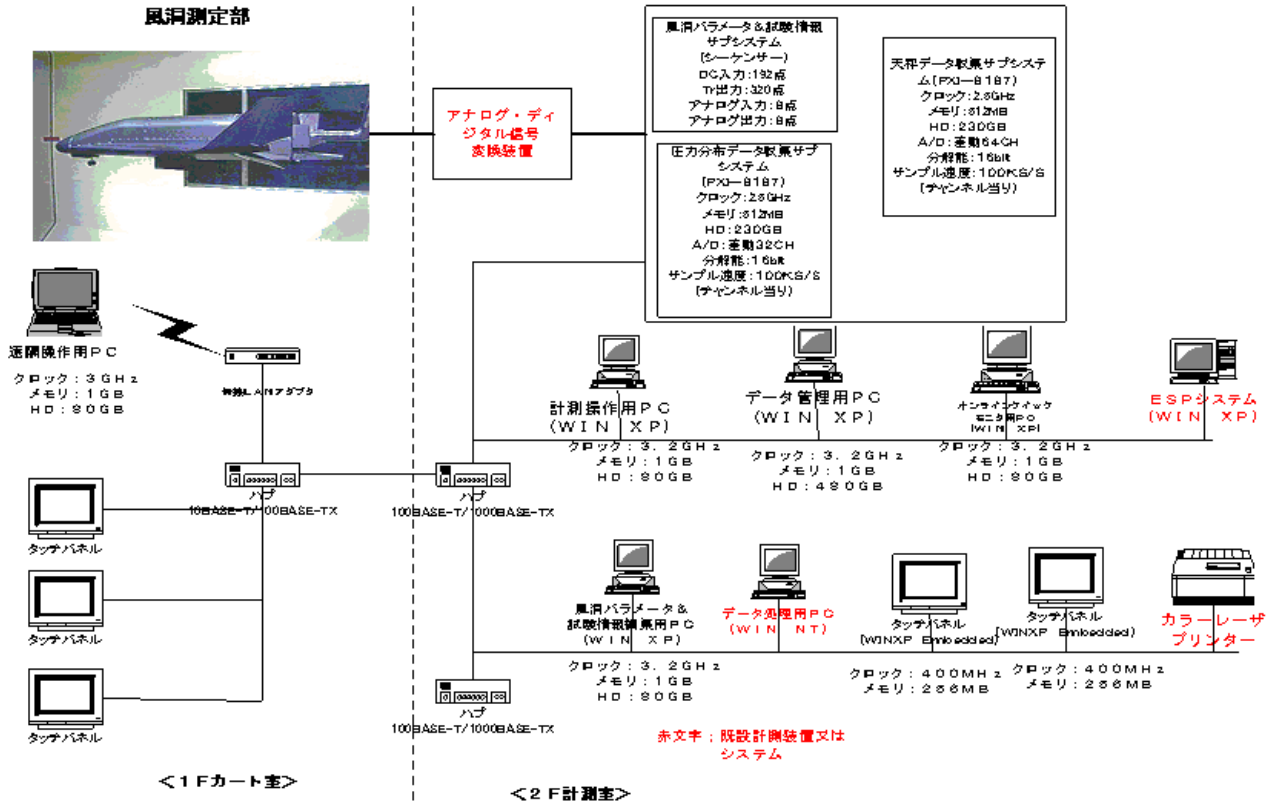


図1 JAXA6.5m×5.5m 低速風洞データ処理設備構成

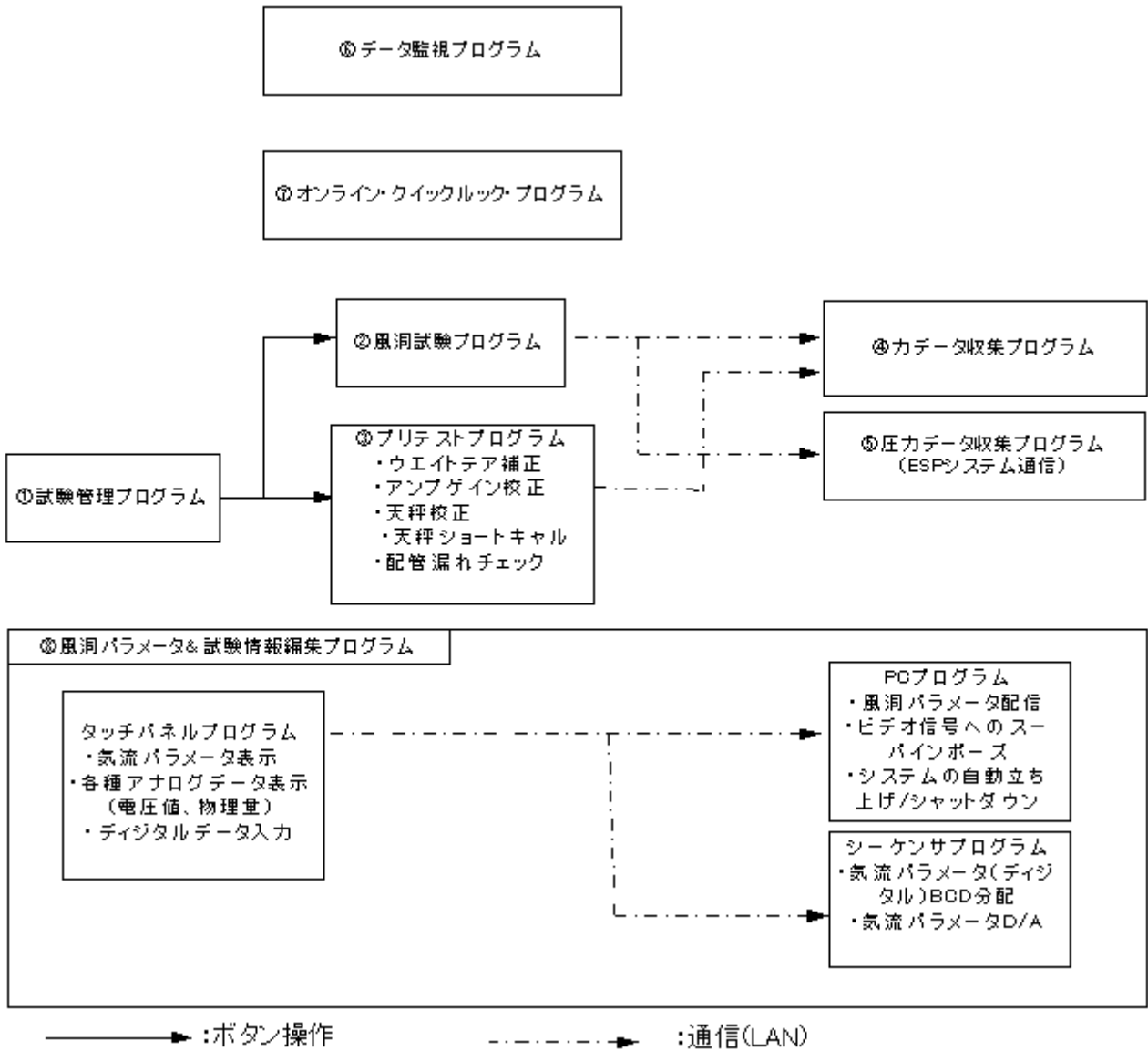


図 2 6.5m×5.5m 低速風洞データ処理設備プログラム構成

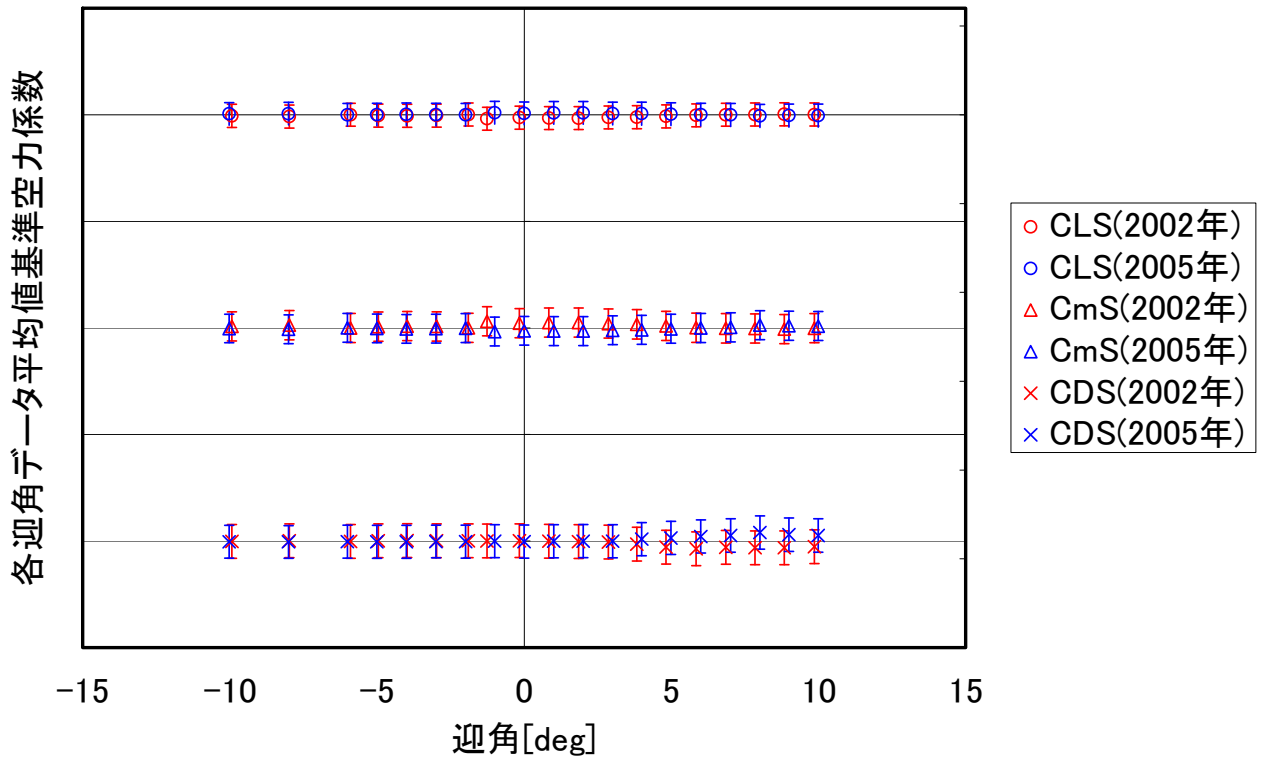


図3 データ処理設備確認風洞試験縦3分力計測結果

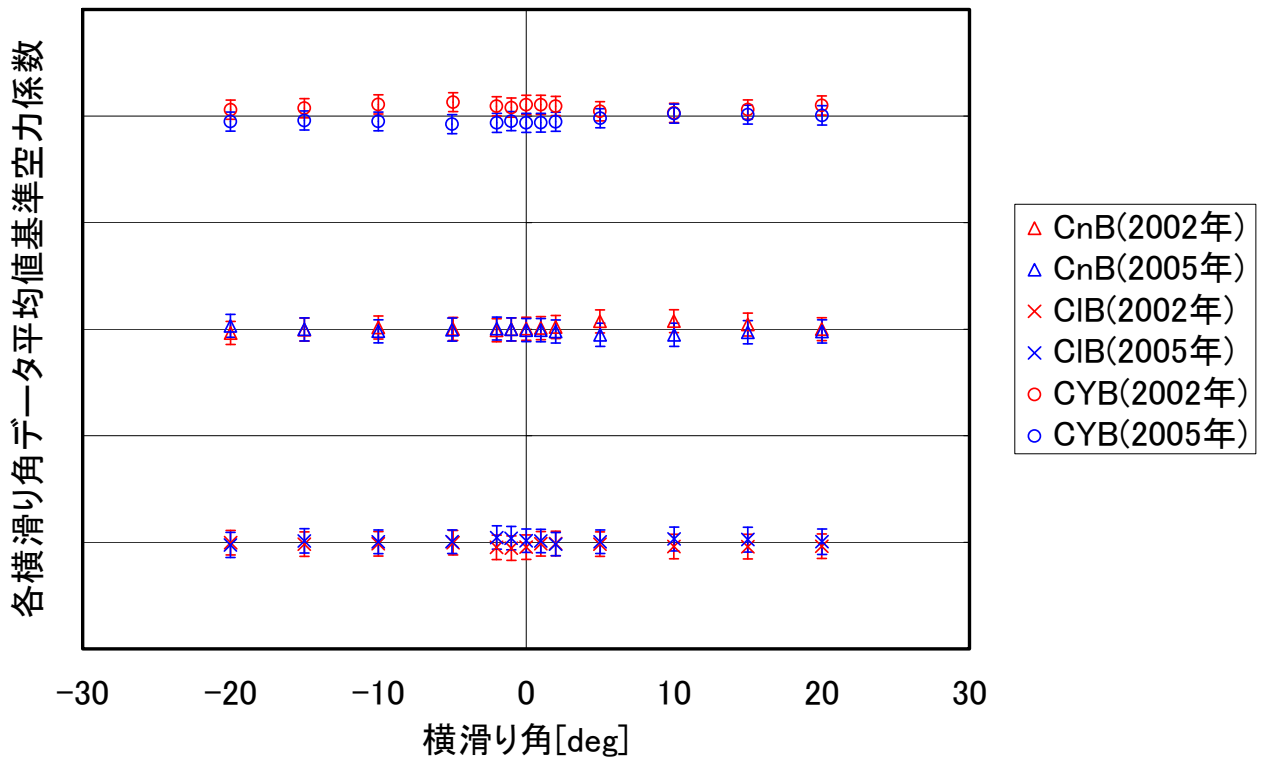


図4 データ処理設備確認風洞試験横3分力計測結果

付録 A. データ取得装置外部通信機能の概略

A. 1 データ取得装置外部通信機能の概略

6.5m×5.5m 低速風洞データ取得装置外部通信機能のシステム概略図を図 A-1 に示す。図中の赤で示されている部分が、データ取得装置外部通信機能が担当する部分である。システムを統括するマスターコンピュータから計測制御指令コマンドを計測操作 PC が受け、レスポンスを返す。システムの特徴を下記に示す。

1. マスターコンピュータをサーバ、計測操作 PC をクライアントとする LAN による TCP/IP 接続。
2. データ収集プログラムの風洞試験プログラムと力データ収集プログラム、圧力データ収集プログラム、力/圧力データ収集プログラムにおける基本的な操作をマスターコンピュータからのコマンドによって実行することができる。
3. クライアント（計測操作 PC）側では、マスターコンピュータの IP アドレスと通信に使用するポートを任意に設定できる。
4. 必要に応じて、計測と動作を合わせたい外部接続装置を追加することが出来る。

次節から、外部通信機能で使用するコマンドを示す。以下、説明するコマンドは「」内に記す。

マスターコンピュータからクライアントにコマンドが送られた場合のクライアントがマスターコンピュータに返す戻り値は以下の通りである。

コマンド実行正常終了 : CPL
 コマンド実行失敗 : ERR
 意味のないコマンド : NAN
 他のコマンドを実行中 : BSY

A. 2 外部通信機能コマンド

A. 2. 1 外部通信開始時

外部通信開始時におけるコマンドを示す。

「CONPXI****++++」

マスターコンピュータにクライアントが接続した際に、クライアントがマスターコンピュータに送信する。

****には現在設定されているテスト番号を 4 桁の整数で、++++には現在設定されているラン番号を 3 桁の整数で入力される。但し、マスターコンピュータから指示されたテスト番号などの数値は、風洞試験プログラムの実行中は保持されるが、次回の風洞試験プログラム立上げ時には保存されていない。

マスターコンピュータがこのコマンドを受け取った後にクライアントに返さなくてはならない戻り値は以下の通りである。

接続成功 : CPL

接続失敗 : 特になし

(ex. CONPXI0501001 : テスト番号 0501, ラン番号 001 で接続開始)

また、マスターコンピュータからクライアントにコマンドが送られた場合のクライアントがマスターコンピュータに返す戻り値は以下の通りである。

コマンド実行正常終了 : CPL
 コマンド実行失敗 : ERR
 意味のないコマンド : NAN
 他のコマンドを実行中 : BSY

A. 2. 2 風洞試験プログラムにおける指令コマンド

風洞試験プログラムメニューにおける指令コマンドを下記に、指令コマンドの依存関係を図 A-2 に示す。

「TRN****++++」

テスト番号とラン番号を設定する。****には設定するテスト番号となる4桁の整数が、++++には設定するラン番号となる3桁の整数が入力される。入力が負又は整数でない場合はエラーとなる。

(ex. TRN0501001 : テスト番号 0501, ラン番号 001 に設定)

「TCS*+@%&」

試験の種類と記録するファイルタイプ、力試験の場合の使用する風袋補正係数ファイル、圧力試験の場合の使用する機器（スキヤニバルブ又はESP）を選択する。

*には試験の種類に応じて以下の数字が、+には力試験ファイルタイプに応じて以下の数字の和が、@には圧力試験ファイルタイプに応じて以下の数字の和が、&には使用する圧力計測機器に応じて以下の数字の和が入る。

但し、選択されていない試験の種類に対応するファイルモードや機器などの設定は無視する。

◎ 試験の種類

力試験 : 0
 圧力試験 : 1
 力/圧力同時試験 : 2

◎ ファイルタイプ

Aタイプ : 1
 Bタイプ : 2
 Cタイプ : 4

◎ 風袋補正係数ファイル

登録した風袋補正係数ファイルに事前に設定した値。

◎ 圧力計測機器

スキヤニバルブ : 1

ESP : 2

(ex. TCS11303 : 圧力試験, カファイルタイプについてはAタイプが設定されているが無視, 圧カファイルタイプ A・B⇒1+2=3, 風袋補正係数ファイル番号 0 が設定されているが無視, 圧力計測機器はスキヤニバルブと ESP⇒1+2=3)

「NEX」

計測画面へ移動。

「DUS*+」

静圧と動圧の表示単位を設定する。*には静圧の表示に用いる単位系に応じた以下の数値が、+には動圧の表示に用いる単位系に応じた以下の数値が入る。

MKS 単位系 : 0

SI 単位系 : 1

A. 2. 3 カデータ収集プログラム・圧カデータ収集プログラム・カ/圧カデータ収集プログラムにおける指令コマンド

カデータ収集プログラム・圧カデータ収集プログラム・カ/圧カデータ収集プログラムにおける指令コマンドを下記に、指令コマンドの依存関係を図 A-3 に示す。

「RET」

画面上の戻るボタンを押したのと同じ機能。

「SVC*+@@???? (&) #%%%%」

スキヤニバルブ滑りチェックと許容動圧差分を設定。

引数の意味は以下の通り。但し、(&)は&に相当する区切り文字であり、引数ではない。

* : 滑りチェックをする場合には 1, しない場合には 0

＋：滑りチェックをするスキヤニバルブチャンネル (0～9)

@@：滑りチェックをするスキヤニバルブポート (00～47)

????：許容差分[mmH2O]，特に桁数の決まりはない

#：許容動圧差分のチェックをする場合は 1，しない場合には 0

%%%%：許容動圧差分設定値[mmH2O]が入るが，特に桁数の決まりはない

(ex. SVC10460. 5&00. 5：滑りチェックあり，チャンネル 0，ポート 46，許容差分 0.5mmH2O，許容動圧差分チェックなし，許容動圧差分 0.5mmH2O は無視)

「ZCL」

ESP ゼロ点校正実行．圧力計測を含む試験で ESP を使用する場合にのみ有効．

「SCL」

ESP スパン校正実行．圧力計測を含む試験で ESP を使用する場合にのみ有効．

「PRT*」

プリントアウト設定．力計測を含む試験の場合にのみ有効．*には ON では 1，OFF では 0 が入る．

「SVS」

スキヤニバルブステップ．

「SVH」

スキヤニバルブホーミング．

「INI (d0) &…& (d9)」

初期データ取得．(di) (i=0～9) には，ノート PC デジタル入力設定値が入るが，特に桁数の決まりはない．&は区切り文字である．

(ex. INI0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0&0：初期データ計測，全てのノート PC デジタル入力に 0)

「MES (d0) &…& (d9)」

データ計測開始．(di) (i=0～9) には，ノート PC デジタル入力設定値が入るが，特に桁数の決まりはない．&は区切り文字である．

「ECS」

ケース終了．

「ETS」

試験終了．

「STP」

(データ計測中に) データ計測強制停止．

「CAN」

リモート通信解除．

「DUS*+」

静圧と動圧の表示単位を設定する．*には静圧の表示に用いる単位系に応じた以下の数値が，+には動圧の表示に用いる単位系に応じた以下の数値が入る．

MKS 単位系：0

SI 単位系：1

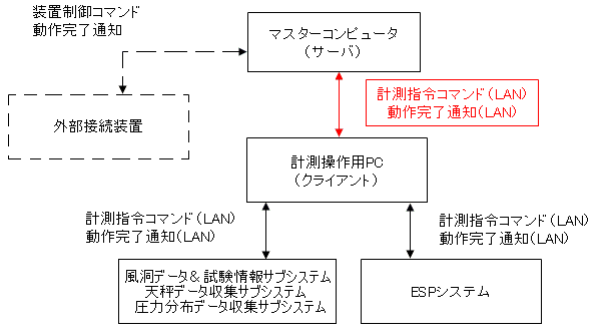


図 A-1 データ取得装置外部通信機能のシステム概略図



※ コマンド間の依存関係はなし

図 A-2 風洞試験プログラムにおけるコマンド依存関係

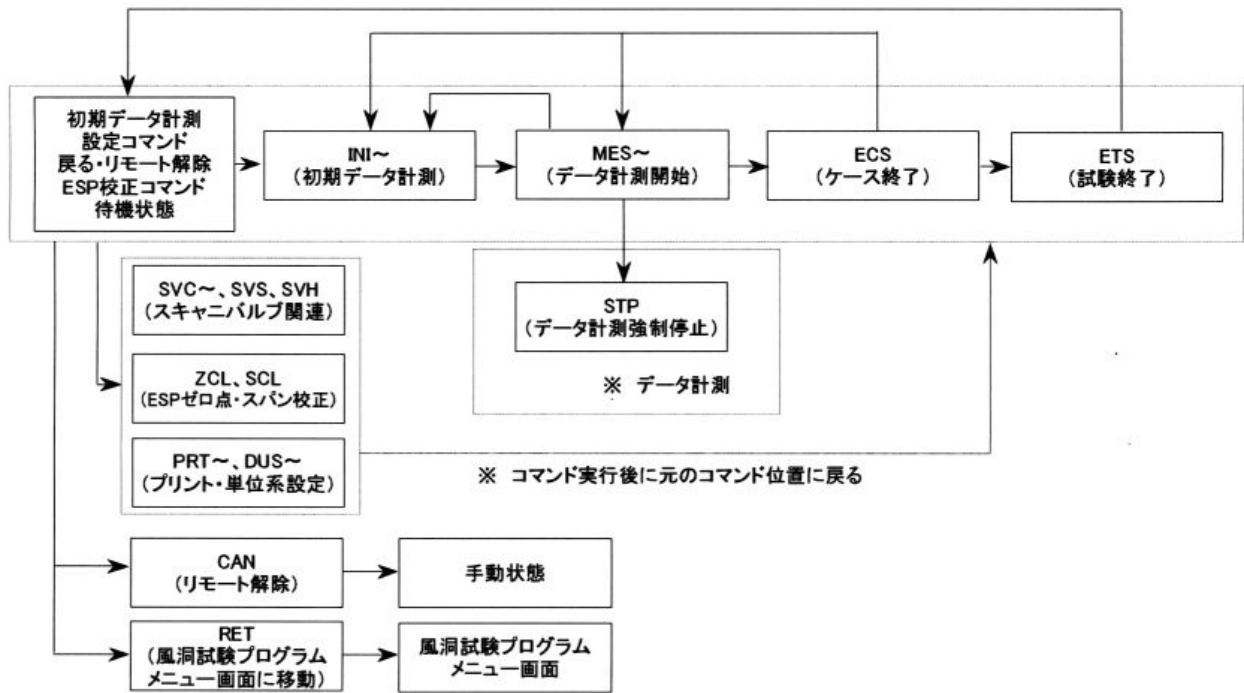


図 A-3 カデータ収集プログラム・圧力データ収集プログラム・力/圧力データ収集プログラムにおける指令コマンド依存関係