

# 航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-577

飛行シミュレーション試験設備，模擬操縦席装置の  
構成および機能，性能

川原弘靖・岡部正典・渡辺 顯  
坂東俊夫・若色 薫

1987年11月

航空宇宙技術研究所  
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

開発企画・調整

岡部 正典

開発担当

模擬操縦席部

川原 弘靖, 若色 薫

コックピット計算機部

渡辺 顯, 若色 薫  
坂東 俊夫

報告書執筆担当

川原 弘靖

# 飛行シミュレーション試験設備，模擬操縦席装置の構成および機能，性能\*

川原弘靖\*\* 岡部正典\*\* 渡辺 顯\*\*  
坂東俊夫\*\* 若色 薫\*\*

## 第1章 はじめに

航空機は大型・高速化し，その種類も乗客数，航続距離などにより幾種もの機体が開発され就航している。さらに新技術を導入した新しい形態の航空機開発もさかんに行われており，当研究所においてもUSB方式を採用した低騒音STOL実験機の開発が進められている<sup>1)</sup>。近来，航空機の開発フェーズにおいてその設計の道具として欠かすことのできないのが，研究開発用フライト・シミュレータである。当研究所においても昭和38年に小型双発機クラスを模擬した汎用飛行シミュレータ設備<sup>2)</sup>が設置され，更に昭和41年にはVTOL機操縦研究設備<sup>3)</sup>を整備，昭和50年には航空機動特性模擬装置をデジタル計算機に更新<sup>4)</sup>等を実施し，模擬の精度，規模を向上しつつ各種航空機開発および改修等に関する試験，研究に使用されてきた。しかし，装置の老朽化とシミュレーション試験精度向上の要求，シミュレーション対象機種の大形化等に対応出来なくなり，新たに最新の技術を駆使した飛行シミュレーション試験設備を3期4年にわたって製作，設置することになった。

飛行シミュレーション試験設備は  
模擬操縦席装置(第一期工事昭和55年～56年)  
視界模擬装置(第二期工事昭和56年～57年)  
モーション模擬装置(第三期工事昭和57年～58年)  
より構成される。図1に本設備の構成図を示す。図中太線で示す部分が模擬操縦席装置であり，昭和56年10月に完成した。本報告ではこの模擬操縦席装置

の構成，機能および性能について述べる(他装置については別報告で述べる)。

## 第2章 記号，略号

本文中で共通して使用される用語の記号，略号について以下に記述する。

- A : エアウェイ マーカ  
(Airway Marker)
- ADF : 自動方向探知器  
(Automatic Direction Finder)
- ADI : 姿勢指示指令計  
(Attitude Director Indicator)
- AFCS : 自動飛行制御システム  
(Automatic Flight Control System)
- Ai : アナログ入力
- ALT : 高度 (Altitude)
- Ao : アナログ出力
- ATT : 姿勢 (Attitude)
- $\alpha$  : 迎角
- B : 定数
- BCD : 2進10進  
(Binary Coded Decimal)
- BFO : うなり発振器  
(Beat Frequency Oscillator)
- B-ALT: 気圧高度計 (Baro-Altitude)
- BLC : 境界層制御  
(Boundary Layer Control)
- $\beta$  : 横滑角
- CAS : 校正対気速度  
(Calibration Air Speed)
- C/L : 操舵反力模擬負荷装置  
(Control Loading)

\* 昭和62年5月12日 受付  
\*\* STOLプロジェクト推進本部  
飛行シミュレータ開発チーム

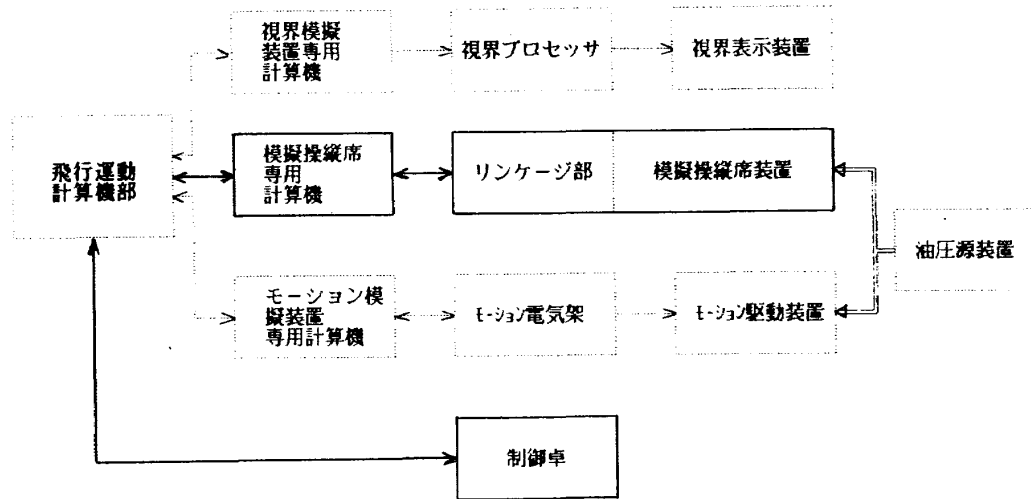


図1 飛行シミュレーション試験設備全体構成図

D	: 定数	ICS	: 機内通話装置 (Inter Communication System)
DH	: 決断 (決心) 高度	K	: 定数
DHS	: データ・ハンドリング・システム	K Ω	: キロオーム
Di	: デジタル入力	LACS	: 横操舵力補助装置 (Lateral Assistant Control System)
DME	: 距離測定装置 (Distance Measuring Equipment)	L/H	: 左手 (Left Hand)
Do	: デジタル出力	LOC	: ローカライザ (Localizer)
δ	: 操舵量	M	: マッハ数 (Mach Number)
EADI	: 電子式姿勢指示指令計 (Electric Attitude Director Indicator)	M	: ミドル マーカ (Middle Marker)
EFC	: エンジン故障補償 (Engine Fail Compensation)	NAV	: ナビゲーション (Navigation)
EGT	: エンジン排気温度 (Exhaust Gas Temperature)	N <sub>1</sub>	: エンジン低圧系回転数
EPR	: エンジン圧力比 (Engine Pressure Ratio)	N <sub>2</sub>	: エンジン高圧系回転数
F	: 操舵力 (Control Force)	O	: アウタ マーカ (Outer Marker)
FF	: 燃料流量 (Fuel Flow)	P.CWS	: ピッチ・コントロール・ホイール・ステア リング (Pitch Control Wheel Steering)
FPC	: 飛行径路制御 (Flight Path Control)	PDI	: 図式偏位指示器 (Pictrial Deviation Indicator)
FSK-II	: 既設飛行計算機システム - II	Q	: 動圧
Ft	: フィート	RATE	: レート
G/A	: 復航 (Go Around)	R/C	: 昇降率 (Rate of Climb)
G/S	: グライド スロープ (Glide Slope)	R.CWS	: ロール・コントロール・ホイール・ステア リング (Roll Control Wheel Steering)
γ	: 径路角	R/H	: 右手 (Right Hand)
HDG	: 方位角 (Heading)	RTSL	: 実時間シミュレーション/システム用言語 (Real Time Simulation / System Lan-
I	: 慣性係数		
IAS	: 指示対気速度 (Indicated Air Speed)		

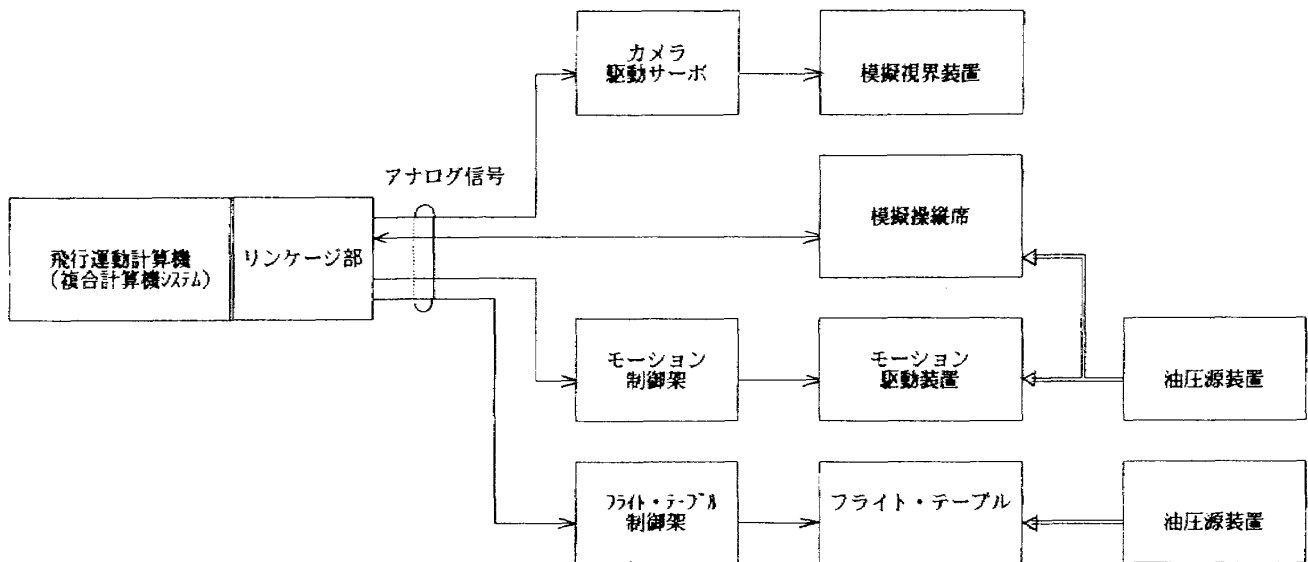


図2 旧汎用飛行シミュレータ設備構成図

- guage)
- R-ALT: 電波高度計 (Radio-Altitude)
- SCAS : 安定制御増大装置  
(Stability and Control Augmentation System)
- STOL : 短距離離着陸  
(Short Take-off and Landing)
- TPI : 水平安定板角 (Tail Plane Incidence)
- USB : 翼上面吹出し (Upper Surface Blowing)
- V : 速度 (Velocity)
- VHF : 超短波 (Very High Frequency)
- VOR : 超短波全方向式無線施設  
(VHF Omnidirectional Range)
- W : 重量 (Weight)
- WP : 喫水線 (Water Plane)

### 第3章 本設備製作の設計方針

新設備を製作するにあたり，図2に示す旧設備の経験をベースに最新技術導入を基本設計方針として設計，製作を進めた。

#### 1) 飛行運動計算機—模擬操縦席装置間のデジタル結合

飛行運動計算機と模擬操縦席との入出力をつかさどるリンケージ部は図2からも分る通り飛行運動計算機側に位置し，模擬操縦席との間にはアナログ結合されていた。このため両者を結ぶ信号線は数百～千本もの配線が施されており，

保守，ならびに電気雑音的に不利であった。このため，新装置においてはリンケージ部を操縦席側に移し，その間を信号線数を少なくして済むデジタル結合にし，耐雑音性，保守性に優れたシステム構成とする。図3に新しい構成による飛行運動計算機部と模擬操縦席装置部との結合方法を示す。

#### 2) 模擬操縦席関係の処理を一括して処理する専用処理装置の導入

操縦席の計器駆動信号発生，レバー操作量，サーボレバー駆動，音響発生等の操縦席側に関する処理を一括処理するコックピット計算機を導入することにより，飛行運動計算機部の負担を一部軽減すると同時に模擬操縦席単体でのチェック機能をもたせる。

#### 3) 広範囲な操舵力発生と操舵力設定の容易性

主要3舵(コラム，ホイール，ペダル)の操舵反力は油圧模擬負荷方式で模擬する。

航空機の操舵力範囲はそれぞれの機体によって異なり，また同じ機体でも飛行速度により変化する(Q フィールド<sup>\*1)</sup>)。模擬対象となる航空機の飛行性，操縦性の評価においては操舵装置，操舵力等の影響が大変重要な要因となる。そこ

\*1) : Qは動圧，すなわち飛行速度の変化により舵面に加わる圧力(動圧)が変化する。それによりパイロットの操舵力が変ること。

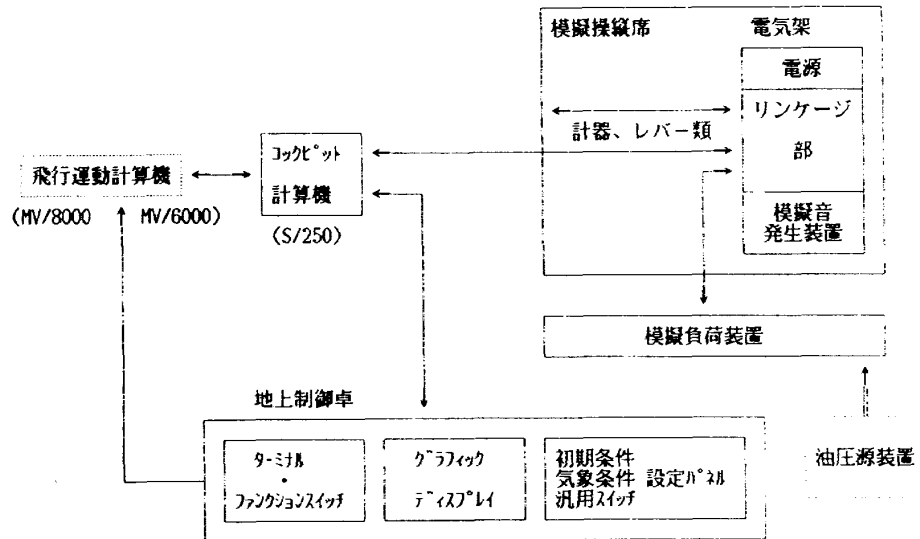


図3 模擬操縦席構成図

で操舵装置のガタ、摩擦等を極力抑え実機同等の滑らかな操舵フィールを発生することを主眼とし、操舵力の模擬範囲についても容易に変更可能な機能をもたせる。

#### 4) 模擬音の発生

シミュレーション試験においては、試験パイロットに実際に航空機を操舵しているという感覚を与えることが大切である。計器の駆動方法、視界のリアリティ、モーション感覚、操舵力等の忠実性などと合わせてエンジン音、エアフロー音、ランディング・スリップ音などの擬音や失速警報音などを発生することにより、より実機らしさを再現することができる。本装置では基本的には電子合成による模擬方式を採用し、必要に応じて実機部品などの利用も考慮する。

#### 5) システム・チェック、計器および計器盤の交換、レバー類の交換の容易性

シミュレーション試験の内容によって計器配置や新たな計器の取付け、レバー類の追加あるいは変更等の必要が発生した場合、これらの作業が容易にできるシステムとする。また、装置が大規模で複雑になることが予想されるため、システム・チェック機能を充実する。

#### 6) 中・大型ジェット輸送機の飛行・操縦の模擬を可能にする模擬操縦席として、当所が開発中の低騒音 STOL 実験機「飛鳥」の前胴部の形状・寸度機器配置等をモデルとして設計、製作を

行う。

#### 7) 開発ソフトの言語はフォートランとする。

ユーザの使い易さを考えソフトウェアの開発言語はフォートラン言語とする。

以上の設計方針に従い模擬操縦席の基本設計<sup>5)</sup>、ならびに製作を行った。

## 第4章 模擬操縦席装置の機能、性能

### 4.1 模擬操縦席全般

近年、大型輸送機の操縦席周り特に飛行計器、操縦装置等に従来のシステムに代わって CRT 型飛行計器やサイド・スティック等の導入が検討され<sup>6)</sup>、一部実用化されている。航技研においても統合エアボン・ディスプレイ実験装置 (CRT 型計器)<sup>7)</sup> 等により先行的にいくつかの研究が進められているが未だ実用の段階に至っていない。また、基本設計方針<sup>6)</sup>とも照らし合わせ、かつシステムの信頼性、汎用性をも考え、本装置では従来型の飛行計器、操縦装置を採用した。

模擬操縦席装置は前部、後部、台座の3部分に大別できる。前部には操縦、操作、表示装置 (いわゆるコックピット)、後部には機上制御卓、計器、擬音等の電子回路部、およびリンケージ部等を収納した電気架を装備し、台座は操縦席全体を支える構造とし、台座内には操舵反力模擬負荷装置のアクチュエータ、サーボ・レバー類の機構部分、換気用ブロア等が収納されている。模擬操縦席 (台座をふくむ)

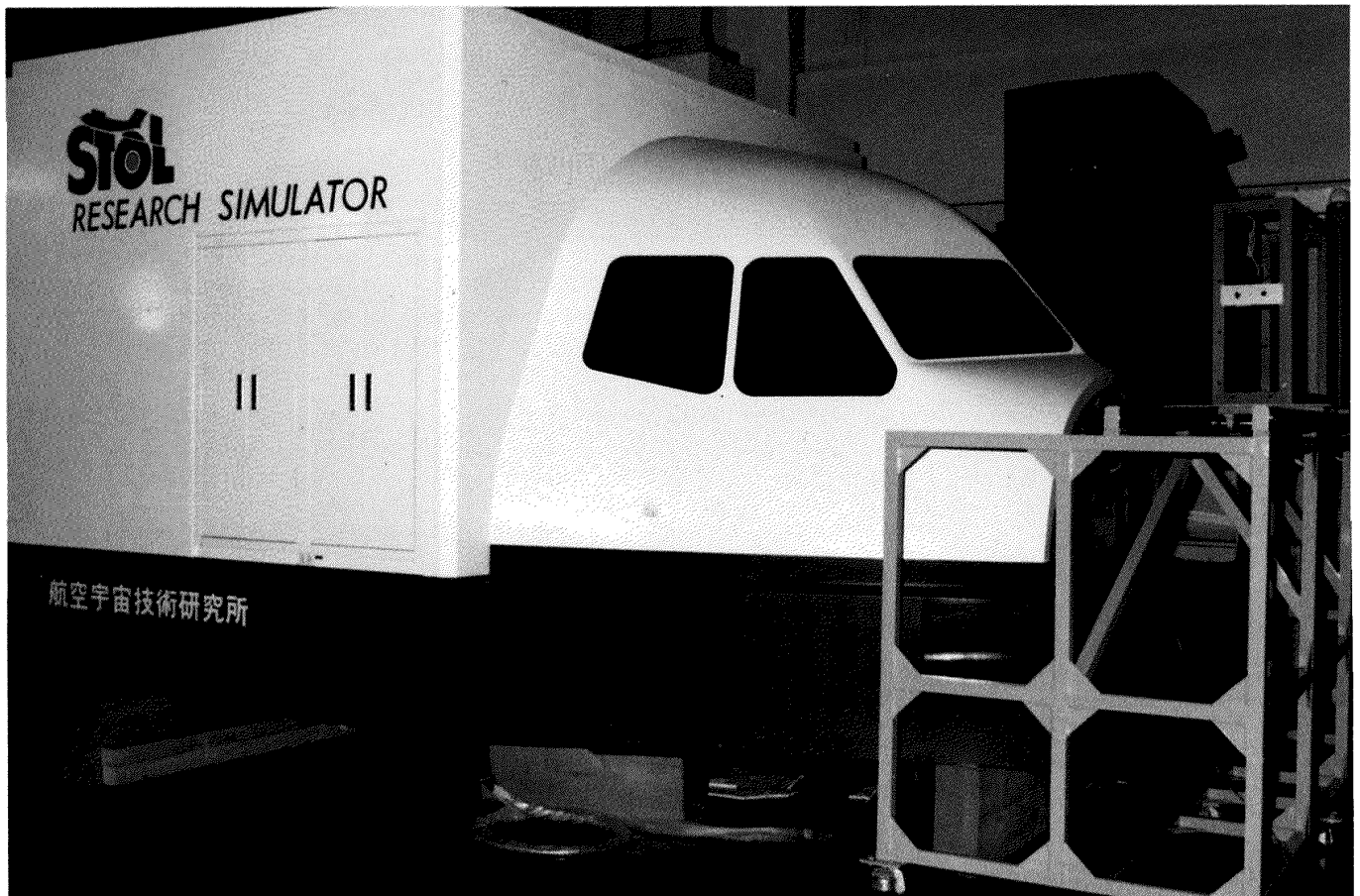


図4 模擬操縦席全景



図5 模擬操縦席内部

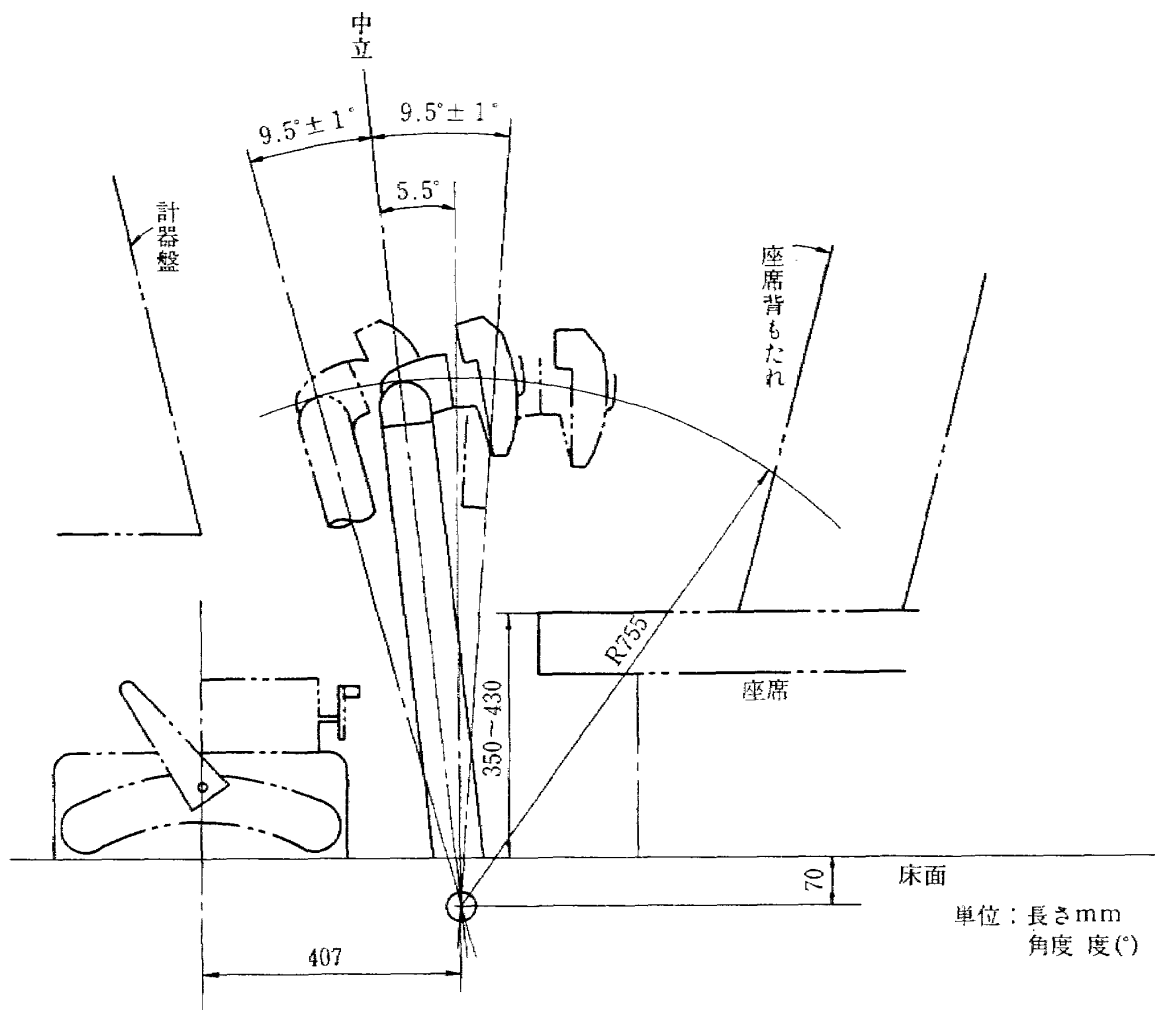


図6 コラムの回転中心と前傾斜

は前後2分割できる構造に設計されており、前部(コックピット)の交換が可能である。

模擬操縦席側面外観を図4に、操縦席内部前方を図5に示す。

#### 4.2 操縦操作装置

操縦装置のうち主要3蛇は油圧による模擬負荷装置を採用している。

##### 1) コントロール・コラム

コントロール・コラムはSTOL実験機の母機であるC-1実機部品を使用し、取付け位置もSTOL実験機相当とした。また、図6に示すように中立点は前傾5.5°の位置である。可動範囲はコントロール・ホイール回転軸の位置において±160mm(9.5°)であり、可動範囲調節機構により±10mm(0.6°)の範囲で調節可能で

ある。STOL実験機の場合、押し側は150mm、引き側160mmである。

なお操蛇量に対する出力電圧、リンケージ・チャンネル対応など詳細については現場備え付けの「入出力対応表」を参照されたい。

##### 2) コントロール・ホイール

コントロール・ホイールもC-1実機部品を使用した。C-1実機にはLACS機構<sup>\*2)</sup>用マイクロ・スイッチが装備されているが、本シミュレータでは後(4.3)で記述する操蛇反力模擬負荷装置により操蛇量、操蛇力を任意に設定できるためこの機構は省略した。コントロール

\*2) : ホイール操蛇力を軽減する目的でホイール操蛇と同時に電気モータを駆動し、操蛇力を補助的に軽減する機構。



・ホイールには図7に示すように3個のスイッチが付いている。副操縦席側のスイッチは正操縦席側と左右逆に位置している。これらスイッチ類の機能については後(4.6)に説明する。コントロール・ホイールの可動範囲は $\pm 105^\circ$

であり、両端に可動範囲調節機構を用意し、内側に $15^\circ$ の調節が可能である。STOL 実験機の場合は $\pm 90^\circ$ である。

3) フット・ペダル

ペダルの可動範囲は左右それぞれ 100 mm (S

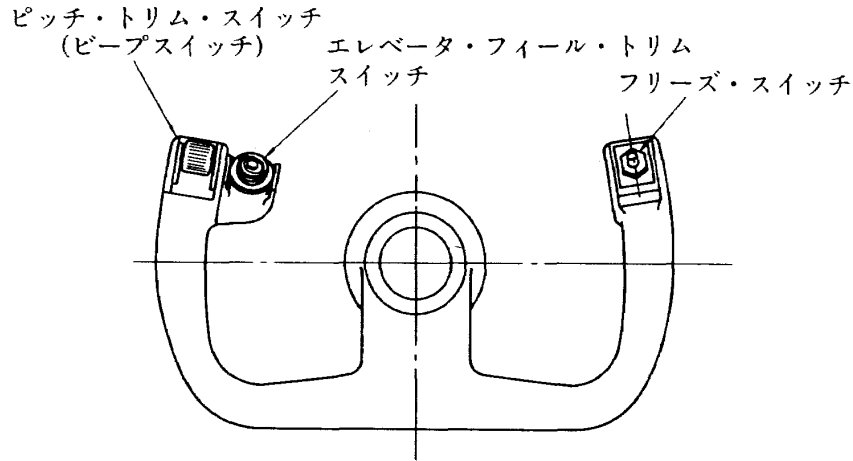


図7 コントロール・ホイール上の各種スイッチ類 (正操縦士側)

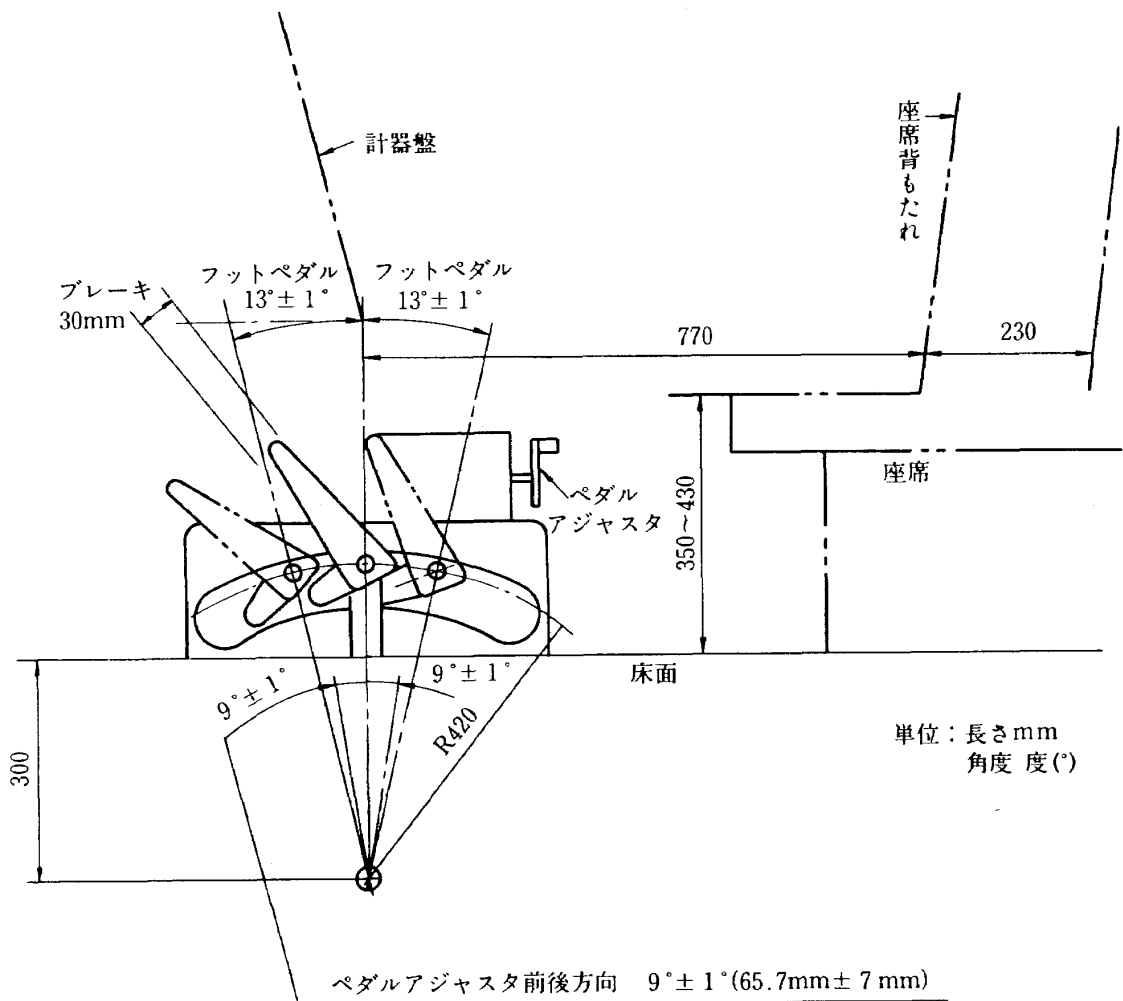


図8 フット・ペダルおよびペダル・アジャスト範囲

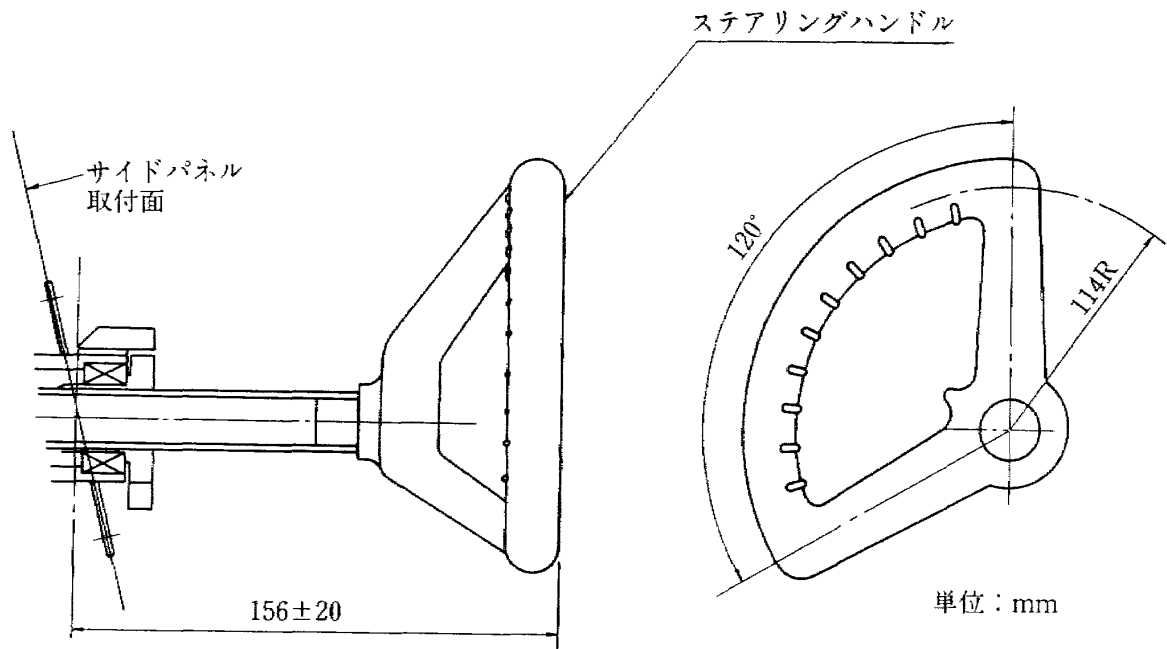


図9 ステアリング・ハンドル外観図

TOL 実験機の場合も同様) であり、可動範囲調節機構の調節範囲は $\pm 10$  mm である。フットブレーキは、ペダル先端の踏込みで模擬し、踏込み代は 30 mm である。また、踏込み代の調節範囲は $+ 20$  mm である。ペダル反力は油圧模擬負荷装置を採用しているが、フット・ブレーキの反力はバネ反力方式を採用した。

#### 4) ペダルアジャスト・ハンドル

操縦座席の位置、高さ、パイロットの体格に合わせて最適なペダル位置に調節するためのハンドルで、ペダルの前後調節範囲は 130 mm である。図 8 にペダルおよびペダルアジャスト・ハンドルの概要図を示す。

#### 5) ステアリング・ハンドル

首輪偏向用ハンドルで操作範囲は $\pm 135^\circ$  (首輪偏向角 $\pm 60^\circ$ に対応)、操舵反力はバネ反力方式を採用した。図 9 にステアリング・ハンドルの外観図を示す。

#### 6) スロットル・レバー

スロットル・レバーは 4 発 (No. 1 ~ No. 4) 用ジェット機を模擬しており、オート・スロットル機構の模擬のため各レバーにサーボ駆動機構を設けた。レバーの可動範囲は $70^\circ$  である。なお、本レバーには逆噴射用レバーを設けている。逆噴射レバーはスロットル・レバーがアイ

ドル位置でのみ操作可能である。センタ・クォーダントの外観を図 10 に示す。

#### 7) フリクション・レバー

スロットル・レバーの初期操作力を設定するレバーで、このレバーの位置が最前位置 (フリクション最小) のみスロットル・サーボが駆動する (図 10 参照)。

#### 8) FPC レバー

STOL 実験機特有のレバーでフライト・パスの制御に使用する。可動範囲は $\pm 20^\circ$  である。このレバーは SCAS<sup>\*3)</sup> の FPC<sup>\*4)</sup> モードを選択した場合に必要なとするコマンド・レバーである (図 10 参照)。

#### 9) スピード・ブレーキ・レバー

スポイラー (抵抗板) 操作用レバーで可動範囲は $0 \sim 60^\circ$  である。このレバーもサーボ駆動機構を設けている。サーボ駆動を行う場合はレ

\*3) : SCAS: STOL 実験機に搭載されている飛行制御システムで、安定性、操縦性を高める制御システム。

\*4) : FPC: SCAS の制御モードの一つで、飛行径路 (フライト・パス) を制御する。FPC レバーの操作によりエンジン出力、抵抗板が制御される。

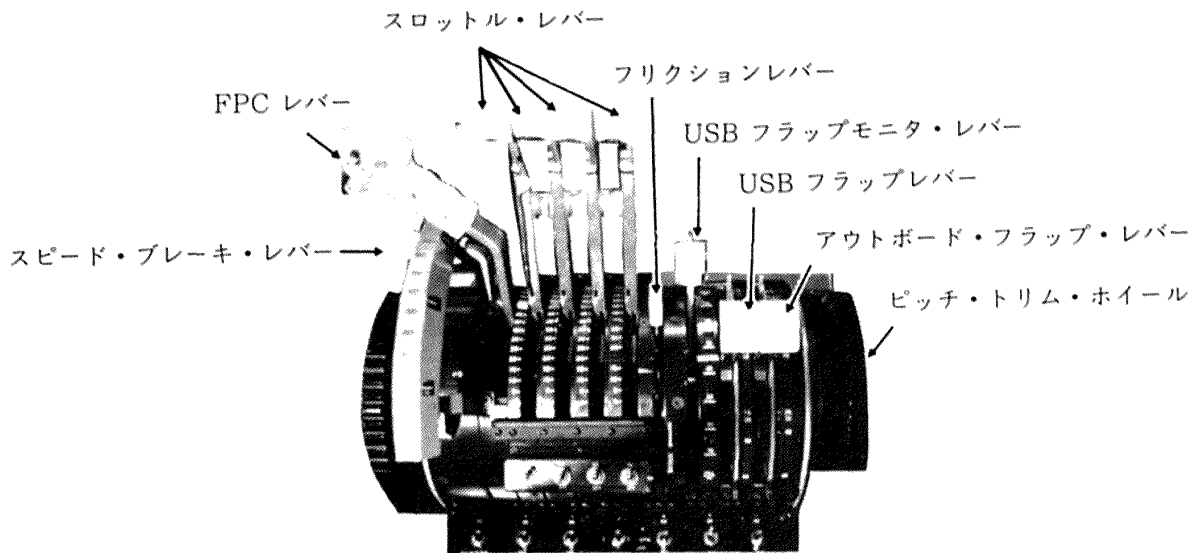


図10 センタ・クォーダント関係レバー配置図

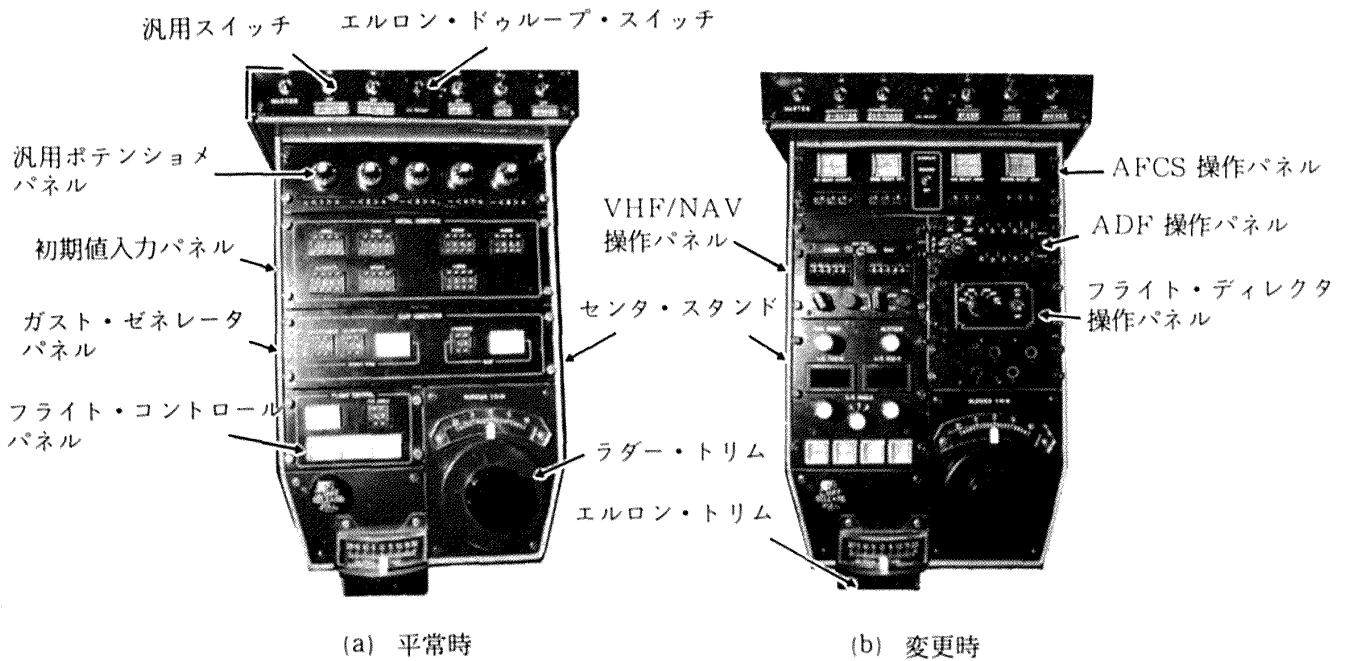


図11 センタ・スタンド関係スイッチ類配置図

バーのデテント位置（アームド・ポジション）を外すこと。また、レバーの直下にスピード・ブレーキ・セレクト・スイッチを設けており、スイッチオンでサーボ駆動が可能状態となる。（図 10 参照）

10) フラップ・レバー

フラップ・レバーの可動範囲と蛇面对応は、STOL 実験機に合わせている。

● アウトボード・フラップ・レバー

レバー可動範囲は 100°, フラップ角表示は 0 ~ 65° である(図 10 参照)。レバー角のスケ

ールが非線形であるためレバー角と電圧出力とは非線形である（入出力対応表参照）。

● USB フラップ・レバー

STOL 実験機特有の USB フラップを操作するレバーで、レバー可動範囲は 100°, フラップ表示は 0 ~ 80° である(図 10 参照)。このレバーもレバー角と出力電圧とは非線形である。

11) ピッチ・トリム・ホイール

水平安定板（スタビライザー）操作用ホイールで機種下げ側 1.7 回転，機種上げ側 2.8 回転

の可動範囲を有している。本ホイールも電気サーボ駆動機構を有し、ビープ・スイッチ（図7参照）のアップ・ダウンで駆動する。

（図10参照）

- 12) エルロン・トリム・ノブ  
エルロン・トリム用としてトリム量±20°のノブを設けた。図11に示したセンタ・スタンド外観図の手前部分にある。
- 13) ラダー・トリム・ノブ  
ラダー・トリム用としてトリム量±10°のノブを設けた（図11参照）。
- 14) 操縦座席他  
正副操縦座席はYS-11用実験機部品を採用した。座席は前後，上下に調節可能である。さらに，機上要員用座席としてシートベルトを付けた回転座席を操縦座席後方に2席設けた。

#### 4.3 操舵反力模擬負荷装置

操舵反力模擬負荷装置には従来方式のアナログ方式と，最近ではデジタル方式によるものが研究開発段階にある。デジタル方式は非線形特性の処理に優れているが，繰り返し演算時間が1 msec ~ 5 msec<sup>8) 9)</sup>と高速演算が要求されるため現在では専用のプロセッサ（マイクロコンピュータ等）を必要としている。デジタル方式は近い将来には導入されるものと思われるが，本装置ではアナログ方式を採用することにした。

本装置ではコラム，ホイール，フット・ペダルの三蛇のみ油圧方式による操舵反力模擬負荷方式を採用した。以下にその機能，性能について述べる。

##### 1) 構成

本装置の基本構成は以下のものより構成される。

- イ) アナログ電子回路
- ロ) アクチュエータ
- ハ) ロードセル
- ニ) 操縦装置

操縦反力の設定にはコックピット計算機およびグラフィック・ディスプレイを必要とする。

本装置の構成を図12に示し以下に各構成要素の機能について概説する。

- アナログ電子回路：コックピット計算機からの設定力に対し，アクチュエータを駆動し，操舵力を検知するロードセルの出力と設定力を比較し，アクチュエータの駆動を制御する油圧サーボ回路である。サーボ回路のブロック図を図13に示す。
- アクチュエータ：上記アナログ電子回路の出力に従って設定力に等しい操舵反力としての“力”を発生するアクチュエータである。
- ロードセル：操縦装置とアクチュエータの間に挿入し，“力”に対応する電圧出力をアナログ電子回路に入力する。ロードセルの静特性を図14-1~3に示す。

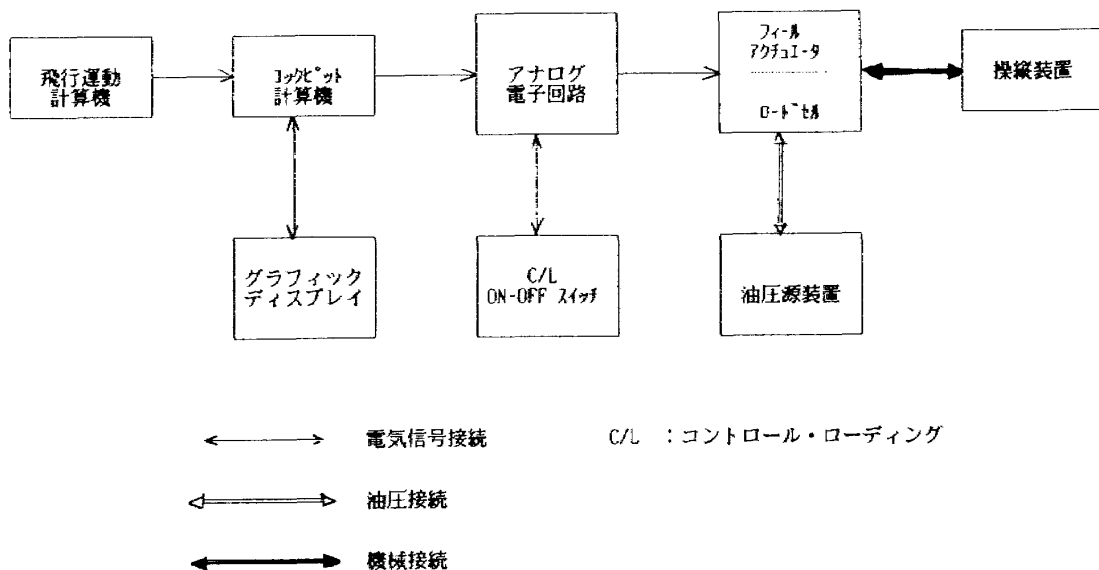


図12 操舵反力模擬負荷装置の構成

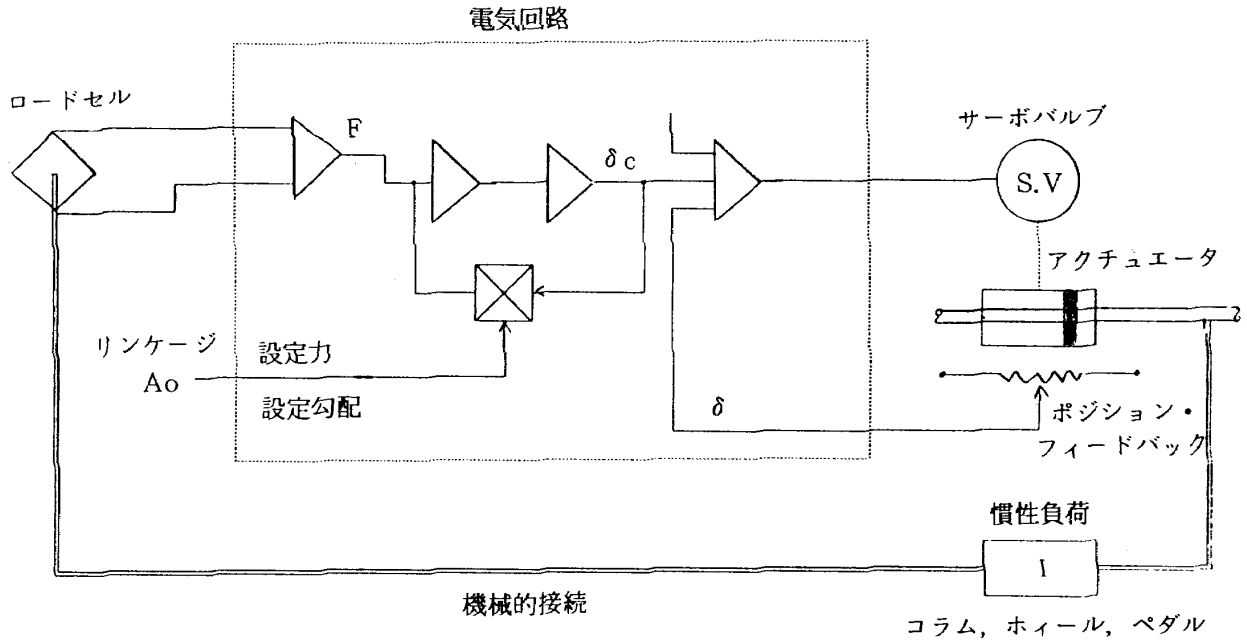


図13 操舵反力模擬負荷装置アナログ回路ブロック図

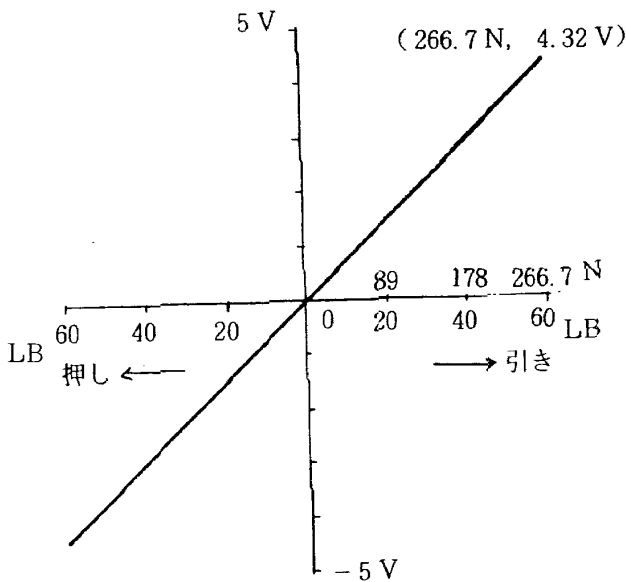


図14-1 ロードセルの静特性 (コラム)

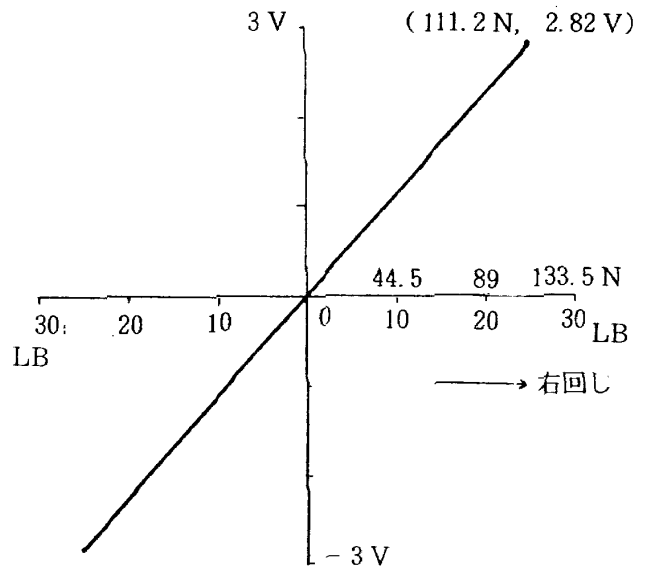


図14-2 ロードセルの静特性 (ホイール)

- 操縦装置: コラム, ホイール, ペダルの三蛇を模擬する装置である。
- 油圧源装置: 常用圧力 6.86 MPa (70 Kgf/cm<sup>2</sup>), 最大流量 300 mL/sec (18 L/min) 以上の油圧発生装置である。
- グラフィック・ディスプレイ: コックピット計算機に操舵量-操舵反力関数を設定するための入力装置で, 設定された“力”はグラフィック表示される。さらに設定力の修正などが容易に行えるように設計されている。設定方法については4)に記述する。

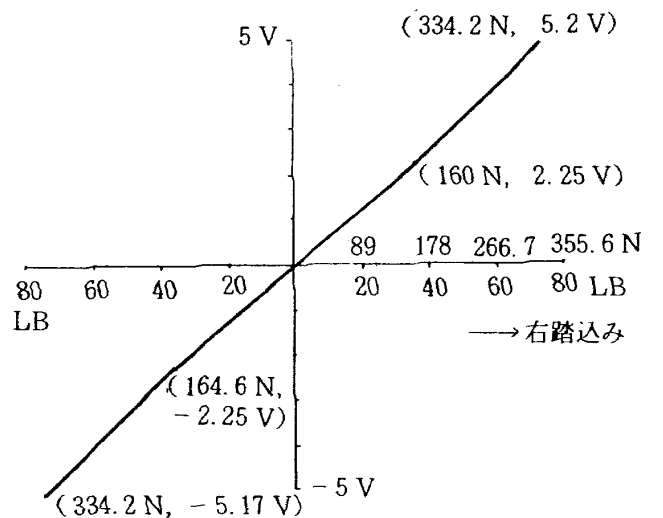


図14-3 ロードセルの静特性 (ペダル)

表1 最大設定操舵力

項目	最大設定操舵力
コラム	533.9N (120Lb ,54.48kg)
ホイール	311.4N ( 70Lb ,31.78kg)
ペダル	667.4N (150Lb ,68.10kg)

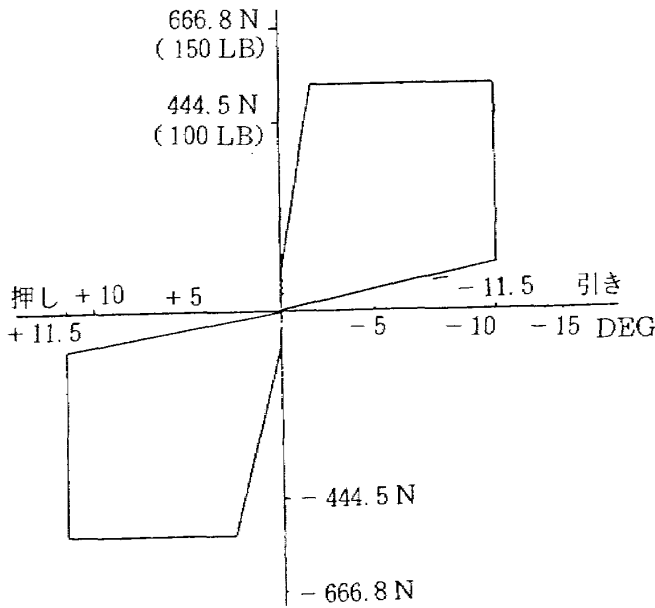


図15 操舵力関数設定範囲 (コラム)

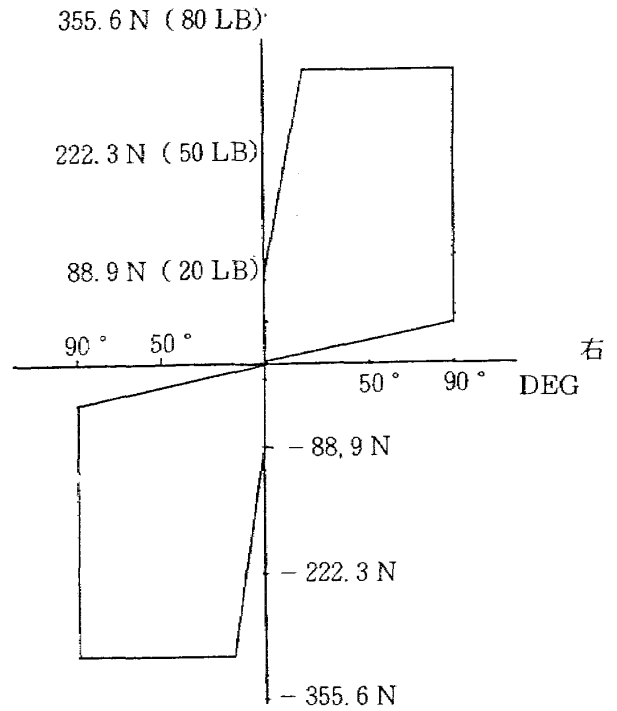


図16 操舵力関数設定範囲 (ホイール)

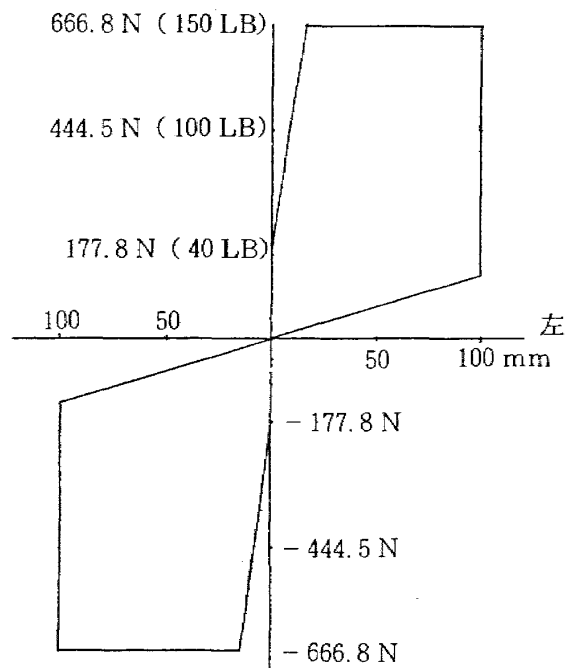


図17 操舵力関数設定範囲 (ペダル)

2) 操舵力特性方程式

本装置で発生される操舵反力は下記の特性方程式で記述でき、(4-1)式は基本的に三舵共通である。

特性方程式は

$$F = I \delta + D \dot{\delta} + B \frac{\delta}{|\dot{\delta}|} + f(\delta - \delta \text{ TRIM}, K) \dots\dots\dots (4-1)$$

- ここで F : 操舵反力
- δ : 操舵量
- I : 慣性係数
- D : 粘性係数
- B : クーロン摩擦係数
- δ TRIM : トリム量
- f : 操舵力関数
- K : 動圧係数

4-1式の前3項つまり、慣性力、粘性力、クーロン摩擦に関する力については、電気回路

によるトリマ調整方式を採用し、第4項の操舵力関数についてのみコックピット計算機により設定することとした。

3) 操舵反力設定範囲

設定操舵力の最大値は表1に示す通りである。この設定力の110%以上の力が加わった場合、システム保護のため油圧ストールを起すように

設計されている。

4) 操舵力関数

操舵量と操舵力の関係はプリロードを含む4ポイントの折線関数とし、左右対称の関数とした。 $\delta$  TRIM=0における操舵力の設定範囲を図15~17に示す。また設定記録例を図18~20に示す。

この図で勾配の最大、最小設定値およびプリロードの設定範囲は表2に示す通りである。なお、 $\delta$  TRIM は図15~17の midpoint を左右に移動させるのみである。また動圧係数  $K=0$  は最小設定範囲 (P0~P3) を、 $K=1$  は最大設定範囲 (P0~P6) をとり、その間は線形比例による補間とした。

5) クーロン摩擦, 慣性, 粘性摩擦

クーロン摩擦, 慣性係数, 粘性摩擦係数の標準値を表3に示す。これらの値の設定はアナログ電子回路中の半固定ボリュームによる設定方式とした。

操縦装置の交換或いは何らかの理由により操縦システムの摩擦, 慣性などに変化が発生した場合

\*\* WHEEL FORCE SETTING \*\*

	STROKE (DEG)	FORCE (N)
P0	000.0	19.8
P1	030.0	49.0
P2	060.0	84.3
P3	090.0	114.7
P4	002.5	43.1
P5	040.0	97.1
P6	080.0	134.3

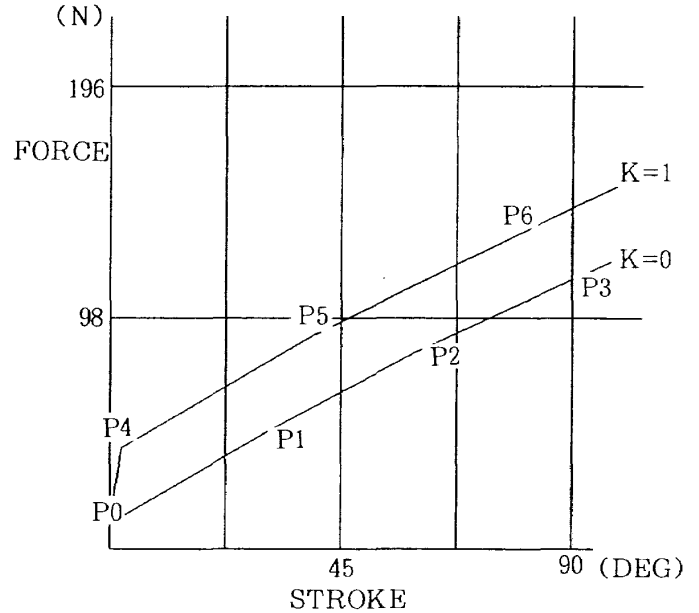


図19 操舵力設定記録例 (ホイール)

\*\* COLUMN FORCE SETTING \*\*

	STROKE (mm)	FORCE (N)
P0	000.0	15.7
P1	030.0	36.3
P2	060.0	56.8
P3	090.0	77.4
P4	010.0	15.8
P5	020.0	29.9
P6	030.0	43.1

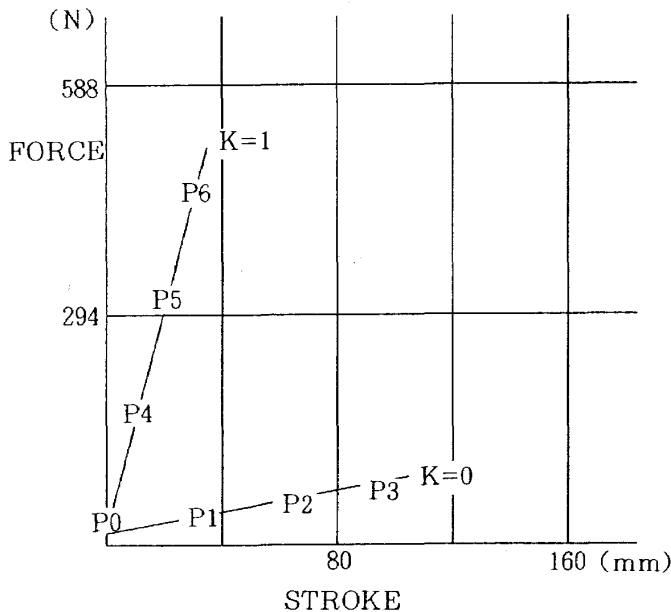


図18 操舵力設定記録例 (コラム)

\*\* PEDAL FORCE SETTING \*\*

	STROKE (mm)	FORCE (N)
P0	000.0	35.3
P1	020.0	110.7
P2	040.0	187.2
P3	060.0	263.6
P4	020.0	253.8
P5	032.3	371.0
P6	060.0	497.8

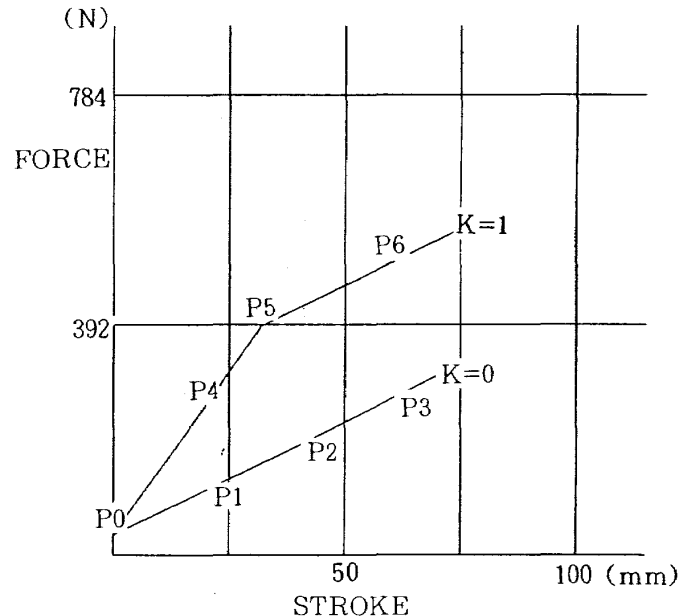


図20 操舵力設定記録例 (ペダル)

表2 最大、最小勾配およびプリロード

項目	勾配		プリロード
	最小	最大	
コラム	8.82N(2Lb/deg, 0.9Kg/DEG)	178.0N(40Lb/deg, 18.16Kg/deg)	0~89.0N(0~20Lb, 0~9.08Kg)
ホイール	0.44N(0.1Lb/deg, 0.045Kg/deg)	31.2N(7Lb/deg, 3.18Kg/deg)	0~89.0N(0~20Lb, 0~9.08Kg)
ペダル	1.37N(0.3Lb/mm, 0.14Kg/mm)	40.18N(9Lb/mm, 4.1Kgmm)	0~178N(0~40Lb, 0~18.16Kg/mm)

表3 クーロン摩擦、慣性、粘性係数

項目	クーロン摩擦	I	D
コラム	0~44.5N(0~10Lb 0~4.54Kg)	0.12N(0.027Lb)s <sup>2</sup> /deg (0.13Kg・s <sup>2</sup> /deg)	2.22N(0.5Lb)s/deg (0.27Kg・s/deg)
ホイール	0~22.2N(0~5Lb, 0~2.27Kg)	0.00147N(0.0033Lb)s <sup>2</sup> /deg (0.00015Kg・s <sup>2</sup> /deg)	0.44N(0.1Lb)s/deg (0.045Kg・s/deg)
ペダル	0~66.7N(0~15Lb 0~6.81Kg)	0.43N(0.076Lb)s <sup>2</sup> /deg (0.035Kg・s <sup>2</sup> /deg)	4.0N(0.9Lb)s/deg (0.41Kg・s/deg)

に設定変更を必要とする。

#### 6) 静的精度, ドリフト

実操舵力の静的精度は設定操舵反力の±5%または8.9N(±2Lb)の大きい方の値を許容値とした。その理由は設定操舵反力の低いところでは操舵反力発生精度が例えば±5%以内に設定することが困難である。そのため±8.9N(±2Lb)という絶対値を採用することにした。

時間経過に伴う出力の変動(ドリフト)については、電源投入後15分以後において静的精度以内を許容値とした。

#### 7) 周波数特性

系の応答性、固有振動数等は本装置の良否判定の重要なパラメータである。これらはシステムの周波数応答の観測により明らかにすることができる。

設定操舵反力の勾配をパラメータに三蛇の周波数特性を測定した。その結果を図21~23に示す。三蛇とも1Hzまではゲイン、位相遅れとも素直な特性を示している。固有振動数は設定勾配により異なるが設定勾配の低いところで、ほぼ4Hz付近にあることが判った。なお、周波数特性測定のためには、正弦波入力を用い通常最大振幅の10%を用いるが、コラムについては自立型で慣性の影響が大きいため大振幅入力でも測定しておく事が良いと考え、勾配13.72N/m(1.4Kg/mm)の場合のみ±50mm(約30%)とした。

#### 8) チェック回路

本装置に不具合が発生した場合、その原因がアナログ電子回路に起因するものか、コックピット計算機側によるものかを判定するためにC/Lチェック・スイッチを設けた。このスイッ



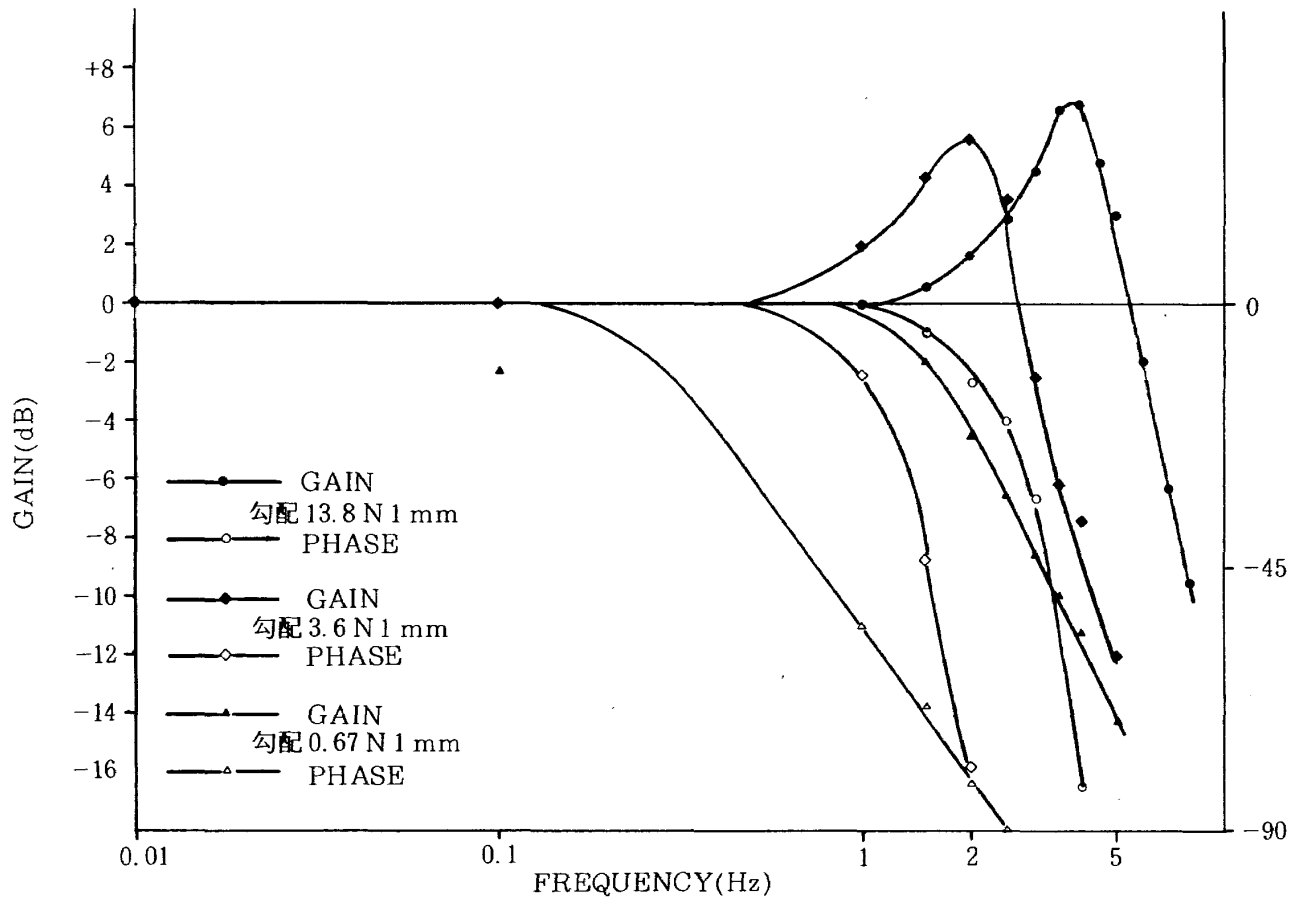


図21 操舵反力模擬負荷装置周波数特性 (コラム)

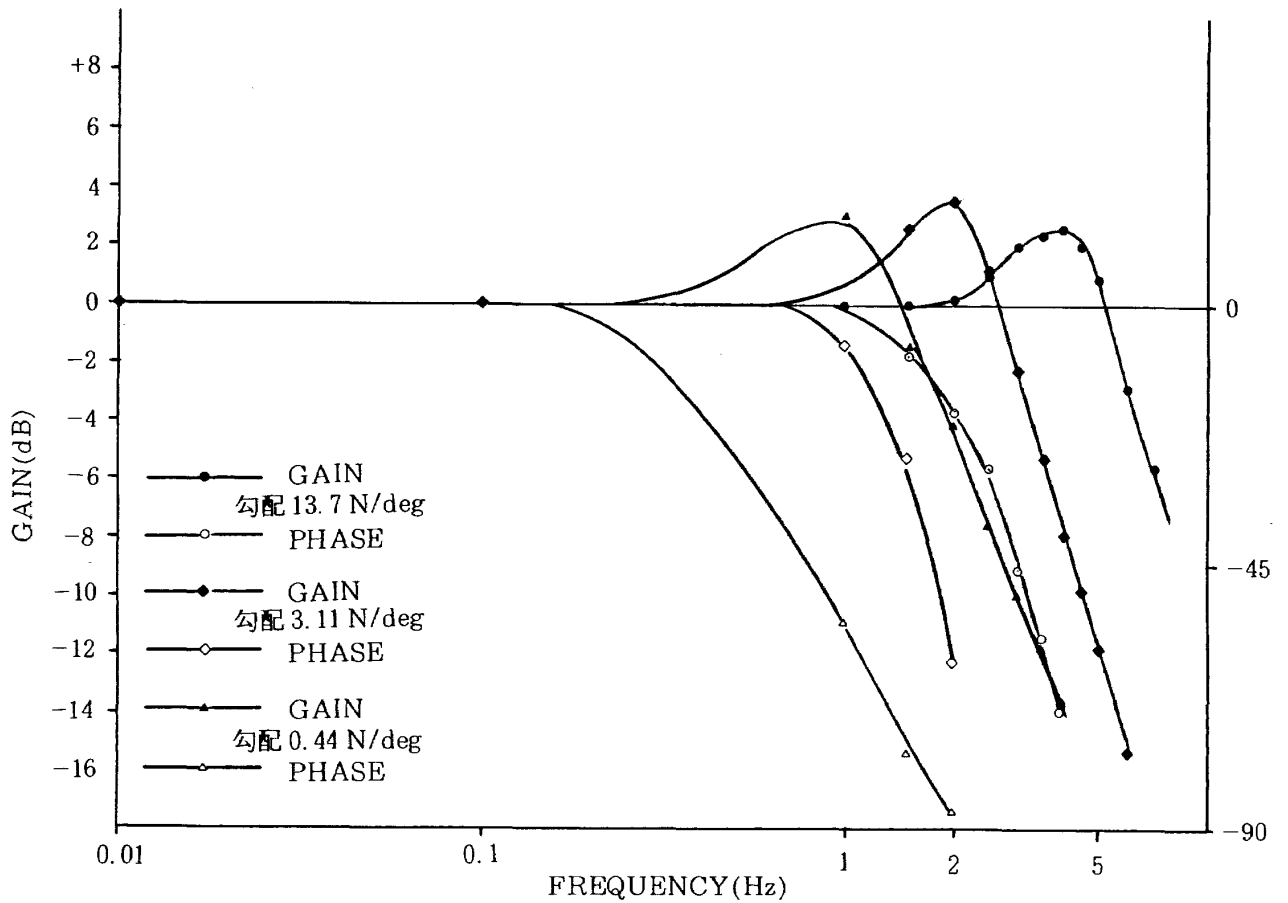


図22 操舵反力模擬負荷装置周波数特性 (ホイール)

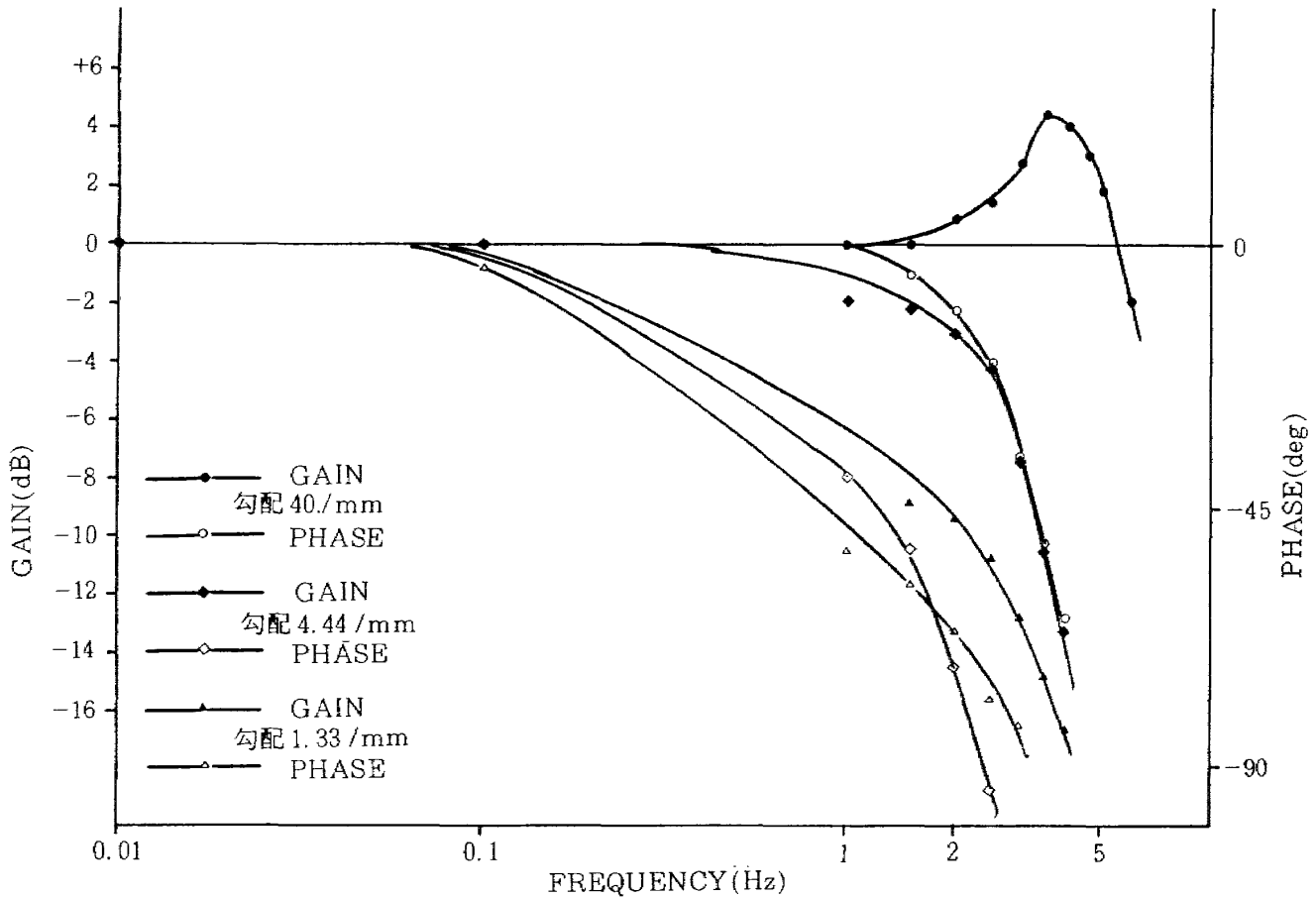


図23 操舵反力模擬負荷装置周波数特性 (ペダル)

チは通常はオフ状態 (コックピット計算機側) で使用する。C/L チェック・スイッチオンにより, コックピット計算機で出力している電圧に代わり自らアナログ電子回路で発生する電圧に切替わる。これにより不具合が除去されない場合は, 不具合の原因が本装置側に起因すると判定される。

また三蛇の干渉から発生すると思われる不具合については負荷模擬を単独に遮断するスイッチを設け, それぞれの蛇を独立に作動可能とした。これにより各舵単独での整備性の向上を良くした。

図 24 にチェック回路のスイッチ表面図を示す。

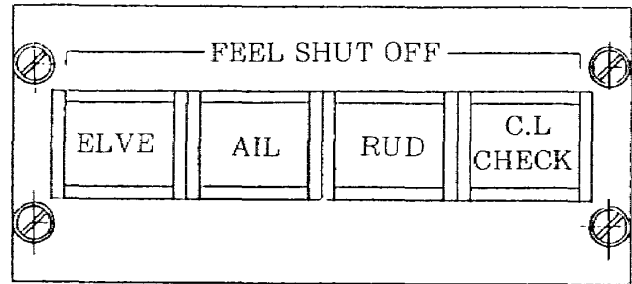


図24 フィール・チェック・スイッチ・パネル表面図

- スピードブレーキ・レバー
- USB フラップ・モニタ・レバー
- ピッチ・トリム・ホイール

の 10 系統である。以下これらレバーの動特性について記述する。

まず初めにこれら一連の解析方法について以下に述べる。

図 3 に示した飛行運動計算機 (MV/ 8000) とコックピット計算機 (S/ 250) とを使用する。先ず飛行

#### 4.4 サーボレバー類の動特性

先に述べた操縦操作装置のうちでサーボ駆動機構を採用しているものは

- 1) 油圧式: コラム, ホイール, ペダル
- 2) 電気式: スロットル・レバー No.1 ~ No.4

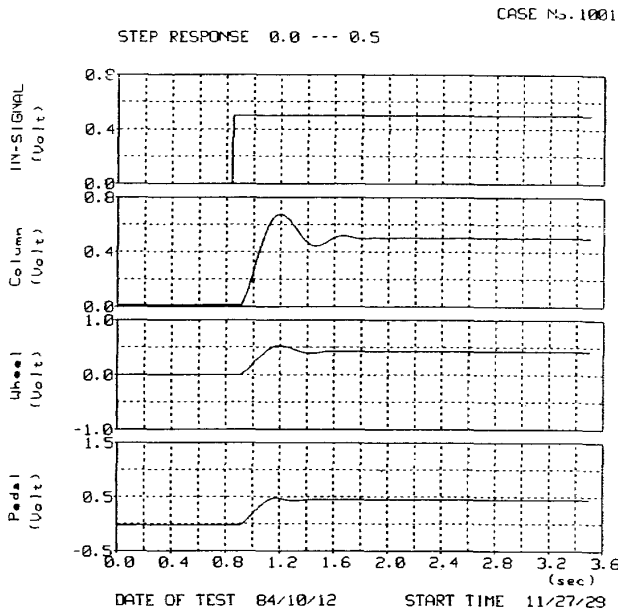


図25-1 ステップ応答 (コラム, ホイール, ペダル)

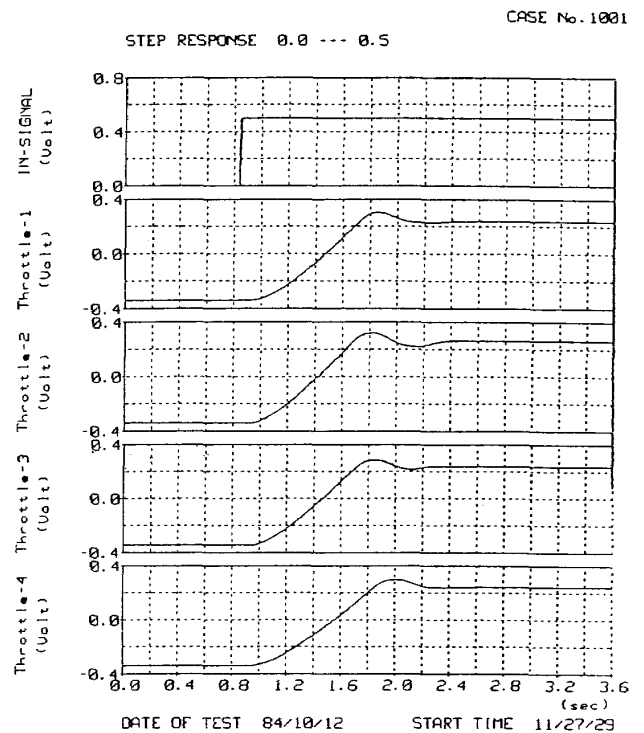


図25-2 ステップ応答 (スロットル・レバー)

運動計算機で駆動信号を発生し、コックピット計算機に転送する。

コックピット計算機はリンケージ A<sub>0</sub> を通して対応するレバーに駆動信号を送る。レバーはサーボ回路 (アンプ) により所定の位置まで駆動される。駆動と同時にレバー位置は位置検出器 (ポテンショメータ) により出力されリンケージ A<sub>i</sub> を通してコックピット計算機に取込まれる。

取込まれたポジション信号は飛行運動計算機に転送され、駆動信号と同時に保存 (セーブ) し、後処理した。この間の伝送遅れ時間はイタレーション・サイクルを 20 msec とした場合、最短 20 msec であることが計測された。位相遅れの時間計測にはこの伝送遅れ時間が含まれているが、現実の使い方に支障が無いと判断できるので、ここではこの時間を含んだ形で位相遅れを計算した。

なお、セーブデータの解析は、データ・ハンドリング・システム (DHS)\*<sup>5)</sup> を使用した。

イ) ステップ応答

\*<sup>5)</sup> : DHS: Data Handling System

セーブ・ボータの解析ソフトウェアで、グラフィックディスプレイに時歴、クロス・プロットの出力、ラインプリンタに統計処理結果、セーブ・データの出力などの機能をもっている。

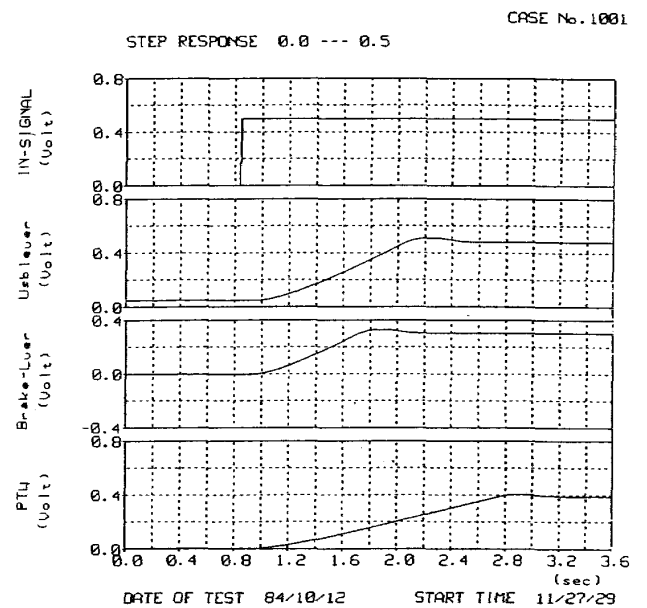


図25-3 ステップ応答 (USB モニタ・レバー, スピード・ブレーキ・レバー, ピッチ・トリム・ホイール)

各系統とも入力信号として最大入力(5V)を印加し、立上り、立下りの2回記録した。

全ての特長として二次の振動系であることが分る。さらにコラム, ホイール, ペダルの三舵については立上り時間が極端に短い(他と比べて)ことが分った。

表4 レバー類の応答遅れ時間

レバー名	遅れ時間
コラム	0.04 sec
ホイール	0.04
ペダル	0.04
スロットルNo.1	0.06
スロットルNo.2	0.06
スロットルNo.3	0.06
スロットルNo.4	0.06
USBモニタ・レバー	0.10
スピード・ブレーキ・レバー	0.06
ピッチ・トリム・ホイール	0.12

図25-1~3にステップ応答図を示す。また表4に各レバーの応答遅れ時間を示す。

ロ) 周波数応答

コラム、ホイール、ペダルについての周波数特性は4.3項で述べた。ここでは残りのレバー類について述べる。図26-1~4に各レバーの周波数特性を示す。

スロットルレバーとスピード・ブレーキレバーについては周波数の低い(0.1 Hz ~ 0.5 Hz)領域で、ゲインが不足している。これは、主としてレバーの摩擦によるものと思われる。低周波領域でのゲイン不足の例としてスロットル # 1の0.5 Hzにおける記録例を図27に示す。また、各レバーの1 Hzにおける記録例を図28-

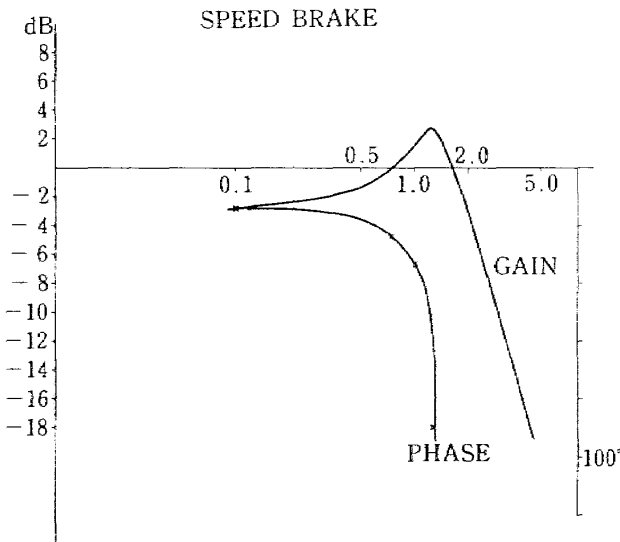


図26-1 周波数特性 (スロットル・レバー・No. 1)

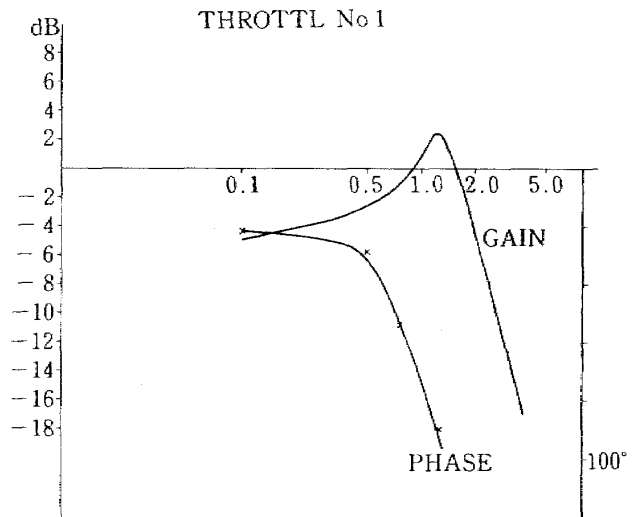


図26-3 周波数特性 (スピード・ブレーキ・レバー)

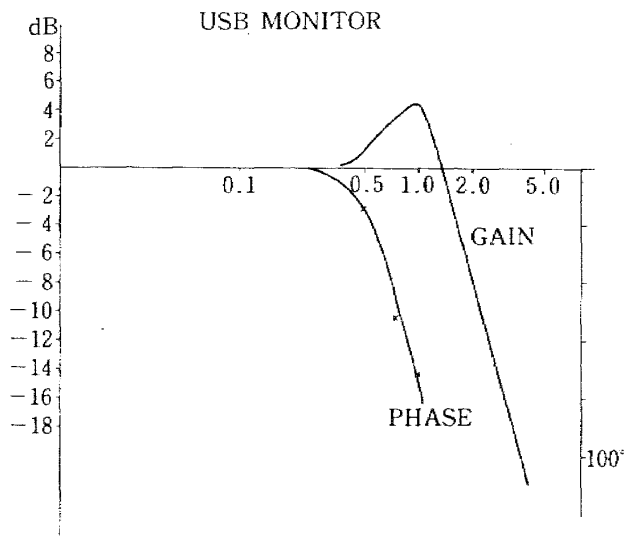


図26-1 周波数特性 (USB モニタ・レバー)

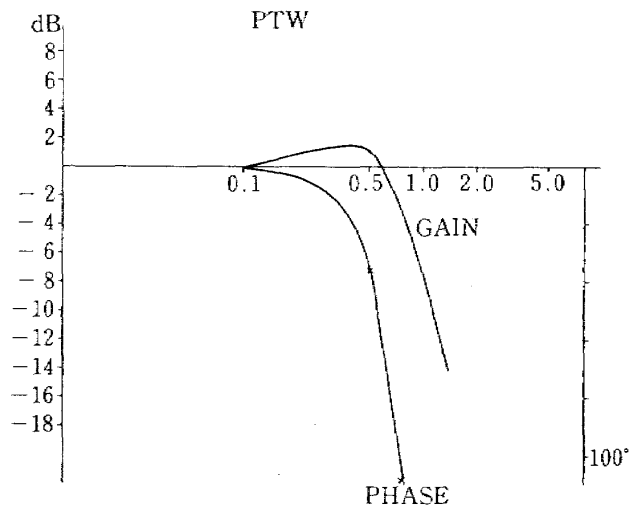


図26-4 周波数特性 (ピッチ・トリム・ホイール)

CASE No. 2

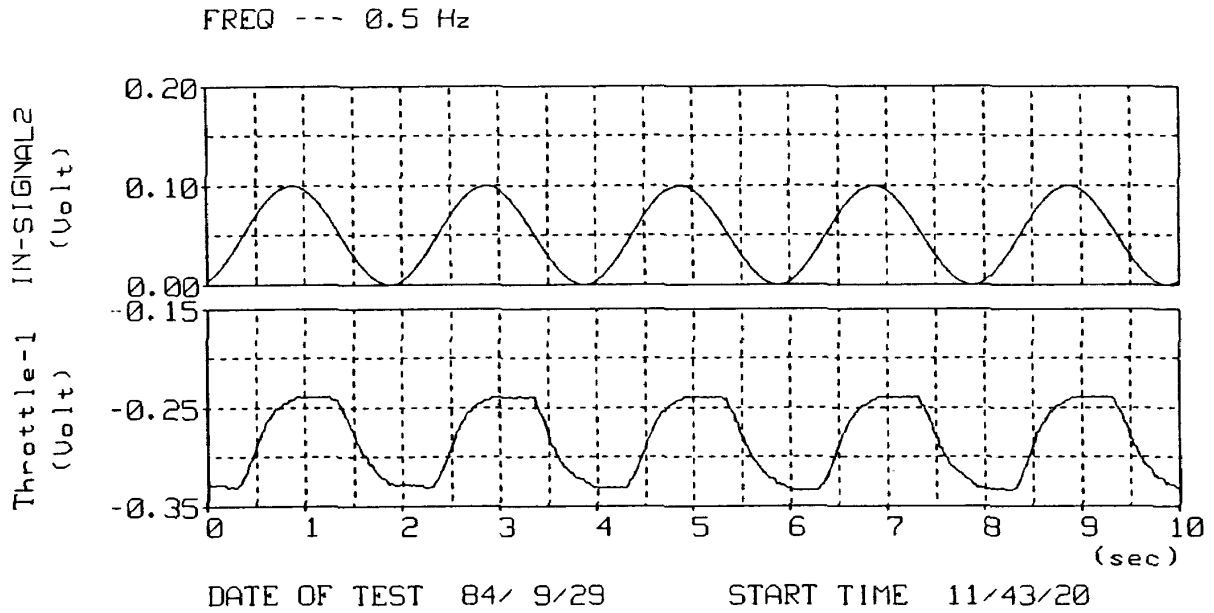


図27 周波数応答入出力波形記録例

(スロットル・レバー・No. 1, 0.5 Hz)

CASE No. 4

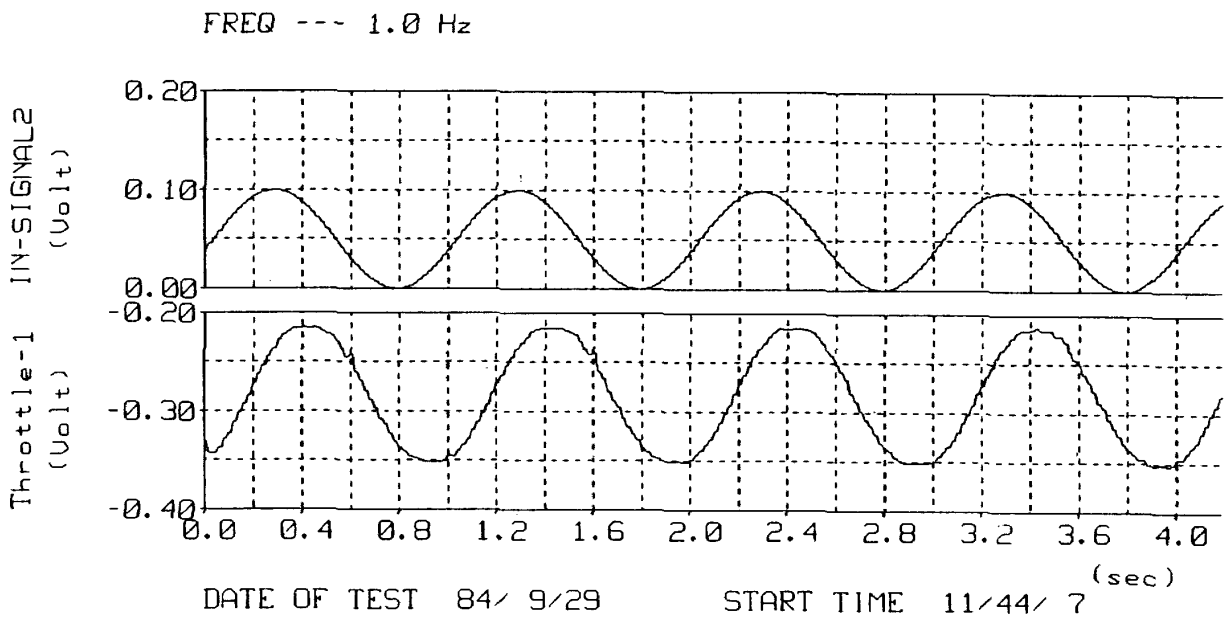


図28-1 周波数応答入出力波形記録例

(スロットル・レバー・No. 1, 1.0 Hz)

1～4に示す。

つぎにこれら諸特性について検討する。ステップ応答、周波数応答とも実機のレバー速度、エンジンの出力応答および通常の操作を考えると満足する性能を持っているものと考え。ただし、実際のシミュレーション形態を考えると例えばピッチ・トリム・ホイールのようにビー

ブ・スイッチ操作からホイール回転までに0.1～0.2秒位の遅れ(計算機の処理時間とサーボ系の遅れ)のあるレバーもあり、釣合(トリム)制御のように精密な操作に多少の困難さがあることがパイロットから指摘されている。

CASE No. 4

FREQ --- 1.0 Hz

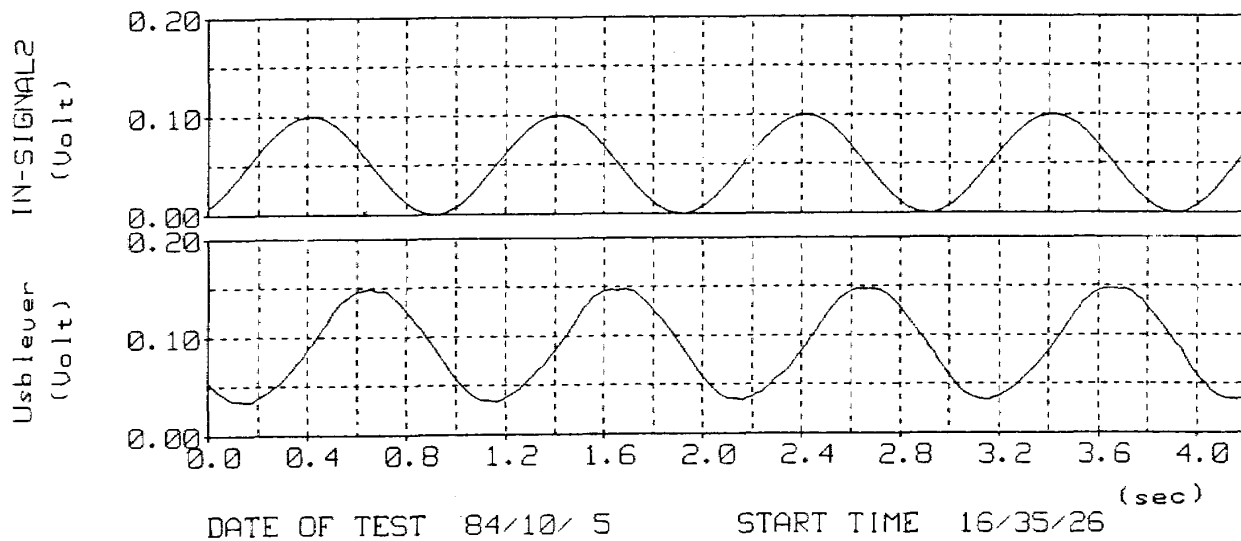


図28-2 周波数応答入出力波形記録例  
(USB モニタ・レバー)

CASE No. 4

FREQ --- 1.0 Hz

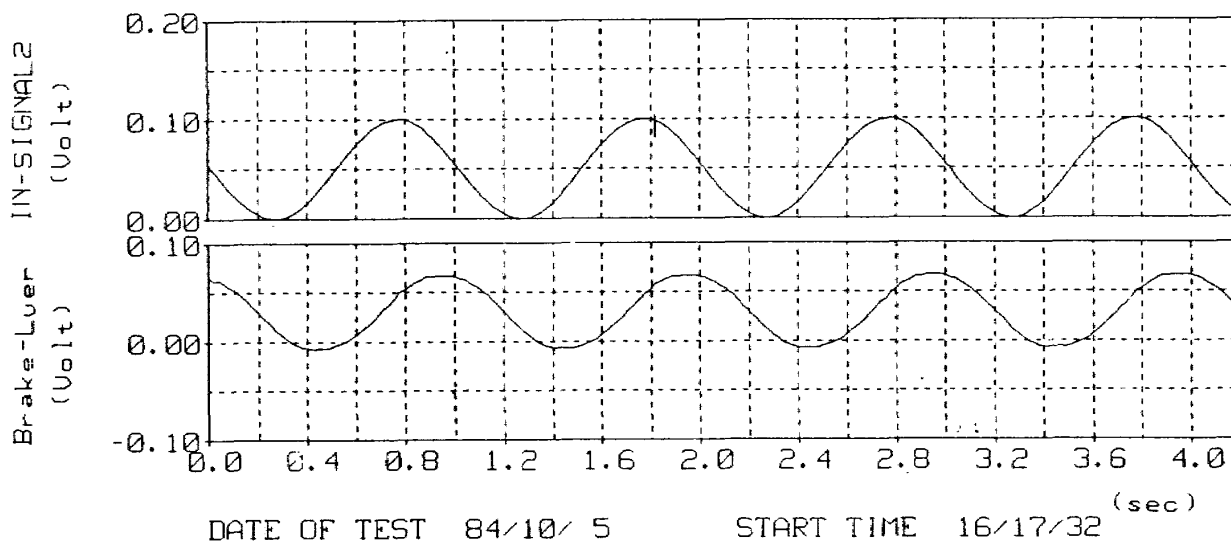


図28-3 周波数応答入出力波形記録例  
(スピード・ブレーキ・レバー)

#### 4.5 模擬計器

模擬操縦席装置で用意した各種計器の機能、指示内容、駆動方式等を表5に示す。計器盤全景は図5を参照していただきたい。また計器のほとんどは模擬計器方式を採用しており、信号変換器による実機計器は採用していない。計器参考図を図29～51に

示す。

#### 4.6 スイッチ、ランプ類

各種スイッチ、ランプ類の機能については取扱説明書<sup>10)</sup>、入出力対応表を参照していただきたい。ここで用意したスイッチ、ランプ類の種類、機能を

CASE No. 4

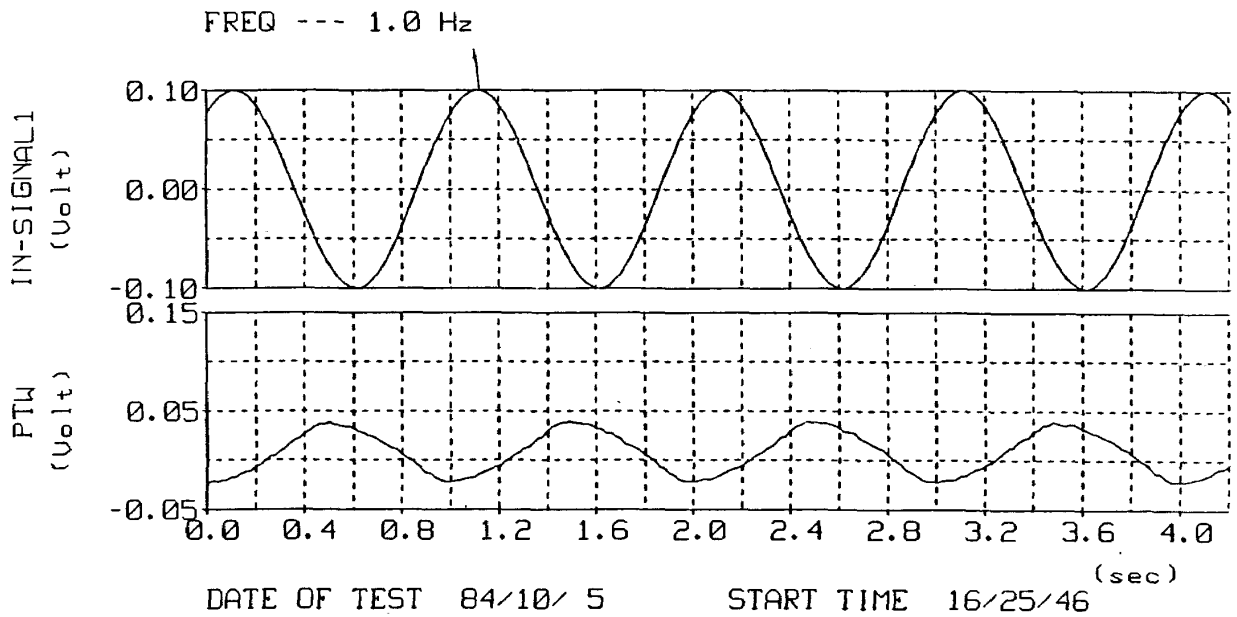


図28-4 周波数応答入出力波形記録例  
(ピッチ・トリム・レバ々)

表 6 に、パネル参考図を図 52 ～ 66 に示す。

## 第 5 章 制 御 卓

飛行シミュレーション試験設備の運転、制御、飛行状態の監視、各種試験条件の設定、初期条件の設定、模擬視界関係の制御等の機能を持った地上制御卓と操縦席内におけるモーションおよび操舵反力模擬負荷装置 (C/L) のオン・オフ、音響関係のコントロール等の機能を持った機上制御卓を設けた。地上制御卓、機上制御卓外観を図 67 に示す。

### 5.1 地上制御卓

#### 1) システム・コンソール盤

飛行運動計算機、コックピット計算機の起動、制御、プログラム開発、実行等を以下に述べるファンクション・スイッチ・ボックスと結合してシミュレータの制御を行うもので、2 台のコンソールから構成される。

これらコンソールには先に述べた通り 2 台の計算機で共用できる切換スイッチを設けた。

- D 200 型 \*<sup>6)</sup> コンソール: S/250 \*<sup>6)</sup>, MV / 6000 \*<sup>6)</sup> 用

- D 200 型コンソール : MV/6000, MV / 8000 \*<sup>6)</sup> 用
- ファンクション・スイッチ I: コックピット計算機 (S/250) 用で、プログラム開発、システムの起動、停止、シミュレーション・プログラムの選択等の機能を持っている。
- ファンクション・スイッチ II: 飛行運動計算機 (MV/6000, MV/8000) 用で、機能についてはファンクション・スイッチ I と同様である。図 68 にシステム・コンソール、ファンクション・スイッチ盤の外観を示す。

#### 2) 飛行監視用計器盤

模擬操縦席副操縦士席計器盤を移設可能とし、制御卓において飛行状況のモニタを可能とした。飛行監視用計器盤の外観を図 69 に示す。図の左側は副操縦席計器盤、右側は EADI の装着された状態を示す。また、操縦席模擬音を制御卓においても聴けるように、スピーカ、音量調節用ボリュームと模擬音のオン・オフスイッチを設けた。

\*<sup>6)</sup> : 日本データゼネラル社製型番

表5 各種計器と信号、駆動方式

計器名	機能	指針名称	指示名称	駆動方式	参考図		
姿勢命令指示器	機長側ADIには、ピッチ・トリム・ノブ機能があり、バイロットの目の高さにより、予めピッチ角の零補正が可能にしてある。副操縦席側ADIのピッチ・トリム・ノブは、機能しない。	ピッチ角	±60°	シクロ・サーボ	図29		
		バンク角	±90°	シクロ・サーボ			
		ピッチ・コマンド・リリフ	±1.0	電流計			
		ロール・コマンド・リリフ	±1.0	電流計			
		G/S デベーション	±3ドット	電流計			
		旋回計	±2.5巾	電流計			
		スリップ指示	±2.5 <sup>分</sup> 〜	DCサーボ			
		ピッチ・トリム・ノブ					
		図式偏位指示器	コース・ノブ、ヘディング・ノブ設定機能は模擬している。	AZIMUTH CARD	0 2π	シクロ・サーボ	図30
				コース偏位	±2ドット	電流計	
選択ヘディング指標	0 2π			シクロ・サーボ			
選択コース指針	0 2π			シクロ・サーボ			
ツーフロム指針	T0、0、FROM			電流計			
ヘディング・セット・ノブ							
コース・セット・ノブ							



表 5 続き

磁方位 指示器	図中、ADF、VORの切換ノブはダミーである。	コンパス・カード	n 2 π	シンクロ・サーボ	図 31
対気 速度計	対気速度計はIAS指針(白色)と速度ポインタ(黄色)の2針計で、速度ポインタ指針は、他からの入力(例えばば計算機)により設定速度等を指示することができる。	#1 指針	n 2 π	シンクロ・サーボ	図 32
		#2 指針	n 2 π	シンクロ・サーボ	
対気 高度計	指針は回転針と1000ft単位のデジタル表示器が付いている。気圧設定ノブはダミーであり気圧表示は、29.92inHgに個定である。	速度指針	450KT	DCサーボ	図 33
		速度ポインタ	450KT		
電波 高度計	指針の他にデジジョン・ハイト(決定高度)設定ノブ兼テラノブ・スイッチおよび低高度(決定高度以下)表示ラノブが用意されている。低高度表示ラノブは、デジジョン・ハイト・ポインタに設けてある接点と、指針に設けてある接点とが電氣的に接続され、点灯する。また、計器単体の機能確認を目的としたALTテスト・スイッチをON にすることにより予めセットした高度指示を行うことができる。	気圧高度指針	8000FT	シンクロ・サーボ	図 34
		電波高度指針	5000FT	DCサーボ	
		H D設定(スト・ノブ) ALT LOW ランプ			
昇降率計	機体の上昇、降下を示す計器である。	昇降率指針	±6000FT	DCサーボ	図 35
トリム 指示器	ラダー・トリム、エルロン・トリム、エレベーター・トリムの三舵のトリム量を指示する。	ラダー・トリム 指針	±1.0	電流計	図 36
		エルロン・トリム 指針	±1.0	電流計	
		エレベーター・トリム 指針	±1.0	電流計	
スポイラー 位置 指示器	両翼スポイラー(抵抗板)の舵角位置表示用として、本シミュレータ用に製作したものである。	左スポイラー	60°	電流計	図 37
		右スポイラー	60°	電流計	

表5 続き

計器名	機能	指針名称	指示名称	駆動方式	参考図
DME 指示器	NO.1、NO.2 DME計としてLED数値表示方式を採用した。	NO.1 DME NO.2 DME	0.1~99.9 0.1~99.9	LED数値表示 LED数値表示	図 38
CAS計	校正対気速度(CAS)計としてLED数値表示方式による指示器を、機長IAS計の上部と補助計器盤上に設けた。	CAS	0~99	LED数値表示	図 39
垂直 加速度計	Nz計は、2針式を採用し白針は通常指針、黄針は最大指針として使用可能。	Nz 白 Nz(MAX) 黄	+6~-4° +6~-4°	DCサーボ DCサーボ	図 40
迎角計	迎角( $\alpha$ )計は、2針式の計器で白針は通常指針、最大指針として使用可能。	$\alpha$ 白 $\alpha$ (MAX) 黄	+40~20° +40~20°	DCサーボ DCサーボ	図 41
横滑角計	横滑角( $\beta$ )計として1針式の計器を中央計器盤左側に設けた。	$\beta$	$\pm 30^\circ$	電流計	図 42
径路角計	径路角( $\gamma$ )として1針式の計器を中央計器盤左側に設けた。	$\gamma$	$\pm 20^\circ$	電流計	図 43
エンジン 関係計器	N <sub>1</sub> 、N <sub>2</sub> 回転計として1針式計器をそれぞれ4個、中央計器盤に設けた。 EGT(排気温度)計として1針式計器を4個、中央計器盤に設けた。 FF(燃料流量)計として1針式計器を4個用意した。 EPR計として1針式計器を2個用意した。	N <sub>1</sub> N <sub>2</sub> EGT FF EPR	0~110% 0~110% 0~860° 0~7000 <sup>PH</sup> 1.0~2.4	電流計 電流計 電流計 電流計 電流計	図 44 " 図 45 図 46 図 47

表 5 続き

フラップ計	外側フラップ、内側(USB)フラップ計としてそれぞれ各1個、中央計器盤に設けた。	OB FLAP USB FLAP	0~65° 0~80°	電流計 電流計	図 48
イレバ・タ・ フィール・トリム 計	STOL実験機にはエレベーター・ファイール・トリム機構が装備されている。このファイール・トリムにより操舵されたエレベーター舵角の表示計器を中央計器盤に設けた	イレバ・タ・フィール・トリム	±10°	電流計	図 49
スタビライザ 計	ピッチ・トリム・ホィールあるいはビーズ・スイッチにより操舵されたスタビライザ舵角の表示計器を中央計器盤に設けた。	STB	±15° ~ -10°	電流計	図 50
時計	三針式実機用時計を副操縦席に設けた。	時、分、秒		ゼンマイ	図 51

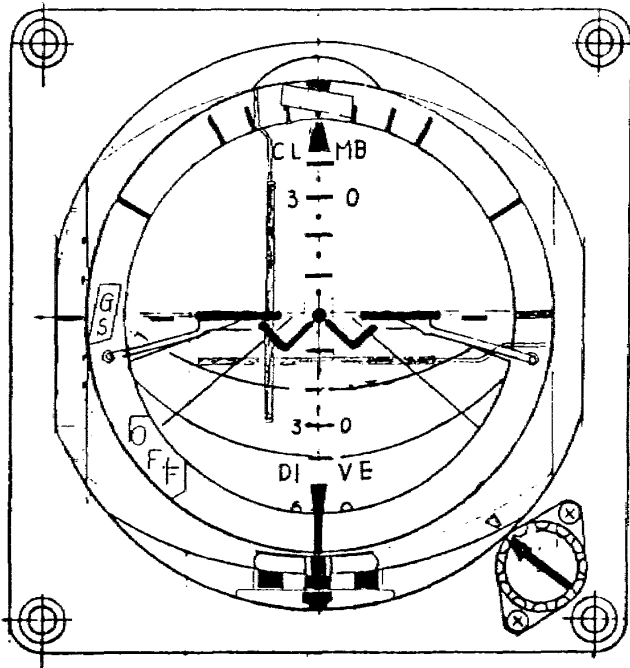


図29 姿勢命令指示器 (AD1) 表面図

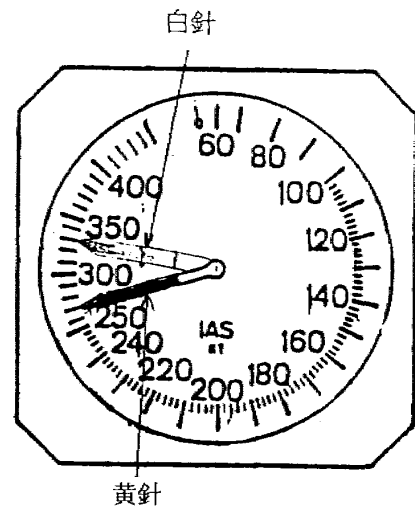


図32 対気速度計 (IAS) 表面図

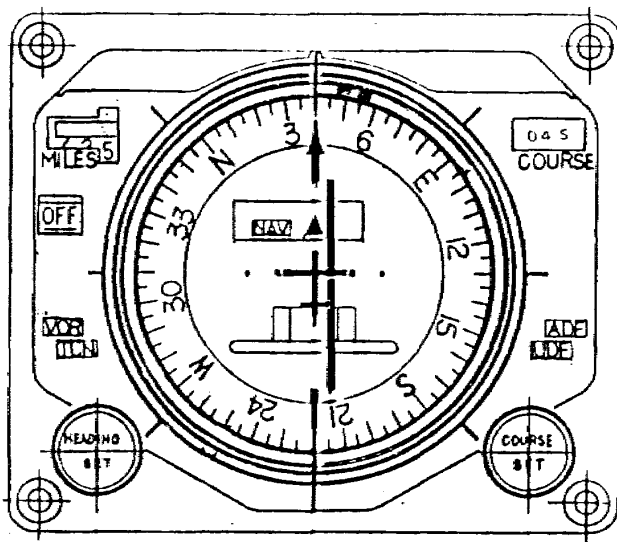


図30 図式偏位指示器 (PD1) 表面図

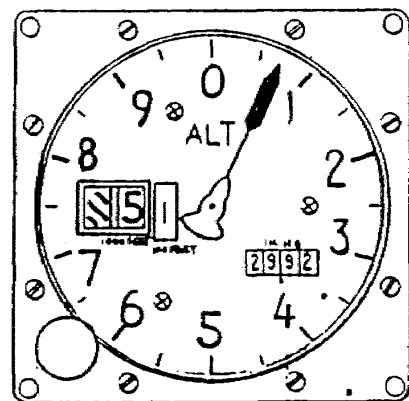


図33 気圧高度計 (ALT) 表面図

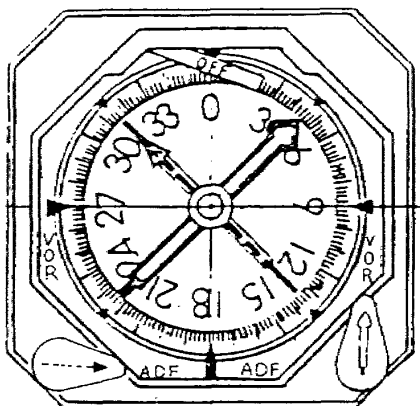


図31 磁方位指示器 (RM1) 表面図

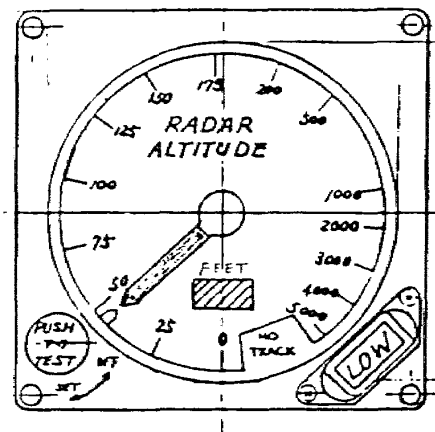


図34 電波高度計 (R-ALT) 表面図

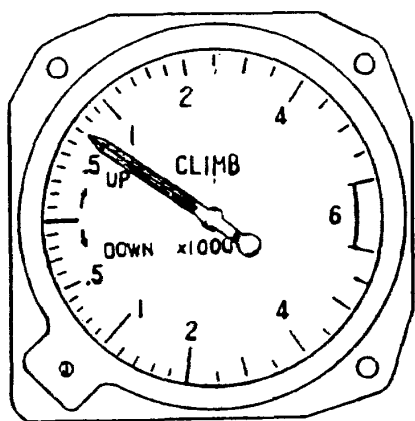


図35 昇降率計 (R/C) 表面図



図39 校正速度 (CAS) 計表面図

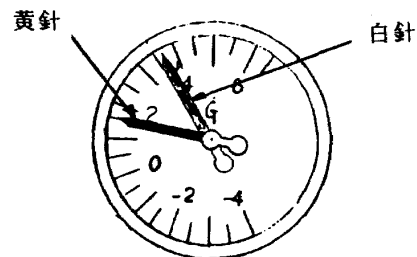


図40 垂直加速度 ( $M_z$ ) 計表面図

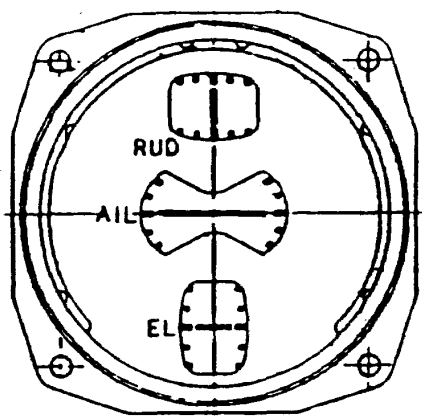


図36 トリム指示器表面図

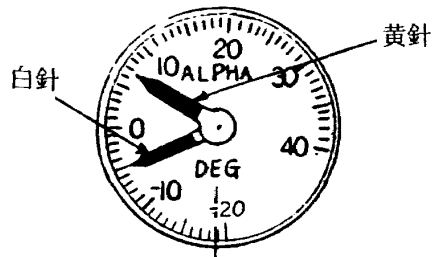


図41 迎角 ( $\alpha$ ) 計表面図

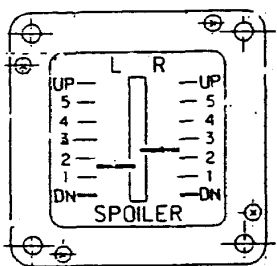


図37 スポイラ位置指示器表面図

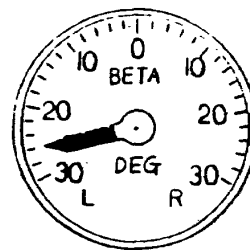


図42 横滑り ( $\beta$ ) 計表面図

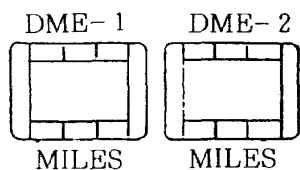


図38 距離計 (DME) 表面図

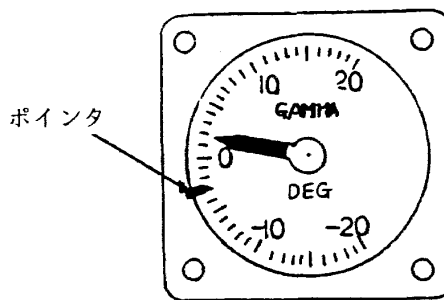


図43 径路角 ( $\gamma$ ) 計表面図

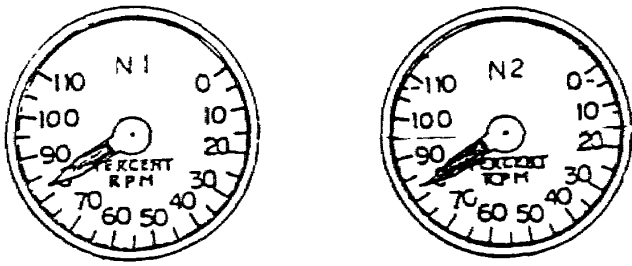


図44 N<sub>1</sub>、N<sub>2</sub>回転計表面図

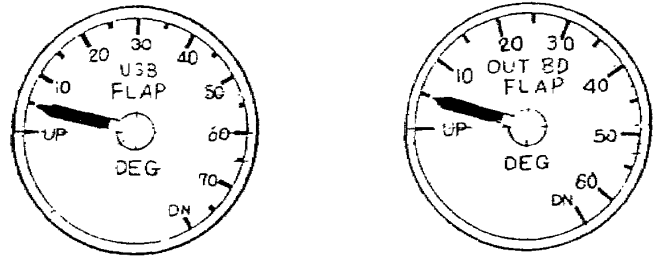


図48 フラップ計表面図

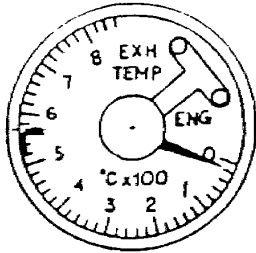


図45 排気温度 (EGT) 計表面図

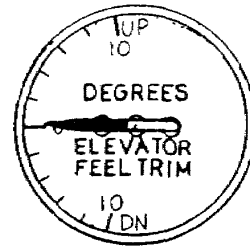


図49 エレベータ・フィール・トリム計表面図



図46 燃料流量 (FF) 計表面図

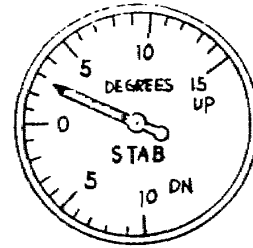


図50 スタビライザ指示計表面図

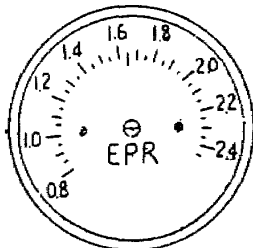


図47 EPR 計表面図

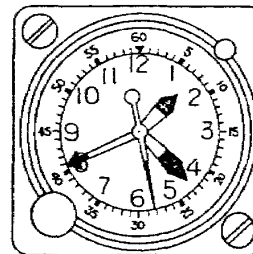


図51 時計表面図

- 3) グラフィック・ディスプレイ (NWX 230) <sup>\*7)</sup>  
 操舵力模擬負荷装置の操舵力設定，実時間データ表示，実時間関数生成（空力データ，エンジンデータ等の関数グラフ）等にグラフィック・ディスプレイを用いて入力，表示および修正を可能とした。グラフィック表示例を図70に示す。
- 4) 視界模擬関係パネル盤  
 視界模擬装置（第2期工事）関連の関係パネルとモニタ CRT を収納した。この機能について

では別稿で記述する。

- 5) シミュレータ・コントロール・パネル  
 シミュレータ・コントロール・パネルおよび次項に述べる汎用スイッチ・パネルの機能を表7に，外観図を図71に示す。
- 6) 汎用スイッチ・パネル  
 汎用的に使用可能なスイッチ（自称式：Doで点灯）を48点設けた。エンジン故障模擬，ハイドロ故障模擬等の使用が可能である。
- 7) 初期値設定パネル  
 シミュレーション模擬対象機の初期値，ガス

\*7)： 日本無線(株) 製型番

表6 スイッチ, ランプ類機能表

ロケーション	名 称	スイッチ					ランプ 色	参考図
		リリネート	ト-列-	ロ-列-	デ"列"	自照式		
ホイール	センタ スタンド	• ビツチ トリム スイッチ	○					図 7
		• エレベーター スイッチ	○					
		• フリーズ スイッチ	○					
		• エンジン スタート スイッチ (4個)	○					
		• エルロンド ウル スイッチ	○					
		• 汎用 スイッチ S <sub>1</sub> ~S <sub>3</sub>	○					
		• S <sub>4</sub> ~S <sub>6</sub>	○					
		• リセッ ト スイッチ	○					
		• フラ イー スイッチ	○					
		• フラ イー スイッチ	○					
• G/S ア ン グ ス イ ッ チ	○							
• 初期値入力スイッチ	○							
(X、Y、Z、φ、θ、ψ)								
• 定常風、ガスト入力スイッチ	○							
• 地上制御席操縦表示ランプ	○							
• A/F 関係スイッチ、ライト	○							
• A/D 関係スイッチ	○							
• F/H 関係スイッチ、ライト	○							
• V/N 関係スイッチ	○							
• D/C デイ ス コ ネ ク ト ス イ ッ チ								
• G/A デイ ス コ ネ ク ト ス イ ッ チ								
• F/P デイ ス コ ネ ク ト ス イ ッ チ								
• スピードレバー位置検出スイッチ								
計器盤	ランディングギヤ	○					図 60 図 61 図 62	
		○						





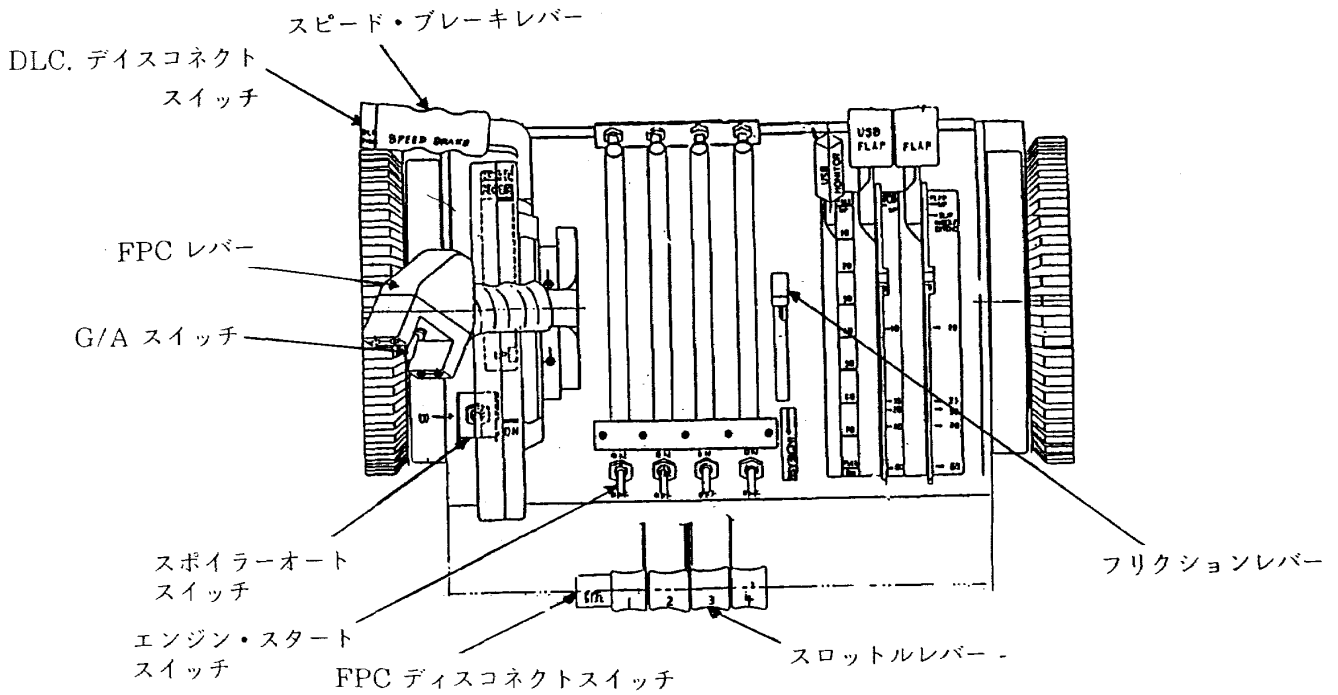


図52 センタ・クォーダント関係スイッチ配置図

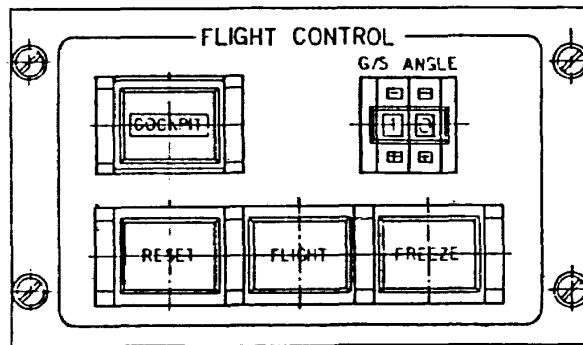


図53 フライト・コントロール・パネル表面図

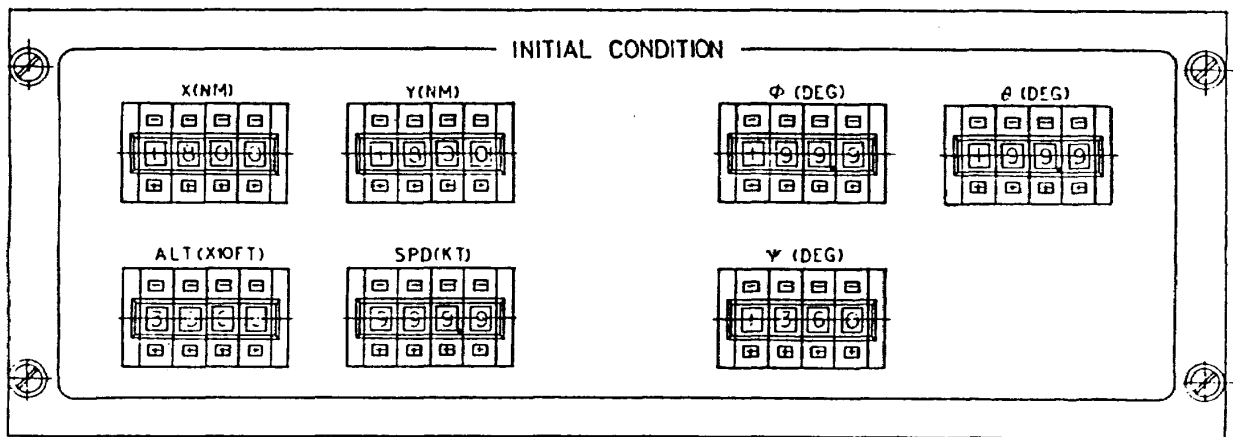


図54 初期値入力パネル表面図

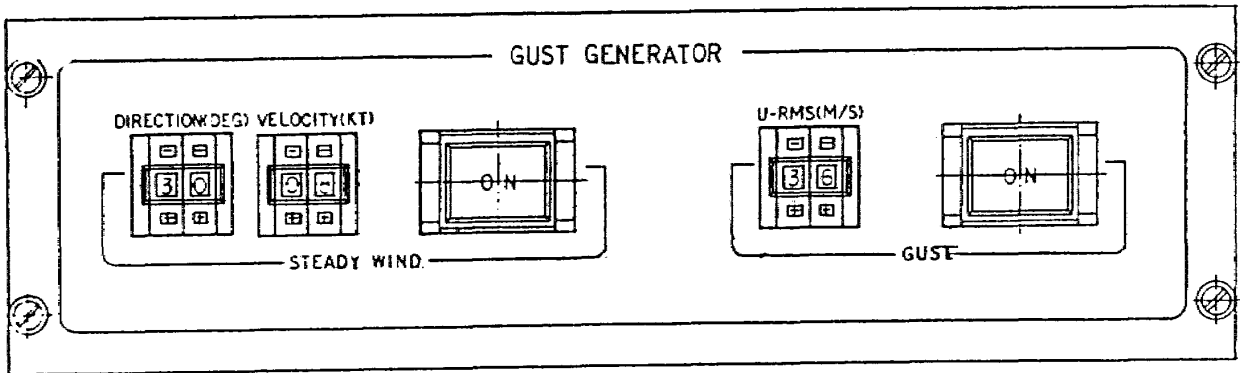


図55 ガスト・ゼネレータ・パネル表面図

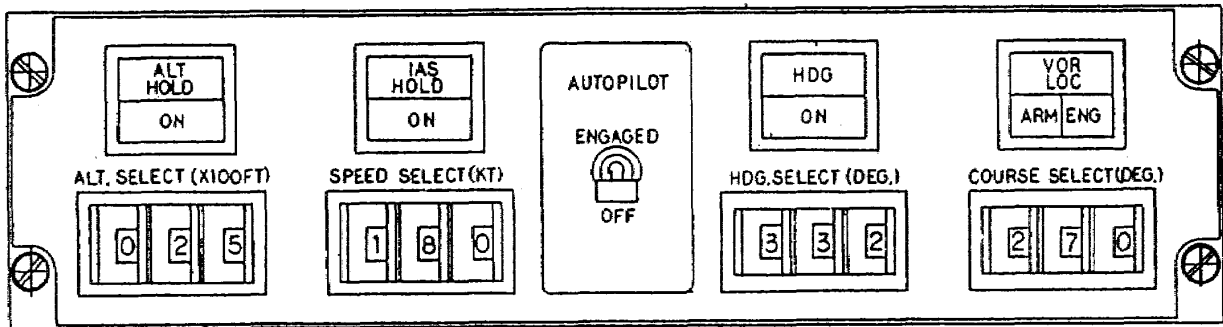


図56 AFCS 操作パネル表面図

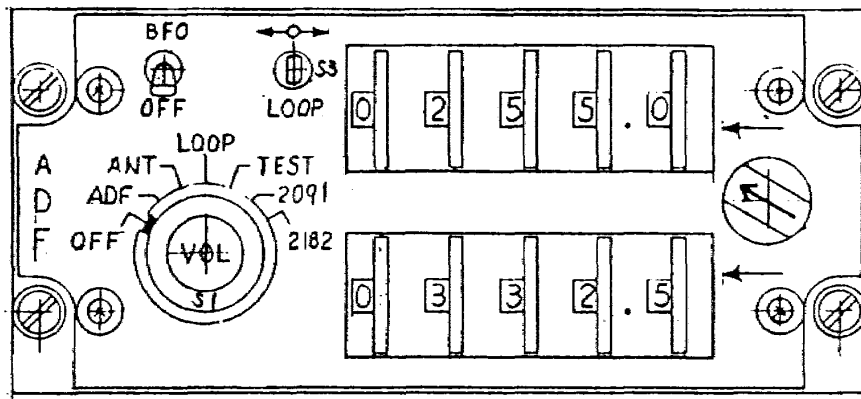


図57 ADF 操作パネル表面図

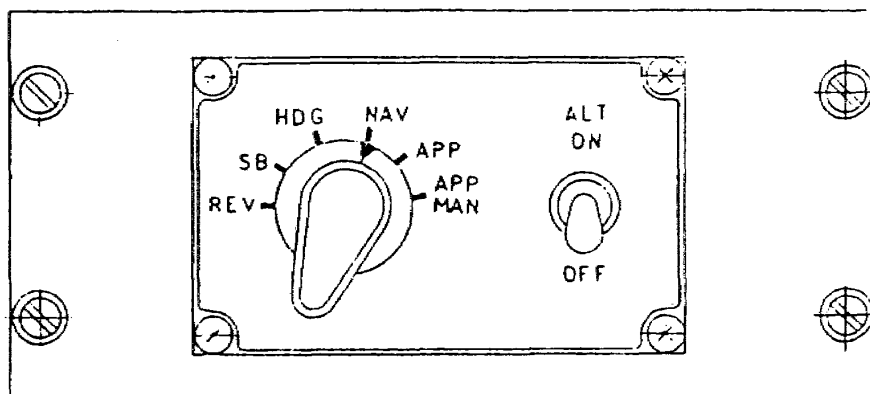


図58 フライト・ディレクタ操作パネル表面図

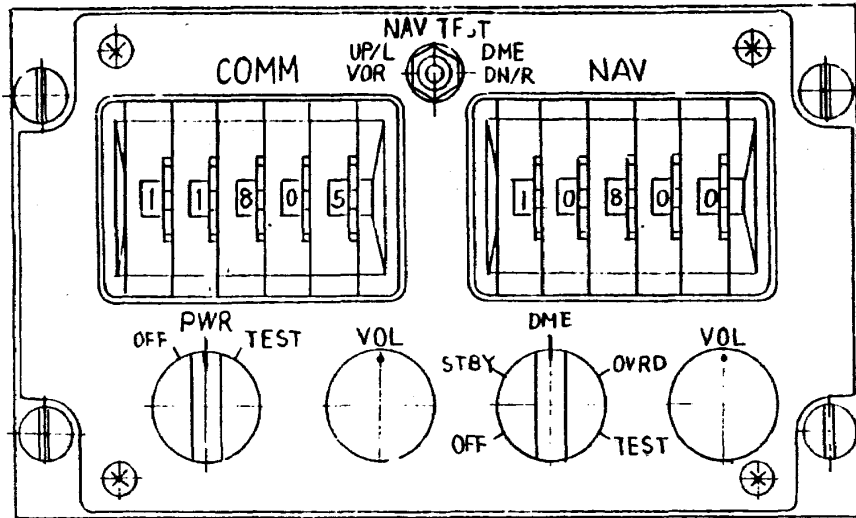


図59 VHF/NAV 操作パネル表面図 図60 計器盤関

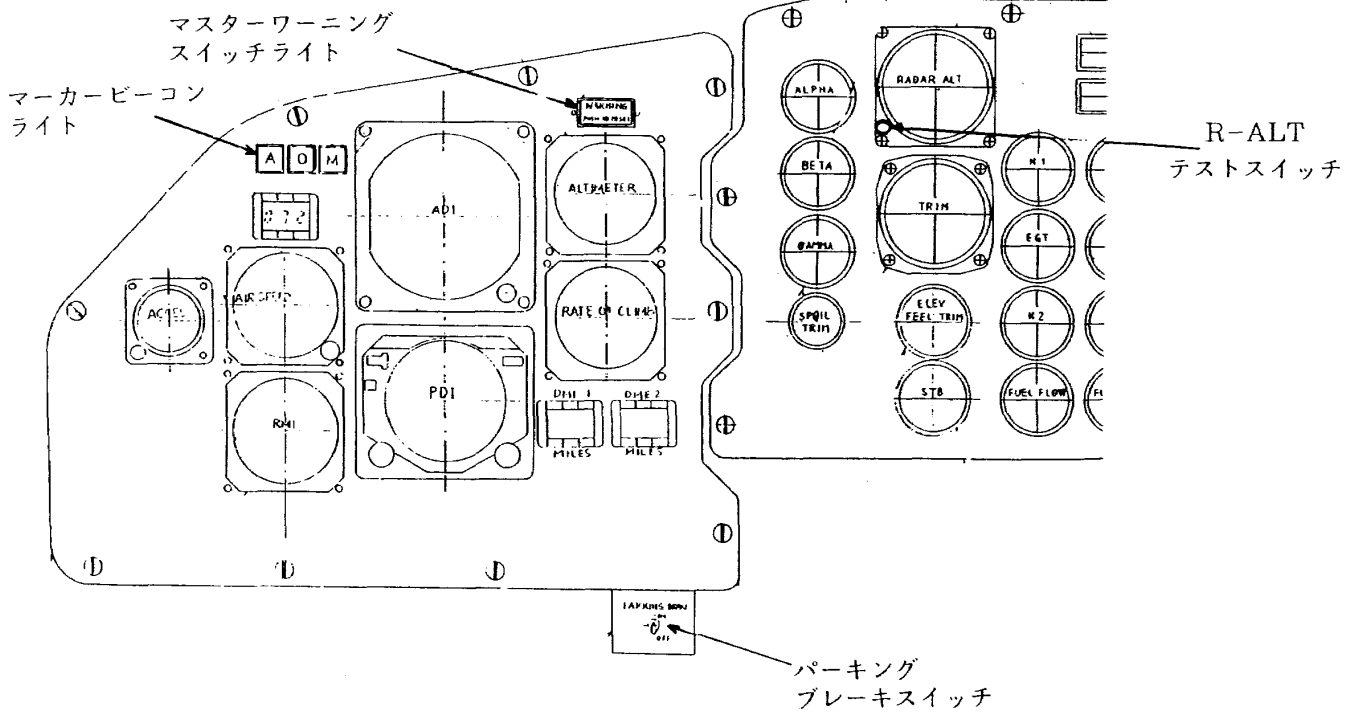


図60 計器盤関係のスイッチ，ライト類配置図

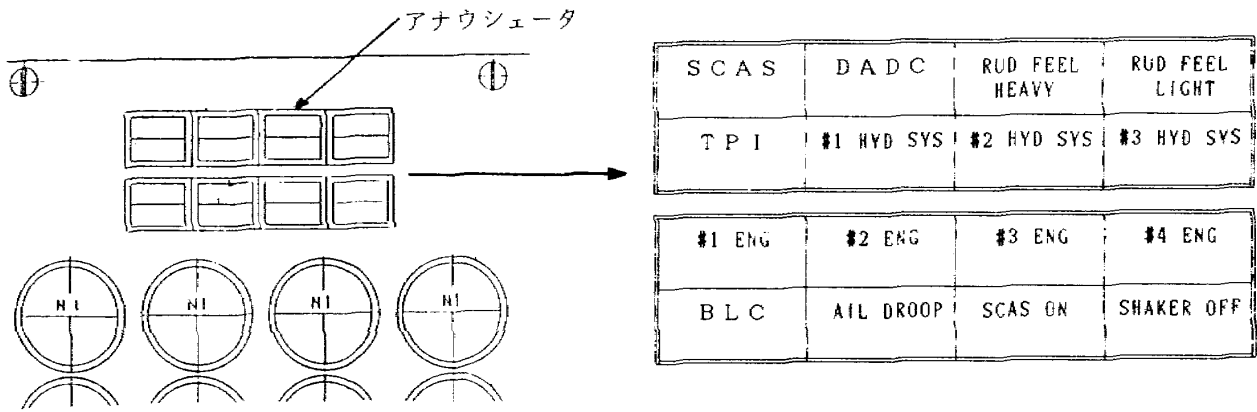


図61 ワーニング・アナウシエータ表面図

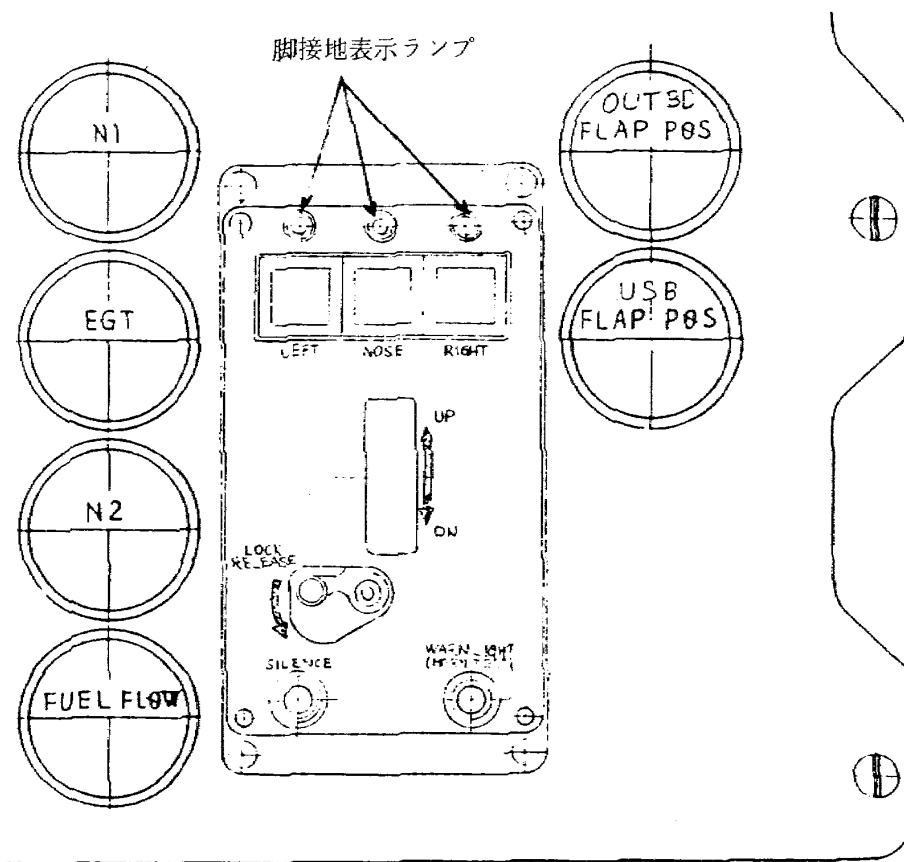


図62 降着装置関係ランプ配置図

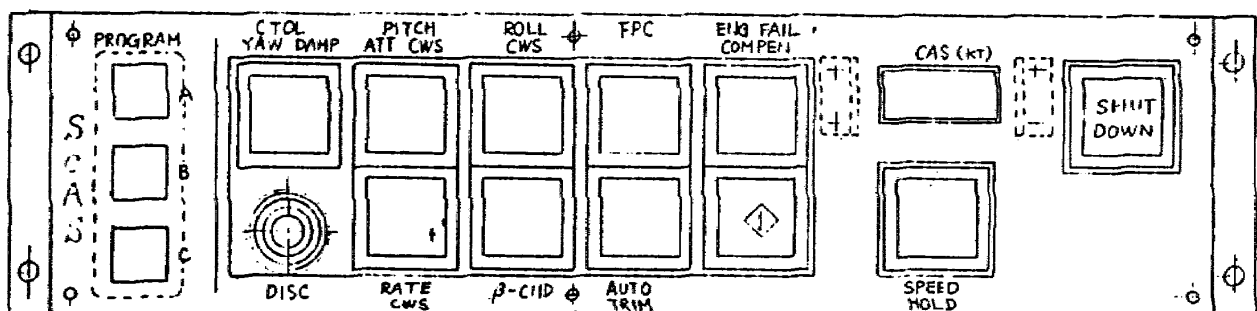


図63 SCAS 制御パネル表面図

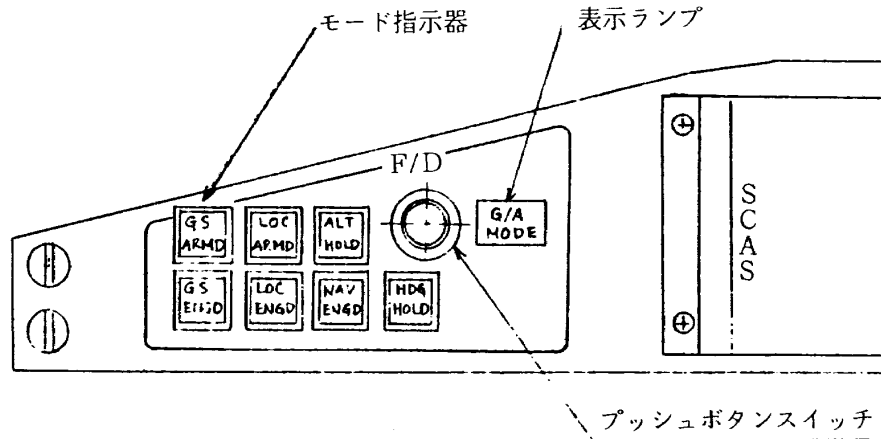


図64 フライト・ディレクタ表示器表面図

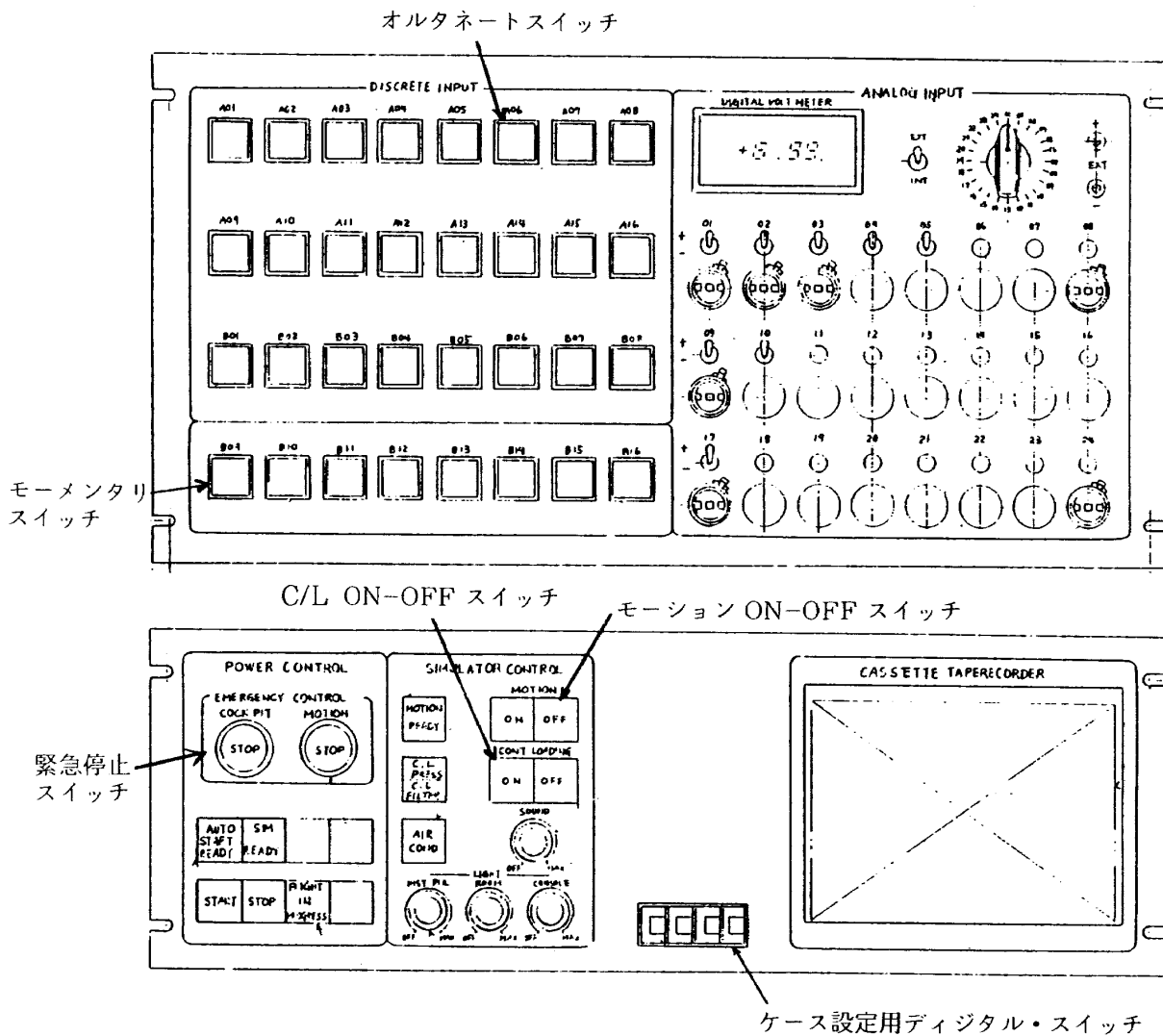


図65 機上制御卓関係スイッチ類配置図

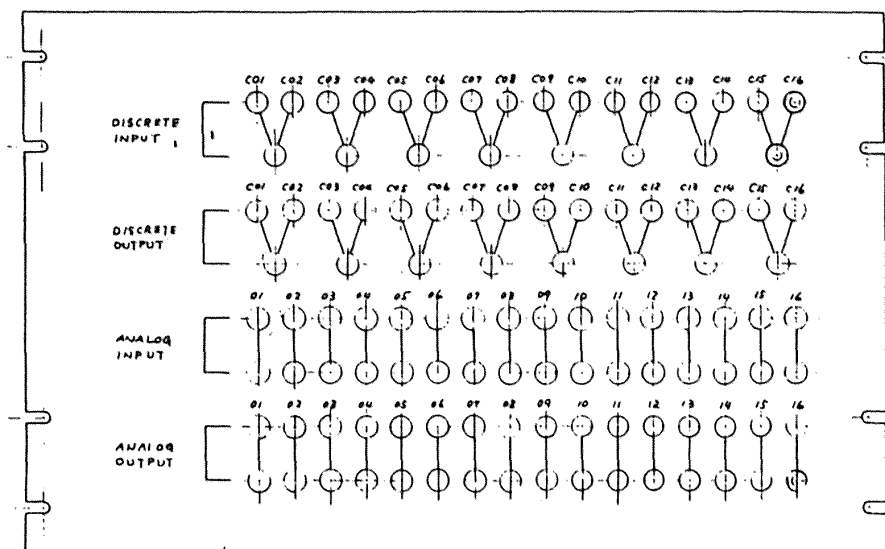
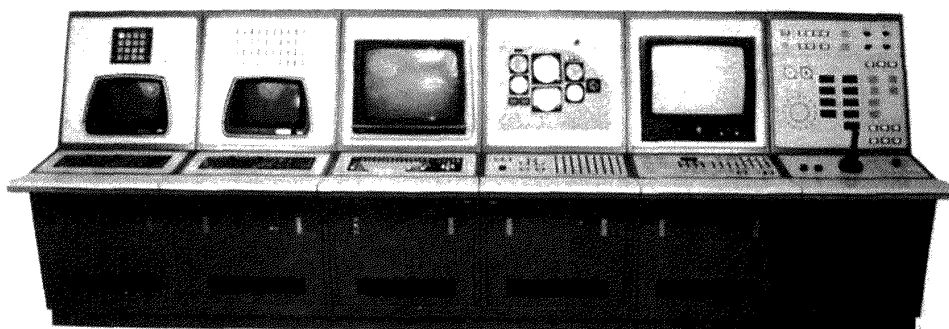
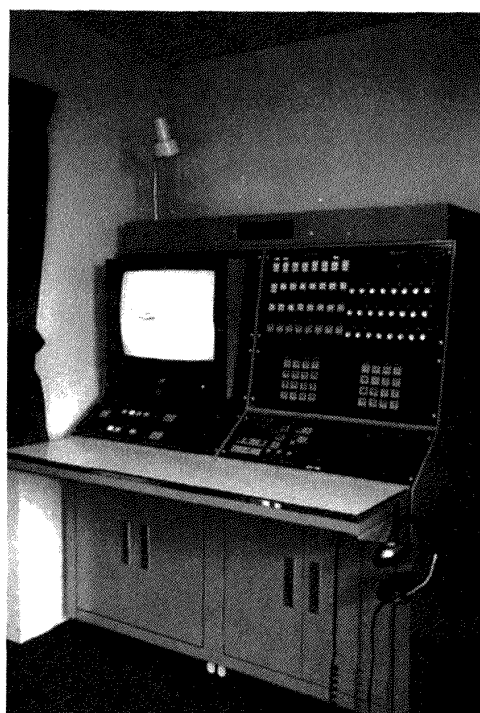


図66 補助端子盤表面図



(a) 地上制御卓



(b) 機上制御卓

図67 制御卓外観図

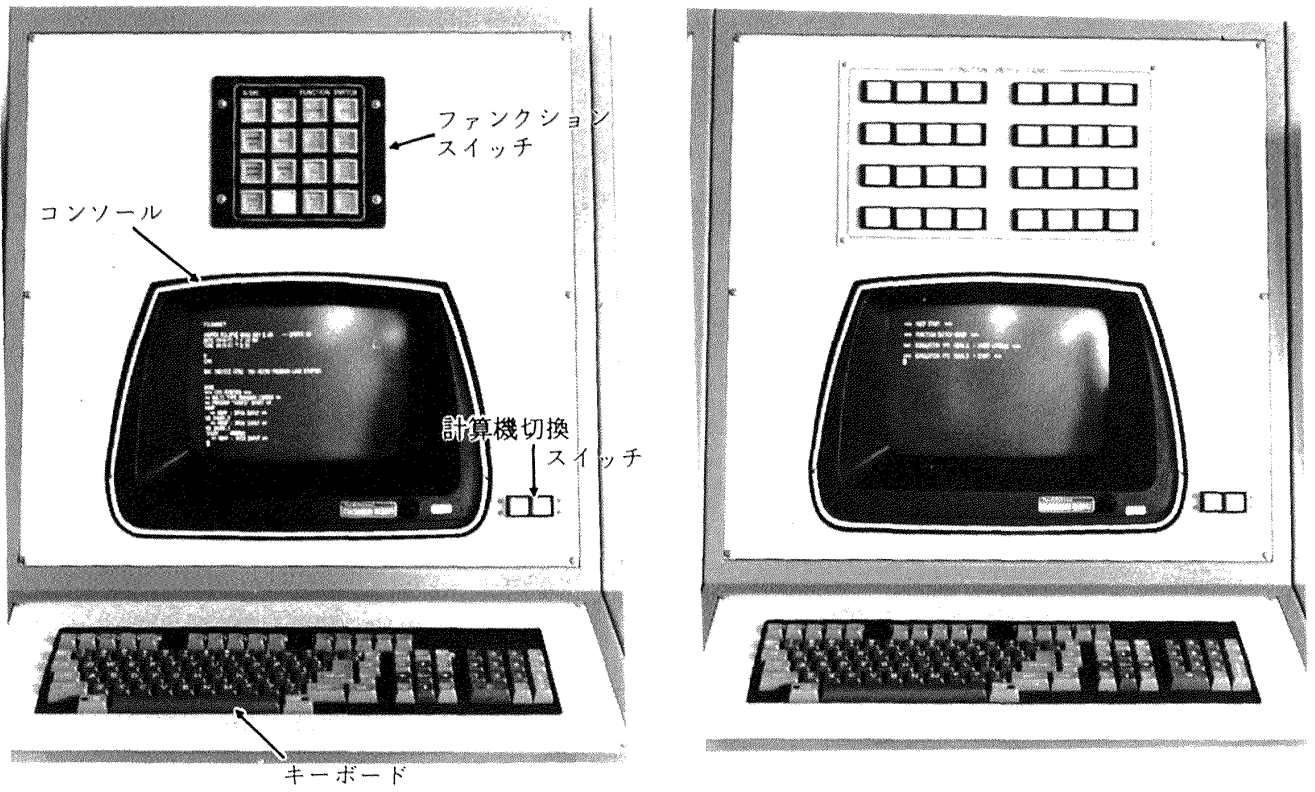
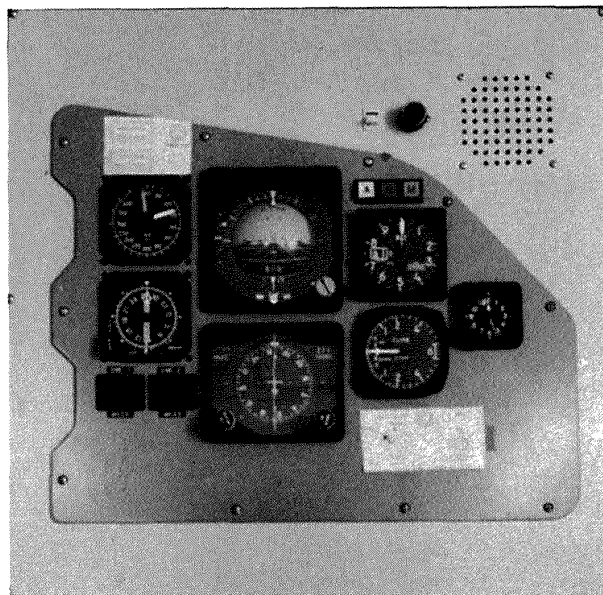
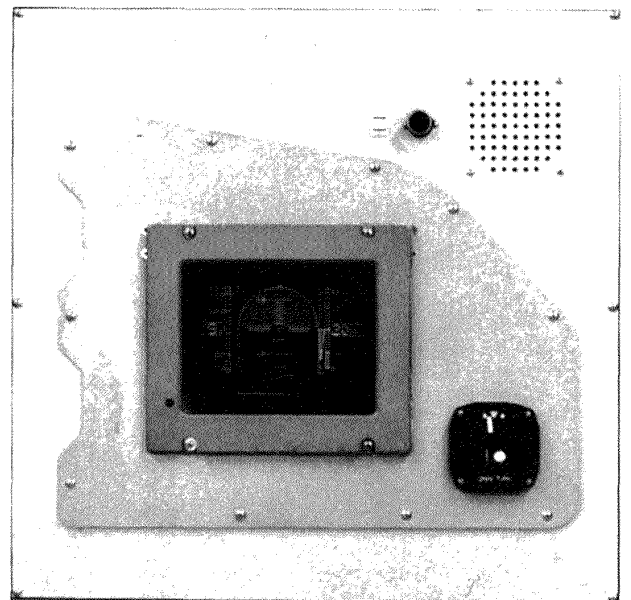


図68 システム・コンソール盤外観図



通常計器



(EADI 計器)

図69 計器モニタ・パネル外観図

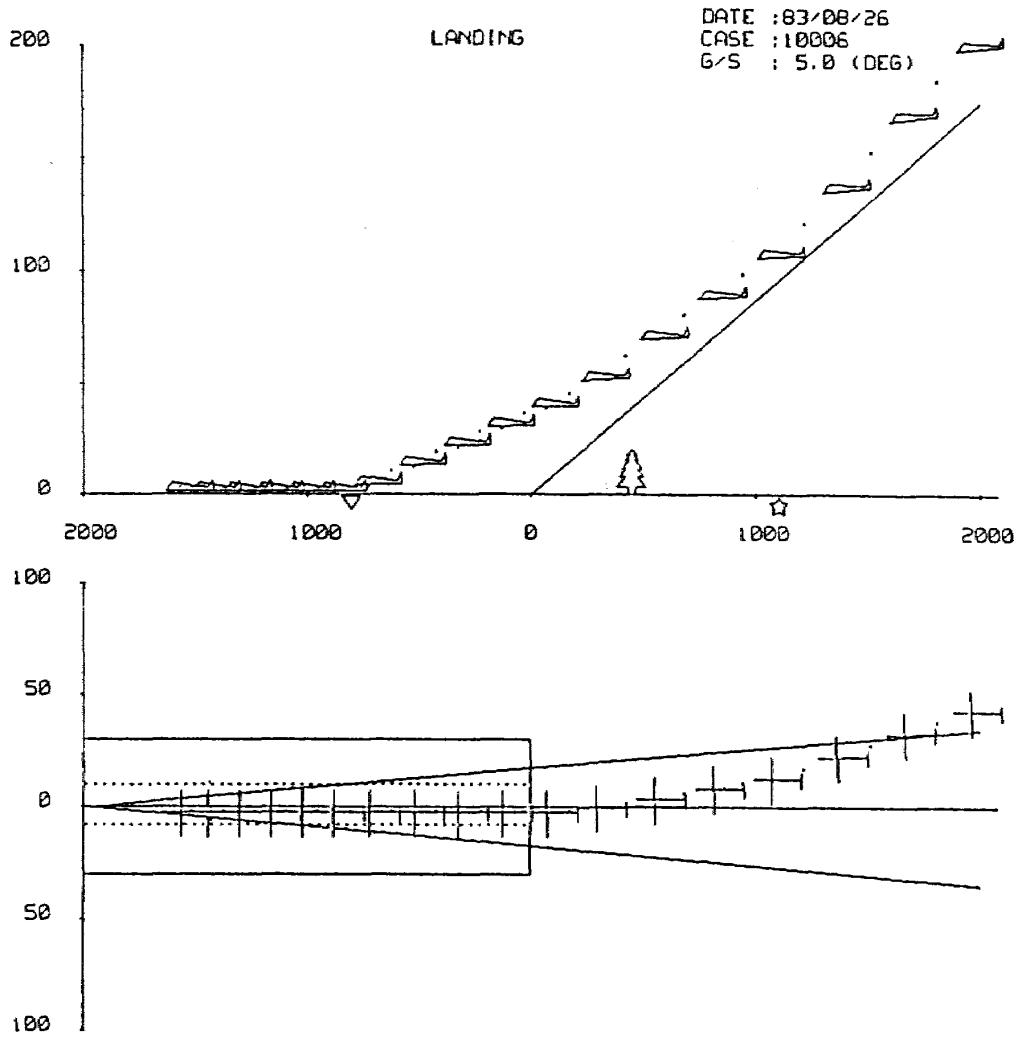


図70 グラフィック・ディスプレイ表示例  
(ILS 進入実時間表示)

表7 シミュレータ・コントロール・パネル機能表

スイッチ、ランプ名	機 能
OPE-CON POWER	制御卓電源のON-OFF
FLIGHT CONTROL	飛行運動計算機の制御権の選択（模擬操縦席側か制御卓側）、リセット、フライト、フリーズ
HYDR PRESSURE	操舵力用油圧源、モーション用油圧源の圧力正常表示ランプ
EMERGENCY	緊急時におけるモーション駆動装置の緊急停止



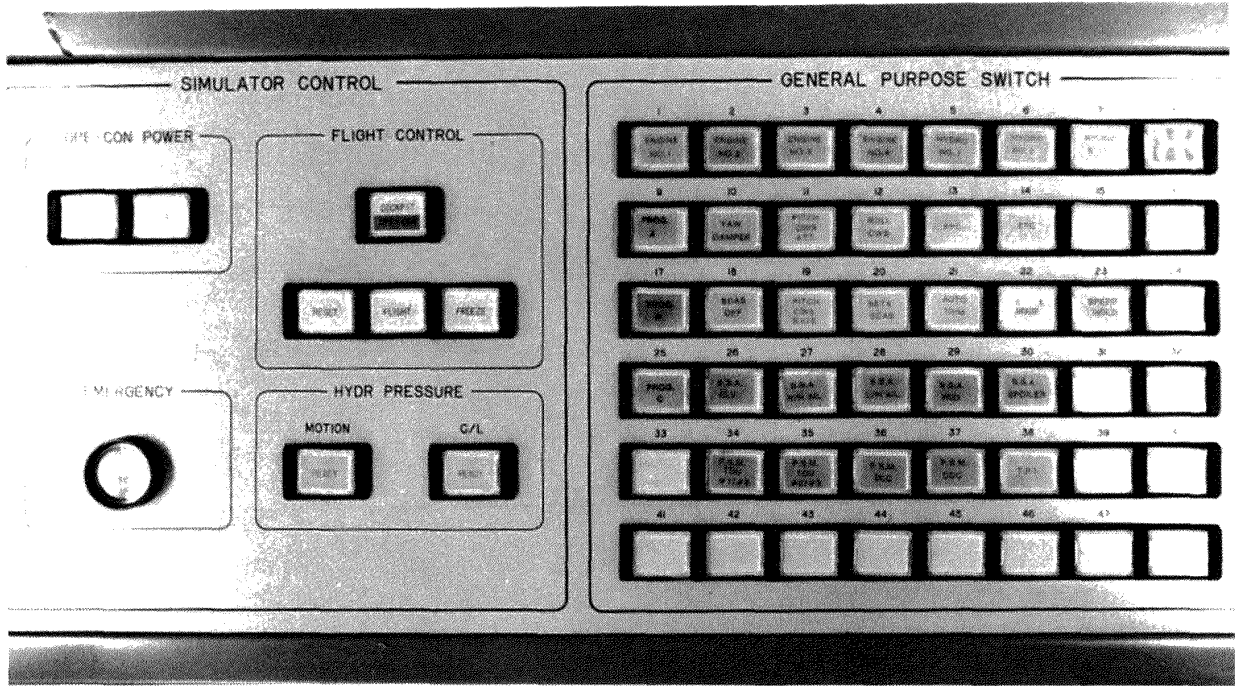


図71 シミュレータ・コントロール・パネル表面図

表8 初期値設定パネルの機能表

スイッチ、ランプ名	機 脳
INITIAL CONDITION	シミュレータ模擬機の初期値設定用デジタル・スイッチで高度、速度、位置、姿勢、方位などの設定
TRIM INDICATOR	初期値設定条件で機体のトリム（釣合）計算を行い、トリム状態が完了した場合、各ランプ上部のグリーンが点灯、トリムがとれない場合は対応するランプ下側の赤が点灯する。
GUST GENERATOR	定常風の風速、方向、突風の自乗平均値の設定とON-OFFスイッチ
PULSE GENERATOR	舵面あるいは操作レバーに対応したパルス、ステップの信号発生と振幅、印加時間の設定

ト、横風、ステップ入力等の設定用のデジタル・スイッチを設けた。初期値設定パネルの機能を表8に、外観を図72に示す。

5.2 機上制御卓

地上制御卓と同機能のファンクション・ボックス、C/L、モーションのオン・オフスイッチ、ケース・ナ

ンバー設定用デジタル・スイッチ、ICS 録音用テープ・レコーダ等の機能を備えた機上制御卓を設けた。

1) 汎用入力盤

汎用入力盤の機能を表9に示す。また外観は図65を参照のこと。

2) ファンクション・スイッチ

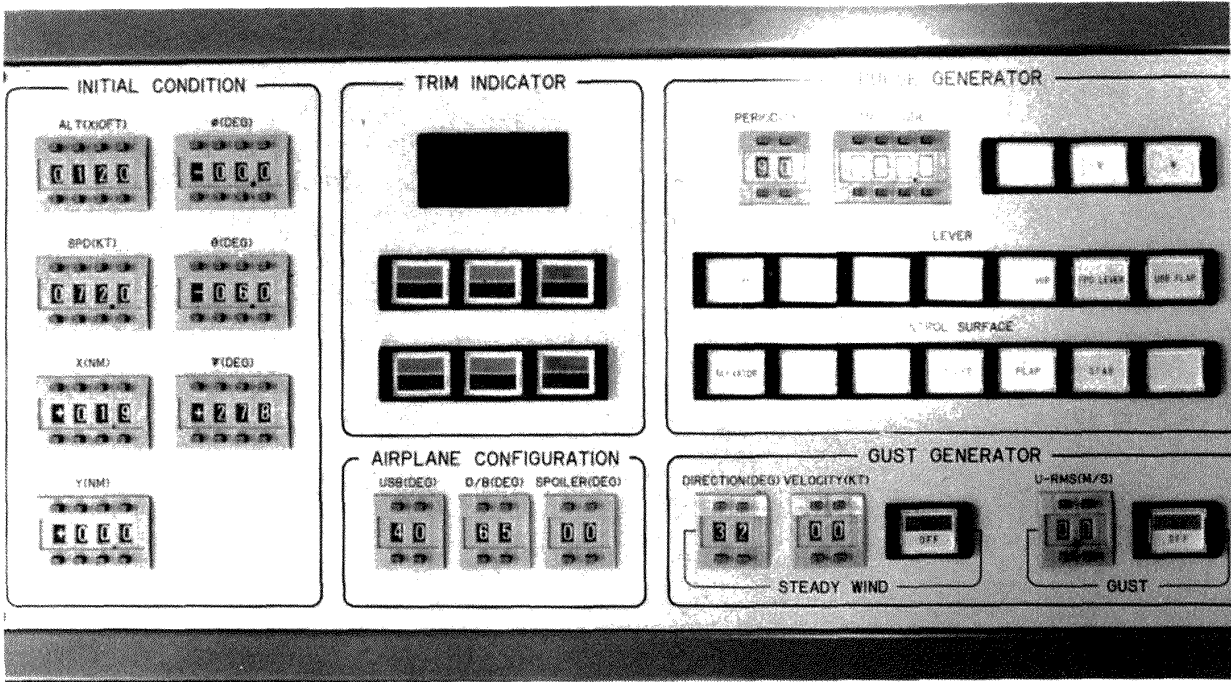


図72 初期値設定パネル外観図

表9 汎用入力盤機能表

スイッチ、ランプ名	機 脳
汎用入力スイッチ	自照式(D oで点灯)オルタネート スイッチ24個、モーメンタリ スイッチ8個を用意し、故障模擬や各種シミュレーション条件の設定、システムチェックなどに汎用的に使用可能。
ポテンシオメータ盤	10回転型ヘリカル ポテンシオメータを24個用意し、±10Vの範囲で電圧の設定が可能。 設定電圧はデジタル・パネル・メータにより読取れる。

地上制御卓のファンクション・スイッチと同機能を持ち、飛行運動計算機部，コックピット計算機のモード切換(LINK, RESET, OPERATE, HOLD,プログラム選択等)各ファンクションの切換を行う。詳細機能については後述する。

3) シミュレータ制御盤

シミュレータ制御盤の機能を表10に示す。また外観については図65を参照のこと。

第6章 音響発生装置

航空機の模擬の程度をより高めるためには擬音の発生は効果的である。

本装置は実機部品あるいは電子音により各種の擬音，警報音を模擬している。

図73に本装置の構成図を示す。実機部品としては、失速警報用スティックシェーカー，エンジン火災用ベルを使用し，他の擬音，警報音は電子合成音方式を採用した。

1) 模擬音の種類

- エンジン音
- エア・フロー音
- 降着装置上げ下げ音
- ランディング効果音
- マーカー・ピーコン音

表10 シミュレータ制御盤

スイッチ、ランプ名	機 脳
操縦席内照明	室内灯、計器照明、機上制御卓照明スイッチおよび調光装置。
油圧関係	操舵反力、モーション駆動装置のON-OFFスイッチおよびREADY状態表示ランプ。
音響関係	エンジン音、エアフロー音などの模擬音の音量調整。
空調関係	操縦席空調用ブロー・ファンのON-OFFスイッチ
ICS録音	ICS（機内通話装置）の録音用テープレコーダを設けている。
ケースナンバー設定用デジタルスイッチ	試験ケースナンバー設定用デジタルスイッチを設けている。

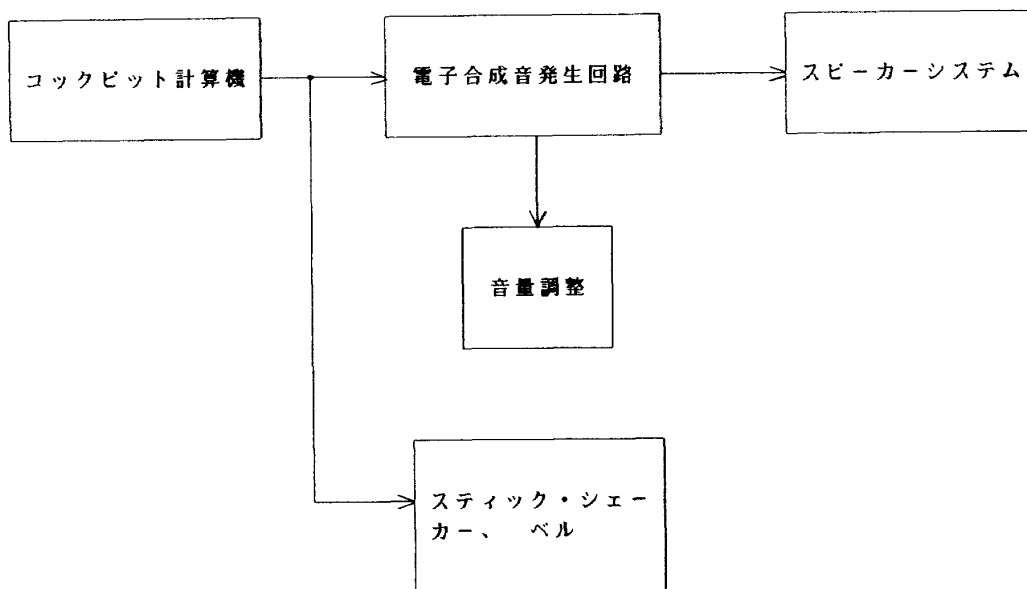


図73 音響発生装置の構成

● 各種警報音

2) 音量

電子合成音については予め音量レベルを任意に設定出来るようにした。

全体の音量調節は機上制御卓の音量調整用ボリュームにより音量零から最大まで調整可能と

した。

電子合成音は操縦座席後部の左右2個のスピーカにより出力される。スピーカの出力は最大10Wである。警報音、マーカービーコン音は同じく操縦座席左右に設けたスピーカにより出力される。このスピーカの出力は1.5Wである。

スティック・シェーカー、ベルについては実機部品を使用したので音量等の調整は出来ない。

### 3) 擬音発生方法

擬音発生方法については、付録1に示す。

## 第7章 コックピット計算機

飛行運動計算機部および関連ソフトウェア（実時間管理プログラムを含む）は別稿報告書として記述する予定であるので、詳細については割愛する。以下に記述するソフトウェアは本装置専用のサブルーチンである。

### 7.1 ハード・ウェアの構成と機能

- 1) コックピット計算機：コックピット専用の処理装置として S/250 計算機を採用し、模擬操縦席の入出力信号の処理、各種サブルーチン処理、実時間管理等を行う。  
使用言語は原則としてフォートラン言語とし、リンケージに関連するごく僅かな部分のみアセンブラ言語を使用している。  
表 11 に S/250 計算機および周辺装置の性能を示す。また図 74 に外観写真を示す。
- 2) ターミナル・コンソール：D-200 型ディスプレイ・ターミナルを使用し、計算機の起動、停止、プログラム制御等の入力を行う。
- 3) ファンクション・スイッチ・ボックス：実時間管理プログラムとシミュレーション・プログラムで、ファンクション・スイッチを使用することにより、シミュレーション効率を有効に高めるもので、次項で述べる各種機能を有している。
- 4) リンケージ部：デジタル入出力、アナログ入出力装置で、操縦席のスイッチ、ランプ、レバー類と、S/250 計算機システムとの結合をつかさどっている。  
表 12 にリンケージ部の性能を示す。またリンケージ対応表を付録 2 に示す。

### 7.2 ソフトウェア

プログラムの開発、コンパイル、リンク等の方法については別稿報告書（出稿予定）および取扱い説

明書<sup>10)</sup>に記載されているので、ここでは模擬操縦席用に開発されたライブラリについて記述する。

模擬操縦席専用ライブラリとして

- データ処理用ライブラリ
- 計器駆動用ライブラリ
- サーボレバー駆動用ライブラリ
- 音響発生用ライブラリ

が用意されている。以下に各ライブラリについて説明する。

- 1) データ処理用ライブラリ  
データ処理用ライブラリを表 13 に示す。以後各ライブラリの詳細な使用方法については取扱い説明書<sup>10)</sup>に記載されている。表中の F はファンクション、S はサブルーチンを意味する。
- 2) 計器駆動用ライブラリ  
計器駆動用ライブラリを表 14 に示す。このライブラリには計器ノブ信号の読取り用ライブラリも用意している。
- 3) サーボレバー駆動用ライブラリ  
サーボレバー駆動用ライブラリについても表 14 に示す。表中 TLVR 1 はエンジン・スタート・スイッチがオンでレバー駆動可能としたライブラリである。
- 4) 音響発生用ライブラリ  
音響発生用ライブラリについても表 14 に示す。マーカービーコンサウンドの断続音は別のプログラムで制御される。

## 第8章 その他の装置

- 1) 交換装置  
シミュレータ各装置間で通話出来る発信装置を設けた。  
交換装置の系統を図 75 に示す。
- 2) 操縦席モニタ装置  
操縦席モニタ装置の構成図を図 76 に示す。
- 3) 冷暖房装置  
従来、フライト・シミュレータに用いられていた冷暖房装置は床上設置が殆どであり、太いフレキシブル・ダクトで操縦席まで暖・冷気を送り込んでいた。本装置は、床上方式をやめ操縦席と一体化した装置を特別製作した。以下に

表 11 コックピット計算機関連性能表

名 称	概 要	個数
1. 中央処理装置		1
記憶装置	ワード長 16 ビット サイクルタイム 500 nsec (リード) 700 nsec (ライト) 記憶容量 256 K バイト 構 成 半導体メモリ	
演算処理装置	アキュムレータ数 固定小数点 4 浮動小数点 4 インデックスレジスタ数 ハードウェア 2 メモリ 16	
(1) 1 ベイ ペリフェラルキャビネット		
(2) WCS (Writabbe Control Store)	1024 ワード, 56 bit, 200 nsec	
(3) FPP (Floating Point Processor)	倍精度浮動小数点加算 0.6 $\mu$ sec 倍精度浮動小数点除算 6.6 $\mu$ sec	
2. DASHER D 200 ディスプレイ	12 インチ白色 80 文字 $\times$ 24 行	1
3. ディスク	記憶容量 48 MB	1
4. ディスケット	記憶容量 1.26 MB	1
5. カードリーダー		1
(1) カード リーダ コントロール		
(2) カード リーダ	600 枚/分	
6. ラインプリンタ	700 行/分, JIS 64 文字, 136 文字/行	1
7. グラフィックディスプレイ		1
(1) グラフィックディスプレー	15 色, 20 インチ 多走査 TV 走査方式 走査線本数 850 本 標準表示座標範囲 1024 (X) $\times$ 768 (Y)	
(2) RS 232 C 標準インターフェース	グラフィックディスプレー用	

その性能を記す。

● 冷房装置

- 1) 冷房能力: 3000 Kcal/H, 室内ユニット型
- 2) 風 量: 330 m<sup>3</sup>/H
- 3) 温度調整: エレクトロ・サーモコントロールおよび手動

- 4) 除湿ドレン: 操縦席床下に除湿ドレン用ポリタンクを設置

● 暖房装置

床面ホット・カーペット方式を採用, 外気温プラス 15°C の温度を保つ装置とした。本装置はタイマおよび温度コントローラーにより電源投入を可能にし, 実験開始時には室内

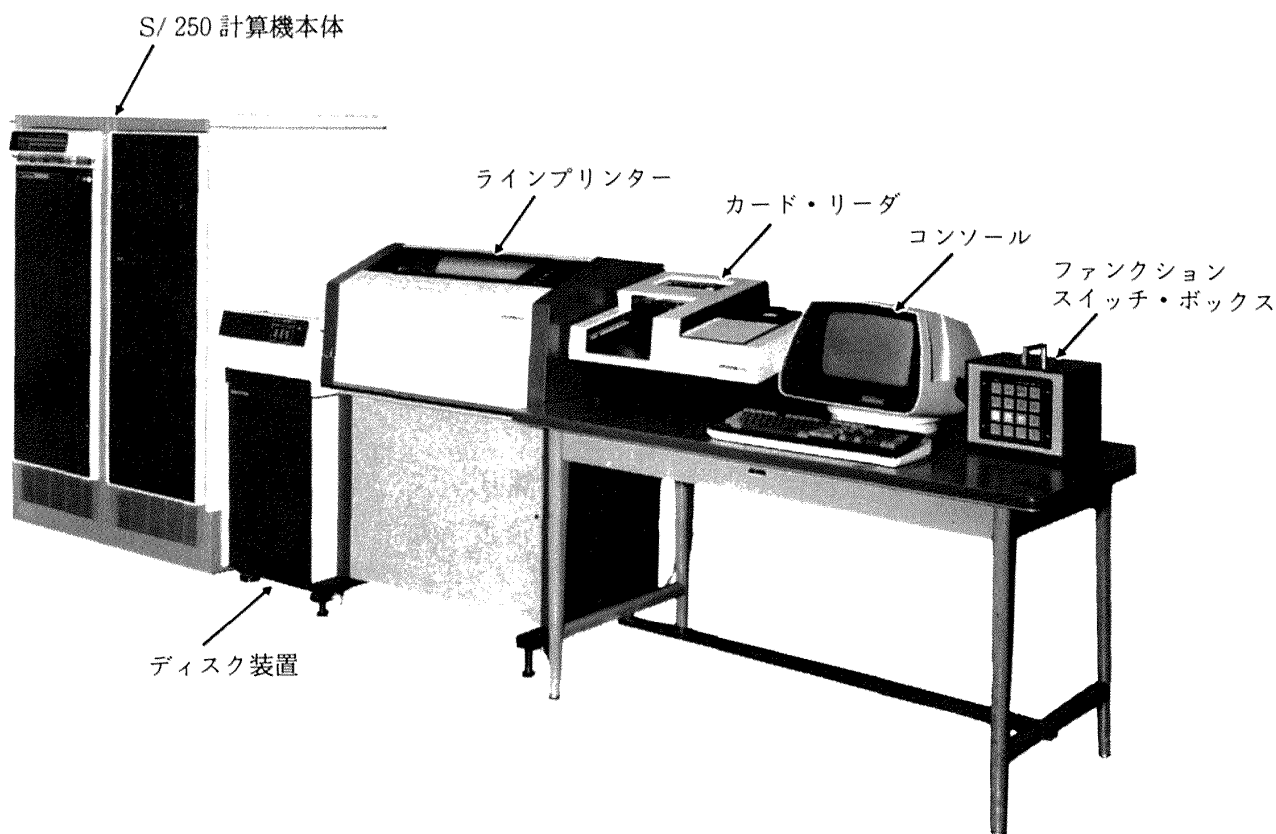


図74 コック・ピット計算機 (S/250) システム外観図

温度が適温に保たれるように設計した。

いた多数の方々に心より謝意を表する。

## 第9章 あとがき

## 参考文献

本模擬操縦装置は昭和55年、56年と2ヶ年にわたって製作し設置された。図77に本装置を含む飛行シミュレーション試験設備の全体配置図を示す。本装置は既に低騒音STOL実験機開発のためのシミュレーション試験をはじめとして、幾種かのシミュレーション試験に使用されてきた。またこれらシミュレーション試験を通して出された評価結果に基づいて、使用方法、プログラム改良等を逐次実験してきた。これら改修についても出来る限り本稿に吸収し記述した。なお本報告書は飛行シミュレーション試験設備のうち模擬操縦席についてその機能、性能についての概要を記述したものであり、詳細については現場備えつけの取扱い説明書、試験成績書、入出力対応表等を参照していただきたい。

最後に本装置製作にあたった川崎重工株式会社、日本無線株式会社、三菱プレジジョン株式会社の方々と、シミュレータ開発にあたって御助言をいただ

- 1) STOL プロジェクト本部：低騒音 STOL 実験機の基本設計，航技研資料 TM-452 (1981)
- 2) 松浦陽恵他：汎用飛行シミュレータ設備の計画，構造および性能，航技研報告 TR-70 (1965)
- 3) 樋口一雄他，VTOL 機操縦研究設備，航技研報告 TR-169 (1968)
- 4) 原田公一：航空宇宙技術研究所汎用飛行シミュレータ用複合計算機 (FSK-II)，航技研報告 TR-553 (1978)
- 5) シミュレータ開発チーム他：飛行シミュレーション試験設備「基本設計書」 (1979)
- 6) 日本航空宇宙工業会：革新航空機技術開発に関する研究調査成果報告書「最新のコックピット・デザインの研究」 (1986)
- 7) 岡部正典他，統合航空計器の研究試作，航技

表12 リンケージ部諸性能

リンケージ	容 量	性 能
アナログ出力 (A o)	1 2 8 チャンネル	分解能 : 12 Bit (符号付) 出力電圧 : $\pm 10V$ 出力電流 : + 5 mA 変換速度 : 5 $\mu$ sec/ch 以下
アナログ入力 (A i)	1 2 8 チャンネル	分解能 : 12 Bit (符号付) 入力電圧 : $\pm 10V$ 変換速度 : 45 $\mu$ sec/ch 以下
デジタル出力 (D o)	3 8 4 ビット	方式 : TTLレベル電圧出力 出力電圧 : 0V および +5V 出力電流 : 300mA以上 変換速度 : 500nsec 以下
デジタル入力 (D i)	3 8 4 ビット	方式 : TTLレベル電圧入力 入力電圧 : 0V および +5V 変換速度 : 500nsec 以下

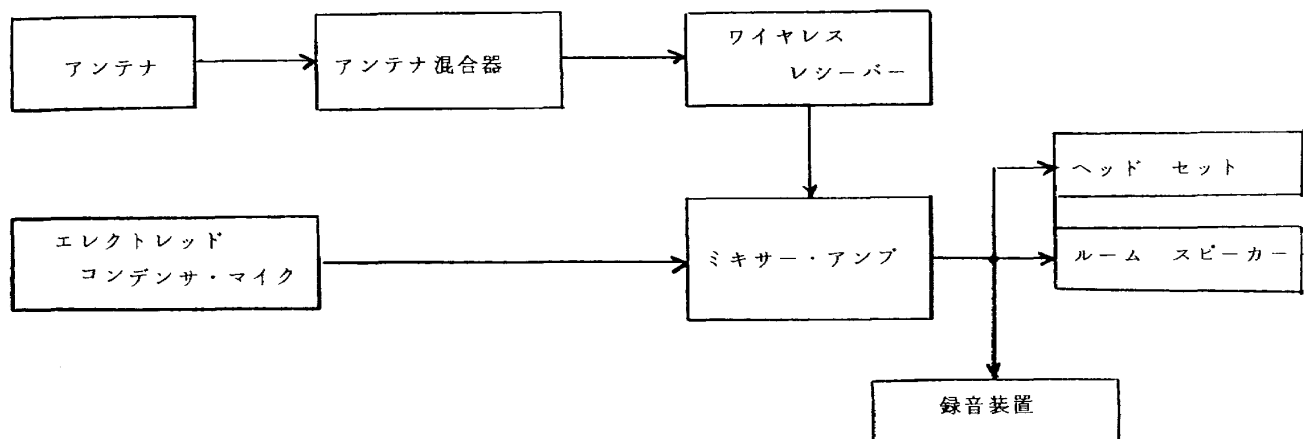


図75 交信装置系結図

研報告 TR - 608 (1980)

- 8) 日本航空宇宙工業会：革新航空機技術開発に関する研究調査成果報告書「フライト・シミュレータにおける操縦装置制御系の研究」(1984)
- 9) 日本航空宇宙工業会：革新航空機技術開発に

関する研究調査成果報告書「フライト・シミュレータにおける操縦装置制御系の研究」(1985)

- 10) シミュレータ開発チーム他：飛行シミュレーション試験設備「取扱説明書」(1980)

表13 データ処理用ライブラリ

名 称	処 理 内 容	種 類
● 浮動小数点、バイナリー、BCD 処理		
FXL	固定小数点データ → 浮動小数点 (1データ)	F
FXL1	" → " ( " )	S
FXL2	" → " (連続データ)	S
FLX1	浮動小数点データ → 固定小数点 (1データ)	S
FXL2	" → " (連続データ)	S
FLXS	" → " (1データ)	F
FXLS	" ← " ( " )	F
DIFL	BCD信号 → 浮動小数点 (1データ処理)	S
FLDO	" ← " ( " )	S
SBCBI	BCD信号 → BINARY データ	S
SBIBC	" ← " "	S
SFLDO	浮動小数点 → BCD信号	S
● WORD to BIT 処理 (PACK)		
PACK1	ワード情報 → ビット処理 (1ビット)	S
PACK2	" → " (16ビット)	S
UNPACK1	" ← " (1ビット)	S
UNPACK2	" ← " (16ビット)	S
● 関数テーブル 処理		
TABLE1	1次元関数	S
TABLE2	2 " "	S
TABLE3	3 " "	S
HOKAN1	1次元変数テーブルのデータ・サーチ	S
HOKAN2	2 " "	S
HOKAN3	3 " "	S
● 積分 処理		
EULER	オイラ積分	S
AB2J	Adams-Bashforth 2次元法の積分	S
● その他のライブラリ		
ARINC3	入力データをARINC429フォーマットに変換	S
LIMIT	LIMIT処理をする (整数型)	S
ALIMIT	" (実数型)	S
IDBND	デッド・バンドを与える (整数型)	S
DBND	" (実数型)	S

F : ファンクション

S : サブルーチン



表14 操縦席関連ライブラリ

名 称	処 理 内 容	種 類
● 計器駆動用		
AD I	AD I (ピッチ、ロール、旋回率等)	S
PD I	PD I (ヘディング、LOC等)	S
RM I	RM I (NO.1、No.2 ポインタ等)	S
AL T 1	気圧、電波高度計	S
IAS	速度計	S
CL IMB	昇降率計	S
ACCEL	垂直加速度計	S
FLOW I	$\alpha$ 計、 $\beta$ 計	S
PATH I	$\gamma$ 計	S
TR IMI	エレベータ、エルロン、ラダー トリム	S
FL AP I	O/B、USBフラップ	S
N <sub>1</sub> I	エンジン N <sub>1</sub> 計 (4個)	S
N <sub>2</sub> I	" N <sub>2</sub> 計 (4個)	S
EG T I	" EGT計 (4個)	S
FF I	" 燃料流量計 (4個)	S
DME I	DME	S
MACH I	CAS計にマッハ指示	S
DS I	CAS計	S
● 計器ノブ等の読込み用		
PD I KOB	PD Iノブ	S
DHKNOB	R-ALTのDHノブ	S
AD FSL	ADF制御器の周波数セレクト	S
AL TSL	AFC S制御器のAL Tセレクト	S
● サーボ・レバー駆動用		
TLVR	スロットル・レバー (4本) の駆動	S
TLVR1	スロットル・レバーの駆動 (駆動レバー指定可)	S
TLVR2	スロットル・レバーの駆動 (エンジン・スタート・スイッチに対応)	S
FLVR	USBフラップ・レバーの駆動	S
SLVR	スピード・ブレーキ・レバーの駆動	S
PLVR	ピッチ・トリム・ホイールの駆動	S
● 模擬音発生用		
SDEG	エンジン音	S
SDAIR	気流音	S
SDGND	地上滑走音	S
SDMK	マーカ・ビーコン通過音	S

S: サブルーチン

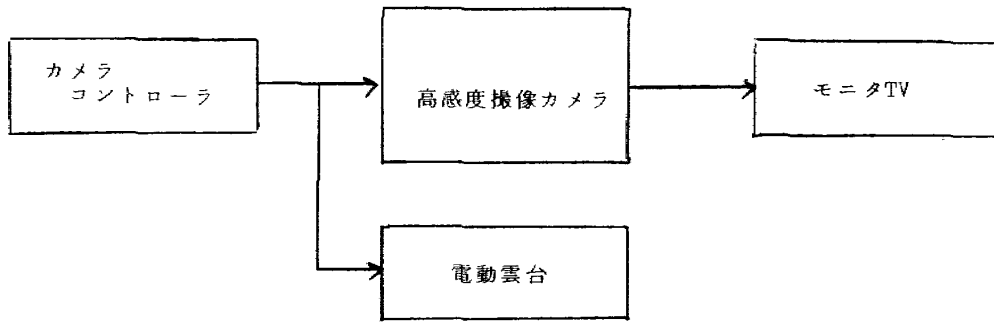


図76 模擬操縦席モニタカメラ系統図

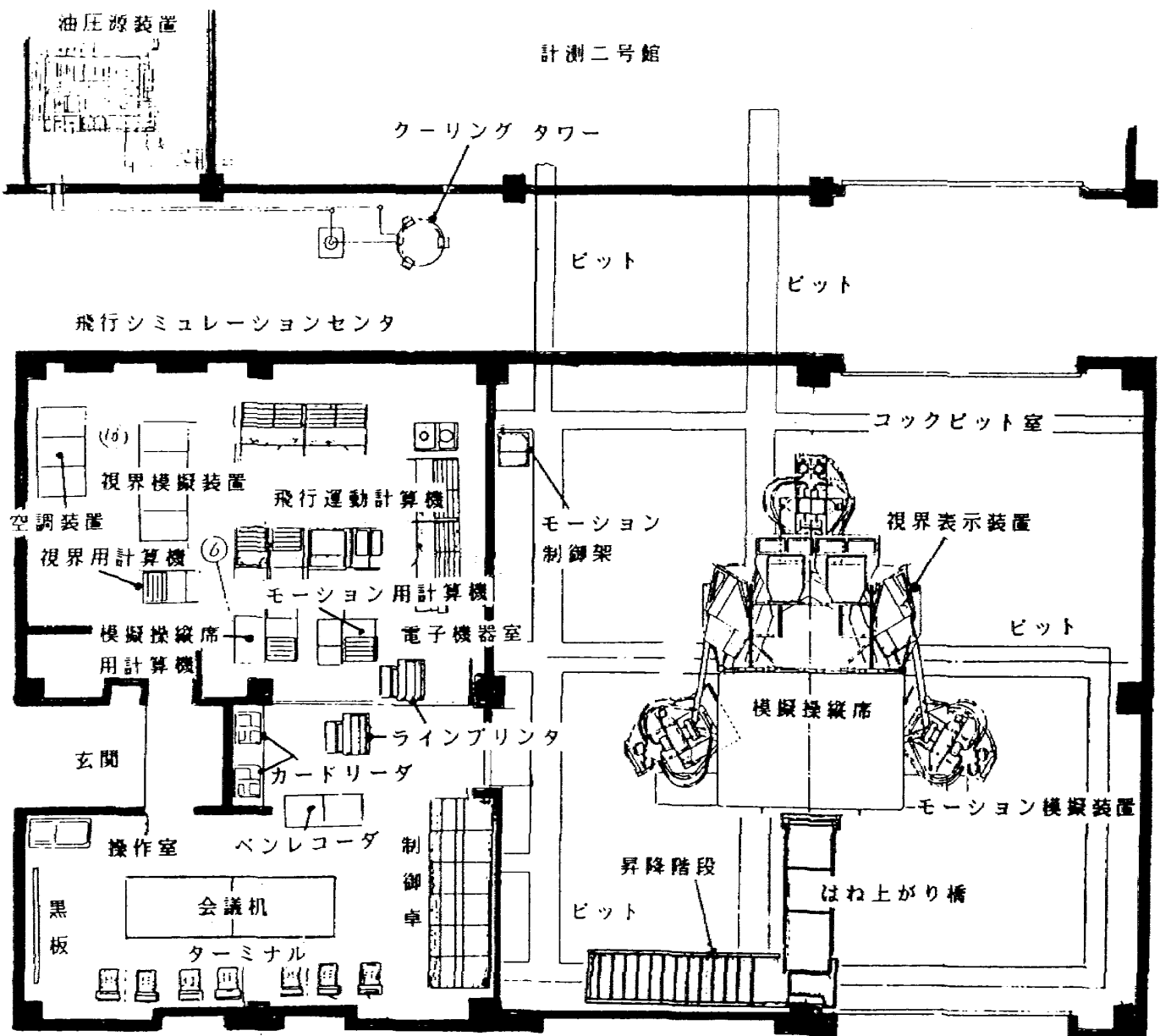


図77 飛行シミュレーション試験設備全体配置図  
(第二期工事、第三期工事分を含む)

## 付録1 模擬音発生方式

No	名称	発生方法	入力	出力	音質
1	エンジン音	A oより各々エンジンのレベル、回転数の信号を入力する。エンジン音発生用の電子回路よりエンジン音を発生させ、メイン・アンプにより再生する。 No1,2エンジン音はL/Hスピーカより、No2,3エンジン音はR/Hスピーカより再生する。	A o No1~No4 LEVEL (-10V ~+10V) A o No1~No4 RPM (-10V ~+10V) D o No1~No4 SOUND ON	L/H SPEAKER 0~約10W 調節可  R/H SPEAKER 0~約10W 調節可	ターボファン ジェット音
2	エアフロー音	A oより対気速度信号を入力し、エアフロー音発生用電子回路より音を発生しメインアンプより、各L/H,R/Hスピーカより再生する。	A o 対気速度 (-10V ~+10V)	L/H SPEAKER  R/H SPEAKER	空力音
3	(1) 降着装置 上げ音	D oよりランディングギア・ロック音用電子回路により、ギア・ロック音をD oをオフからオンにすることにより1回模擬音が発生する。	D o NOSE GEAR LOCK音  D o MAIN GEAR LOCK音	L/H SPEAKER  R/H SPEAKER	ランディング ・ギア ロック音
	(2) 降着装置 下げ音	D oよりドアロック音発生器によりランディング・ギア・ロック音を発生する。 D oをオフからオンにすることにより1回模擬音が発生する。	D o NOSE DOOR LOCK音  D o MAIN GEAR DOOR LOCK 音	L/H SPEAKER  R/H SPEAKER	ドア ロック音

付録1 続

No	名称	発生方法	入力	出力	音質
3 続き	(3) メイン・ドア オープン音	D oよりドアオープン音発生用電子回路により、ドア・オープン音を発生する。 A oより、対気速度信号を入力、ドア・オープン音は対気速度の関数で信号を発生し、メイン・アンプで再生する。	D o MAIN DOOR OPEN  A o 対気速度 (-10V ~+10V)	L/H SPEAKER  R/H SPEAKER	DOOR OPEN 時の エアノイズ音
4 ラン ディ ン グ 効 果 音	(1) ランディング・ ギアスリップ 音	D oよりスリップ音発生用電子回路により、スリップ音を発生する。D oをオフからオンにすることにより1回模擬音を発生する。	D o L/G SLIP ON, OFF	L/H SPEAKER  R/H SPEAKER	ランディング ・ギア スリップ音
	(2) ランディング・ ギア タッチ ダウン、ラン プ音	主輪、首輪のタッチ・ダウン信号をランディング・ギア発生用電子回路に入力し、対地速度の関数として音を発生し、メイン・アンプで再生する。	D o MAIN L/H L/G TOUCH DOWN音  D o MAIN R/H L/G TOUCH DOWN音  D o NOSE L/G TOUCH DOWN 音  A o 対地速度 (-10V ~+10V)	L/H SPEAKER  R/H SPEAKER	タッチ ダウ ン音

## 付録1 続

No	名 称	発 生 方 法	入 力	出 力	音 質
5	マーカービーコン通過音	<p>“A” “O” “M” マーカーに対応する周波数 (A<sub>o</sub>)、レベル (A<sub>o</sub>)、断続 (D<sub>o</sub>) 信号をマーカー音発生用電子回路に入力し、メイン・アンプで再生再生する。</p> <p>参考 マーカ 周波数  “ A ” 3000HZ  “ M ” 1300HZ  “ O ” 400HZ</p>	A <sub>o</sub> MARKER FREQUENCY +0.27V 400HZ +3.3V 1300HZ +9.3V 3000HZ A <sub>o</sub> MARKER LEVEL -10V~0V MIN MAX D <sub>o</sub> MAKER IDENT	WARNING SPEAKER 0~1.5W 調節可 連続出力 1.5W	マーカービーコン通過音
6	警報 (1) 失速警報 スティック・シェーカー	失速警報信号をオンにすることによりスティック・シェーカーモーターを駆動する。	D <sub>o</sub> スティック・シェーカー ON	モーターによる振動と、機械的振動音	スティック・シェーカー音
	(2) エンジン 火災警報音 1	エンジン火災警報信号をオンにすることにより、実機用ベルを鳴らし火災警報音を発する。	D <sub>o</sub> FIRE Bell ON	機械的 Bell	火災 ベル音 音量 調節可
	(3) エンジン 火災警報音 2	エンジン火災警報信号をオンにすることにより、エンジン火災発生用電子回路により電子ベル音が鳴る。D <sub>o</sub> をオフにすることにより停止する。	D <sub>o</sub> FIRE BELL ON	WARNING SPEAKER	電子ベル音
	(4) クラッカー音 (オーバ・スピード)	クラッカー音信号をオンによりクラッカー発生用電子回路に電子クラッカー音が連続的に発生する。D <sub>o</sub> をオフにすることにより、音はストップする (断続音 - - - - -)	D <sub>o</sub> OVER SPEED	WARNING SPEAKER	クラッカー音

## 付録1 続

No	名称	発生方法	入力	出力	音質
6 続き	(5) ランディング・ ギア警報音	ランディング・ギア警報音信号をオンにすることにより、ランディング・ギア警報音発生用電子回路より、警報音を発生する。D○をオフにすることにより、音はストップする。 (連続音 ———)	D○ L/D GEAR WARNING 音	WARNING SPEAKER	L/G音
	(6) 離陸警報 (TAKE OFF WARNING)	離陸警報信号がオン状態で離陸警報発生用電子回路より離陸警報が発生する。D○をオフにすることにより音はストップする (断続音 - - - - -)	D○ T/O WARNING	WARNING SPEAKER	T/O WARNING音
	(7) 機内圧警報 (CABIN PRESS LOW)	(6)と同じ音	D○ CABIN LOW	WARNING SPEAKER	CABIN PRESS LOW 警報音
	(8) オートパイロット断警報音	オートパイロット断警報音発生用電子回路より警報音を発生する。 D○をオフにすることにより音はストップする (連続音 ———)	D○ A/P DISCON	WARNING SPEAKER	A/P DISCON音
	(9) ALTITUDE ADVISORY音 (C.CHORD)	(8)と同じ (連続音 ——— 512HZ, 640HZ, 768HZ)	D○ ALT ADVISORY ON	WARNING SPEAKER	C.CHORD音
	(10) DECISION HEIGHT音 (C.CHORD)	(8)と同じ	D○ DH ON	WARNING SPEAKER	C.CHORD音

付録2 リンケージ対応表

Di

		BIT																位置
DCI	OCT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	0	ANALOG ON																
2	1	PITCH TRIM SW "UP"	PITCH TRIM SW "DN"	FREEZE SW "DN"	FREEZE SW "UP"	PITCH TRIM SW "DN"	PITCH TRIM SW "UP"	PITCH TRIM SW "DN"	PITCH TRIM SW "UP"	CO-PI ELE FEEL TRIM SW "DN"	CO-PI ELE FEEL TRIM SW "UP"	FREEZE SW	DLC SW	USB F/P G/A SW	FPC DISC SW	SPP BRAKE SEL SW "AUTO"	FRICITION LVR SW	ホペイスター
3	2	HASTER WARNING RESET	R-ALT 計 TEST	LEVER "UP"	LEVER "DN"	L/G SILENCE	TEST	PARKING BRAKE	G/A MODE									計器板
4	3	YAIV DAMP	PITCH ATT CWS	RATE CWS	ROLL CWS	$\beta$ -CMD	FPC	SCAS CDU AUTO TRIM	ENG FAIL COMP	SPARE	SPEED HOLD	SHUT DOWN	A	PROGRAM B	C	DISC		机上制御卓
5	4	A 01	A 02	A 03	A 04	A 05	A 06	A 07	A 08	A 09	A 10	A 11	A 12	A 13	A 14	A 15	A 16	
6	5	B 01	B 02	B 03	B 04	B 05	B 06	B 07	B 08	B 09	B 10	B 11	B 12	B 13	B 14	B 15	B 16	
7	6	8	4	$\times 1000$	1	8	4	$\times 100$	1	8	4	$\times 10$	1	8	4	$\times 1$	1	
8	7	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 7					↑ センター ↓

(1/3)

DCI OCT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	位置
9	10	FLIGHT VISUAL	IC SET PANEL S 3 S 4 SPARE SPARE		G/S ANGLE 6°												
10	11	AFCS				4	2	1	8	(BCD) × 1000 4	2	1	8	4	2	1	
11	12					4	2	1	8	(BCD) × 10 4	2	1	8	4	2	1	
12	13						2	1	8	(BCD) × 10 4	2	1	8	4	2	1	
13	14						2	1	8	(BCD) × 10 4	2	1	8	4	2	1	
14	15	ALT HOLD	HDG	VOR LOC	A/P ENGD												
15	16	ADF					FREQ	SELECT	"UP"	(BCD) × 10 2	1	8	4	2	1	1	
16	17						FREQ	SELECT	"DN"	(BCD) × 10 2	1	8	4	2	1	1	

(AFCS, ADF 使用時) (2/3-1)

センターディスプレイ



DCI/OCT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	位置
9				+ -	8	$\times 100$ 4	2	1	X 8	(NM) $\times 10$ 4	2	1	8	$\times 1$ 4	2	1	
10				+ -	8	$\times 100$ 4	2	1	Y 8	(NM) $\times 10$ 4	2	1	8	$\times 1$ 4	2	1	
11		$\times 10000$ 4	2	1	8	$\times 1000$ 4	2	1	ALT 8	( $\times 100$ FT) $\times 100$ 4	2	1	8	$\times 10$ 4	2	1	
12		$\times 100$ 4	2	1	8	$\times 10$ 4	2	1	SPD 8	(KT) $\times 1$ 4	2	1	8	$\times 0.1$ 4	2	1	
13				+ -	8	$\times 10$ 4	2	1	$\phi$ 8	(DEG) $\times 1$ 4	2	1	8	$\times 0.1$ 4	2	1	
14				+ -	8	$\times 10$ 4	2	1	$\theta$ 8	(DEG) $\times 1$ 4	2	1	8	$\times 0.1$ 4	2	1	
15				+ -	8	$\times 100$ 4	2	1	$\psi$ 8	(CEG) $\times 10$ 4	2	1	8	$\times 1$ 4	2	1	
16											DIRECTION (DEG) $\times 10$ 4	2	1	$\times 1$ 4	2	1	

アフターポストタル (2)

(2/3-2)

DCI/OCT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	位置
17	OFF	ADF	FUNCTION SW ANT	FUNCTION SW LOOP	TEST	2091	ADF 2182	LOOP L R	SW	←FREQ SELECT UP	←FREQ SELECT DN						
18	REV	SB	HDC	FD NAV	APP	APP MAN	ALT ON										
19	←	← × 10.0	←	VHF & VOR / ILS (MHZ)	←	← × 1.0	NAV	FREQ	SELECT	(BCD) × 0.1	←	←	← × 0.01	←	←	←	←
20	← TEST UP/L VOR	← DN/R DHE	← PWR	← TEST	← STBY	← DME	← DME FUNC. SW	← TEST									
21	C 01	C 02	C 03	補助端子盤 (AUX I/O TERMINAL) C 04	C 05	C 06	C 07	C 08	C 09	C 10	C 11	C 12	C 13	C 14	C 15	C 16	
22	←	← × 10.0	←	VHF & VOR/ILS (MHz)	←	← × 1.0	COMM	FREQ	SELECT	(BCD) × 0.1	←	←	←	← × 0.01	←	←	←
23																	
24																	

センターベテスタル

( ADF, F/D, VHF/NAV 使用時 ) ( 3/3-1 )

DCI OCT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	位置
17	20								8	$\times 10$ 4	2	1	8	$\times 1$ 4	2	1	↑
18	21								8	$\times 10$ 4	2	1	8	$\times 1$ 4	2	1	↑
19	22								8	$\times 10$ 4	2	1	8	$\times 1$ 4	2	1	↑
20	23	STEADY WIND ON	GUST ON	RESET ON	FLIGHT ON	FREEZE ON											↓
21																	
22																	
23																	
24																	

DI TABLE (3/3-1) アフターベテスタル(1)と同様

DCI/OCT	BIT																位置
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	0	A/S ON															
2	1	MASTER WARNING L'T	LEFT	RIGHT	L/G ANN NOSE	NOSE	GRN	RED	GRN	RED	L/G GND LOCK RELEASE	L/G T. D	R/H	A	O	M	
3	2																
4	3	YAW DAMP	RATE ATT	RATE ATT	ROLL CWS	ROLL CWS	GREEN	SCAS CDU	FPC	AUTO TRIM	SPARE	SPEED HOLD	A	B	C		
5	4																
6	5	GS ARM	LOC ARM	LOC ARM	LOC ARM	LOC ARM	NAV ENGD	FD モード指示器	LOC ARM	LOC ARM	LOC ARM	LOC ARM	LOC ARM	LOC ARM	LOC ARM	LOC ARM	
7	6																
8	7																

計 器 板

(3/1)

BIT																					
DCI/OCT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	位置				
9					8	DME-1 (BCD) NM × 10 <sup>4</sup>	2	1	8	× 1.0 <sup>4</sup>	2	1	8	× 0.1 <sup>4</sup>	2	1	↑ 計 器 板 ↓				
10					8	DME-2 (BCD) NM × 10 <sup>4</sup>	2	1	8	× 1.0 <sup>4</sup>	2	1	8	× 0.1 <sup>4</sup>	2	1					
11		SERVO CLUTCH (AUTO ON)																			
	← No. 1	THROTTLE No. 2	No. 3	No. 4	USB FLAP MONITOR	SPD BRK LEVER	PITCH TRIM WHEEL														
12	← No. 1	ENG TURBINE SOUND No. 2	No. 3	No. 4	音響発生装置 (SOUND) L/G.TD L/G.DOOR/L/G.DOOR/MAIN L/G. NOSE MAIN NOSE DOOR LOCK LOCK LOCK OPEN- NOISE																
13	← No. 1	STICK SHAKER	ENG FIRE SOUND (電子音) No. 2	離 陸 音 T/O No. 3	CABIN PRESS LOW No. 4	ALT ADV C.CHORD No. 5	DH OVER SPEED (クラッカー) No. 6	A/P DISCON No. 7		ENG FIRE BELL No. 8		L/G NOSE No. 9	RUM- BLE R/H MAIN No. 10	MARKER IDENT No. 11							
14	A 01	A 02	A 03	A 04	A 05	A 06	A 07	A 08	A 09	A 10	A 11	A 12	A 13	A 14	A 15	A 16	↑ 機 上 制 御 卓 ↓				
15	B 01	B 02	B 03	B 04	B 05	B 06	B 07	B 08	B 09	B 10	B 11	B 12	B 13	B 14	B 15	B 16					
16	←	IC SET VISUAL No. 2	PANEL SPARE No. 3	S 4 SPARE													↑ セ ン タ ー タ ル ス ↓				

(2/3-1)

BIT		位置															
DCI CCT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	位置
9	10				8	DME-1 (BCD) NM × 10 4	2	1	NM	× 1.0 4	2	1	8	× 0.1 4	2	1	計器板
10	11			8	DME-2 (BCD) NM × 10 4	2	1	NM	× 1.0 4	2	1	8	× 0.1 4	2	1		
11	12				SERVO CLUTCH (AUTO ON)		THROTTLE										機上制御卓
					USB FLAP MONI-TOR	SPD BRK LEVER	PITCH TRIM WHEEL										
12	13																ペアアフタスタル (1)
13	14																機上制御卓
14	15																機上制御卓
15	16																機上制御卓
16	17																機上制御卓

(2/3-2)

DCI OCT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	位置
17				"-" 符号	8	IC SET PANEL × 10.0 4	2	1	A/C POSITION × 1.0 4	2	X-POSITION 2	1	8	(BCD) × 0.1 4	2	1	センターペダスタル
18				"-" 符号	8	× 100 4	2	1	A/C POSITION × 10 4	2	Y-POSITION 2	1	8	(BCD) × 1.0 4	2	1	
19	ALT HOLD	IAS HOLD	HDG	AFCS ARM	VORLOC ENG	A/P ENG HOLD											
20	C 01	C 02	C 03	C 04	C 05	C 06	C 07	C 08	C 09	C 10	C 11	C 12	C 13	C 14	C 15	C 16	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	

DC/OCT	SIGNAL DESCRIPTION	FUNC SCHEM No.	REMARK	位置
17	USB FLAP LEVER			センターペダスタル
18	OUTBD FLAP "			
19	THROTTLE LEVER { No.1			
20	No.2			
21	No.3			
22	No.4			
23	TRIM WHEEL { PITCH			
24	AILERON			
25	RUDDER			
26	PDI CAP COURSE KNOB CH1			
27	CH2			
28	CO-PI " CH1			
29	CH2			
30	CAP HDG KNOB CH1			
31	CH2			
32	CO-PI " CH1			

(1/3)

DC/OCT	SIGNAL DESCRIPTION	FUNC SCHEM No.	REMARK	位置
1	0	COLUMN FORCE		主要3舵・C/L
2	1	" CYL. POSITION		
3	2	" ANGLE		
4	3	WHEEL FORCE		
5	4	" CYL. POSITION		
6	5	" ANGLE		
7	6	PEDAL FORCE		
8	7	" CYL. POSITION		
9	10	" ANGLE		
10	11	BRAKE PEDAL { LEFT		
11	12	{ RIGHT		
12	13	STEERING { PILOT		ペセン デスタ スタ ル
13	14	{ CO-PILOT		
14	15	SPEED BRAKE LEVER		
15	16	FPC "		
16	17	USB FLAP MONI. "		



DCI OCT	SIGNAL, DESCRIPTION	FUNC SCHEM No.	REMARK	位置
49	60 汎用入力盤	03		機 上 制 御 卓
50	61	04		
51	62	05		
52	63	06		
53	64	07		
54	65	08		
55	66	09		
56	67	10		
57	70	11		
58	71	12		
59	72	13		
60	73	14		
61	74	15		
62	75	16		
63	76	17		
64	77	18		

DCI OCT	SIGNAL DESCRIPTION	FUNC SCHEM No.	REMARK	位置
33	40 PDI CO-PI HDG KNOB CH2			計 器 コ ン ト ロ ー ル
34	41 ADI CAP PITCH TRIM KNOB			
35	42 CO-PI			
36	43 B-ALT 回転制御 PILOT			
37	44 CO-PILOT			
38	45 ポットパネル { R1			セ ン タ ー ペ デ ス タ ル
39	46 R2			
40	47 R3			
41	50 R4			
42	51 R5			
43	52 SPEED			
44	53 I. C SET PANEL ALT			
45	54 X			
46	55 Y			
47	56 汎用入力盤 01			
48	57 02			機 上 制 御 卓

DCIOCT	SIGNAL DESCRIPTION	FUNC SCHEM No.	REMARK	位置
81	補助端子盤 (AUX I/O TERMINAL) II			
82	12			
83	13			
84	14			
85	15			
86	16			
87	RADAR ALT DH SET KNOB			
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				

DCIOCT	SIGNAL DESCRIPTION	FUNC SCHEM No.	REMARK	位置
65	汎用入力盤 19			機上制御卓
66	20			
67	21			
68	22			
69	23			
70	24			
71	補助端子盤 (AUX I/O TERMINAL) 01			
72	02			
73	03			
74	04			
75	05			
76	06			
77	07			
78	08			
79	09			
80	10			

(3/3)

Ao

DCI OCT	SIGNAL DESCRIPTION	FUNC SCHEM No.	REMARK	位置
1	ADI	AS (CH1)	AC シンクロ計	正副操縦士計器板
2	PITCH	AS (CH2)	"	
3	ROLL	AS (CH1)	"	
4		AS (CH2)	"	
5	PDI COMPASS CARD	AS (CH1)	"	
6		AS (CH2)	"	
7	HEADING MARKER	AS (CH1)	"	
8		AS (CH2)	"	
9	RMI CARD	AS (CH1)	DC シンクロ計	
10		AS (CH2)	"	
11	No. 1 NEEDLE	AS (CH1)	"	
12		AS (CH2)	"	
13	No. 2 NEEDLE	AS (CH1)	"	
14		AS (CH2)	"	
15	CAP B-ALT IND	AS (CH1)	"	
16		AS (CH2)	"	

DCI OCT	SIGNAL DESCRIPTION	EUNC SCHEM No.	REMARK	位置
17	CO-PI B-ALT IND	AS (CH1)	DC シンクロ計	正副操縦士計器板
18		AS (CH2)	"	
19	ADI		電流計	
20	SLIP		DC サーボ	
21	H		電流計	
22	V		"	
23	G/S		"	
24	PDI COURSE DEV		"	
25	TO-FROM		"	
26	AIR SPEED IND POINTER		DC サーボ	
27	BUG		"	
28	RATE OF CLIMB IND		"	
29	SPOILER IND LEFT		電流計	
30	$\alpha$ IND		DC サーボ	
31	RED		DC サーボ	
32	$\beta$ IND		電流計	

DCIOCT	SIGNAL DESCRIPTION	FUNC SCHEM No.	REMARK	位置		
49	N <sub>2</sub> IND	No. 3	電流計	中央計器板		
50					No. 4	"
51	EGT IND	No. 1	"			
52					No. 2	"
53						
54					No. 4	"
55	FUEL FLOW IND	No. 1	"			
56					No. 2	"
57						
58					No. 4	"
59	レバーサーボ THROTTLE LEVER	No. 1	DCサーボ	センターペダスタル		
60					No. 2	"
61						
62					No. 4	"
63	レバーサーボ USB FLAP MONI. LEVER	"	"			
64	" SPEED BRAKE LEVER				"	"

(2/4)

DCIOCT	SIGNAL DESCRIPTION	FUNC SCHEM No.	REMARK	位置		
33	r IND		電流計	中央計器板		
34	R-ALT IND				DCサーボ	"
35	TRIM IND	ELEV	電流計			
36					AIL	"
37		RUD	"			
38	ELEV FEEL TRIM IND				"	"
39	STAB TRIM IND	"	"			
40	SPOILER IND RIGHT				"	"
41	OUTBD FLAP IND	"	"			
42	USB FLAP IND				"	"
43	N <sub>1</sub> IND	No. 1	"			
44					No. 2	"
45						
46					No. 4	"
47	N <sub>2</sub> IND	No. 1	"			
48				No. 2	"	

DCI OCT	SIGNAL, DESCRIPTION	FUNC SCHEM No.	REMARK	位置
81	120 COLUMN REF 3			← C/L
82	120 " SLOPE 1			
83	122 " SLOPE 2			
84	123 " SLOPE 3			
85	124 " TRIM			
86	125 WHEEL PRE L' AD			
87	126 " REF 1			
88	127 " REF 2			
89	130 " REF 3			
90	131 " SLOPE 1			
91	132 " SLOPE 2			
92	133 " SLOPE 3			
93	134 " TRIM			
94	135 PEDAL PRE L' AD			
95	136 " REF 1			
96	137 " REF 2			

DCI OCT	SIGNAL DESCRIPTION	FUNC SCHEM No.	REMARK	位置
65	100 レバ-サ-ボ PITCH TRIM WHEEL		DC サ-ボ	
66	101 音響発生装置 ENG RPM { No. 1			
67	102 " " " No. 2			
68	103 " " " No. 3			
69	104 " " " { Nn. 4			
70	105 ENG SOUND LEVEL { No. 1			
71	106 " " " No. 2			
72	107 " " " No. 3			
73	110 " " " { No. 4			
74	111 対気速度 (IAS)			
75	112 対地速度 (GS)			
76	113 MARKER FREQUENCY			
77	114 MARKER LEVEL			
78	115 COLUMN PRE LO 9 D			← C/L
79	116 " PEF 1			
80	117 " REF 2			

DCI OCT	SIGNAL DESCRIPTION	FUNC SCHEM No.	REMARK	位置
113 160	補助端子盤 (AUX I/O TERMINAL) 12			
114 161	"	13		
115 162	"	14		
116 163	"	15		
117 164	"	16		
118 165	ACCEL IND (WHITE)			↑ 中央 計器板 ↓
119 166	(YELLOW)			
120 167				
121 170				
122 171				
123 172				
124 173				
125 174				
126 175				
127 176				
128 177				

(4/4)

DCI OCT	SIGNAL DESCRIPTION	FUNC SCHEM No.	REMARK	位置
97 140	PEDAL REF 3			
98 141	" SLOPE 1			
99 142	" SLOPE 2			C/L
100 143	" SLOPE 3			
101 144	" TRIM			
102 145	補助端子盤 (AUX I/O TERMINAL) 01			
103 146	HDD モードル 02			
104 147	" ボール 03			
105 150	" " 04			
106 151	" " 05			
107 152	" " 06			
108 153	" " 07			
109 154	" " 08			
110 155	" " 09			
111 156	EPR IND 1 10		電流計	
112 157	" " 2 11		"	

---

## 航空宇宙技術研究所資料 577 号

昭和62年11月発行

発行所 航空宇宙技術研究所  
東京都調布市深大寺東町7-44-1  
電話 三鷹(0422)47-5911(大代表) 〒182  
印刷所 株式会社実業公報社  
東京都千代田区九段南4-2-12

---

