

航技研の実時間シミュレーション用複合計算機 FSK-II

堀川勇壯，渡辺 顯，原田公一，名越孝行

(航空宇宙技術研究所)

1. 概要

近年の航空宇宙関連技術の進歩は、めざましいものがあり、フライト・シミュレーション¹⁾ についてみても、従来よりも、より高精度、かつ厳密なシミュレーションが要求されると共に、機上のデジタル化システム等も含めた中の広いシミュレーションが要求されるようになってきた。

昭和38年に設置され、数多くの航空機の開発および研究²⁾ に使用されてきた航技研の汎用飛行シミュレータ³⁾ も老朽化してきたので、更新近代化計画が行なわれることになり、その手始めとして、昭和47年度より3ヶ年計画で、シミュレータ用計算機の近代化計画が行なわれることになった。

従来のシミュレータ用計算機(FSK-I)はアナログ計算機⁴⁾ によるシステムであったが、新しいシステムは、デジタル・システムを含む大規模システムのシミュレーションを行なうため、ミニコン5台による複合計算機システム(FSK-II)である。

本FSK-IIの特徴は、極めて柔軟性のあるシステムであって、全体を一系統のシステムとして使用できるほか、任意の計算機の組み合わせで、2~3系統のシステムとして使用(多目的同時使用)ができる。このように柔軟性のあるシステムであるが、実物の人間の入るフライト・シミュレーション(フライト・シミュレータ)も行なうため、安全性には十分の考慮がなされている。さらに、フライト・シミュレーションに便利なソフトウェア(FSPP)、他の広い用途にも利用できる実時間シミュレーション用言語(RTSL)を持ち、多目的性、汎用性を具えている。

本システムは、昭和50年2月末をもって完成し、3月より実動に入る予定である。

以下、航技研のフライト・シミュレータ、フライト・シミュレーションを含む複合計算機のシステム計画、ハードウェア構成、ソフトウェア等について述べる。

2. 航技研のフライト・シミュレータ

フライト・シミュレーションの代表例はフライト・シミュレータであり、羽田にある乗員訓練所のフライト・シミュレータは一般によく知られている。訓練用のフライト・シミュレータの歴史は古く、1930年代に始まるが、航空機の研究開発に用いられ始めたのは第2次大戦後の電子計算機の出現によってからである。研究開発用のフライト・シミュレータの利用によって、(a)製作期間の短縮、(b)飛行試験時の安全性の改善のほか、(c)人間-機械系としての航空機システムの最適設計、(d)ひいては、開発の成功率の改善、(e)開発コストの低減等が可能となった。

アナログ形電子計算機の性能が向上すると共に、1950年代の中頃より、世界的に研究開発用のフライト・シミュレータが研究所、航空機メーカーで作られ、利用され始めた。わが国においても、戦後10年の空白のあと、航空開発と共に

航空技術審議会の答申に研究開発用のフライト・シミュレータの設置の必要性があげられ、昭和35年より計画を開始し、昭和38年に、わが国で始めての本格的な研究開発用のフライト・シミュレータが航技研において完成した。このシステムの全体構成も Fig. 1 に示す。

フライト・シミュレータは、パイロット（または実物の操縦）に航空機の飛行している状態を、地上において模擬再現する装置であり、次のような情報を与える装置より構成される。

(1) 視界情報（模擬視界装置および模擬飛行計器）

実物通りの操縦席内に実物通りの模擬飛行計器およびパイロット前面のスクリーン上に外部風景の視界を与え、パイロットの視界情報とする。

(2) 手足の感覚情報（操縦力負荷装置付の模擬操縦装置）

操縦系統は空力特性の変化によって操縦力特性が変化するので、その感覚をパイロットに与える必要があり、操縦力負荷装置付の模擬操縦装置が模擬操縦席内に設けられる。

(3) 運動感覚情報（操縦席可動装置）

パイロットに実機と同様な運動感覚を与えるため、模擬操縦席を2～6自由度で動かす。実物の操縦席に対しては角運動のみの運動を与えるフライト・テーブル装置が用いられる。

(4) 聴覚情報（エンジン音発生装置および通信装置）

エンジン音、警報、通信装置等の音声情報を与える。

シミュレーション用計算機は、これらの情報を、模擬演算して各模擬装置に与えるもので、シミュレータの中核部となるものである。模擬演算の内容の一例もブロック図として Fig. 2 に示す。

FSK-1の計画においては、シミュレータ用計算機的方式選定に対して

- (a) アナログ計算機方式
- (b) ハイブリッド計算機方式
- (c) デジタル計算機方式

によって検討し、性能、コストの

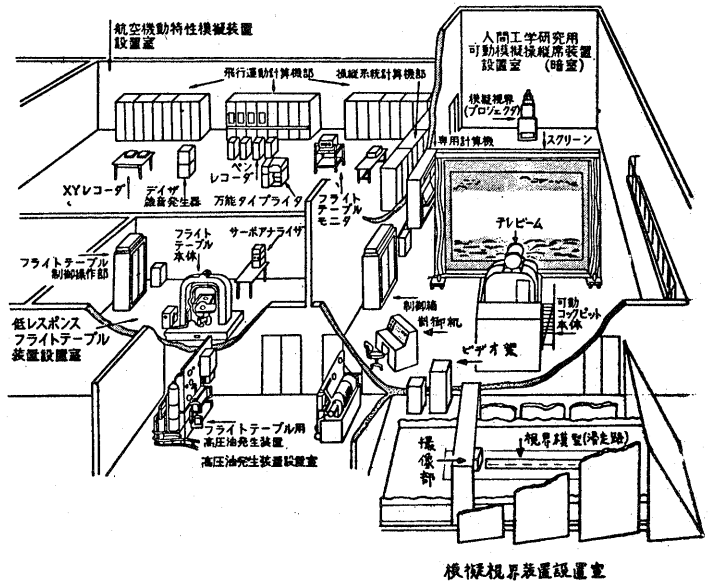


Fig. 1 航技研の研究開発用フライト・シミュレータ

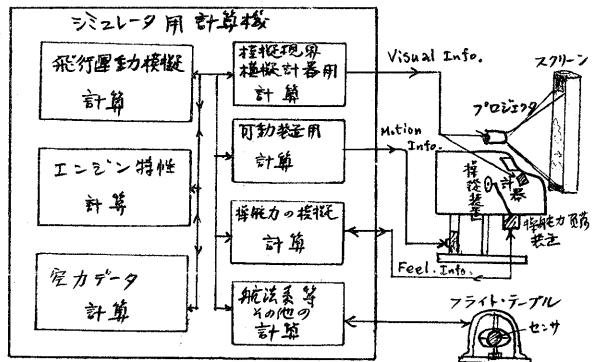


Fig. 2 模擬演算の内容

矣、およびシミュレータとしてのアナログ直観性の点より、アナログ計算機方式を採用することとし、将来ハイブリッド計算機方式に拡張できるようにした。

その後、ロケットの誘導制御のシミュレーション研究のために、HITAC-5020計算機と接続してハイブリッド・シミュレーションを可能にしたほか、自動着陸の研究用にHIDAS-2000Aハイブリッド計算機システムとも連動して使用してきた。しかし、10年余の使用による老朽化、使用部品の製造中止、大規模・高精度シミュレーションの要求等により、設備更新近代化計画が行なわれることとなった。

3. FSK-IIのシステム計画

近代化計画としてのFSK-IIの計画は、始めに、使用目的、システム要求等を明確にして、システム設計に入った。

以下、使用目的、シミュレーション要求、システム要求、システム設計について述べる。

3.1 使用目的とシミュレーション要求

FSK-IIの使用は、模擬操縦席、フライト・テーブル等を使用する物理的シミュレーションと、計算機のみによる数学的シミュレーションに用いられる。シミュレーションは原則として、実時間演算を行なうものである。

研究開発用のフライト・シミュレータ用の計算機は、パイロット訓練用のシミュレータと異なり、シミュレータとしての使い易さ(専用性)も有しながら、広い応用範囲(汎用性)に拡張して使えるものでなければならぬ。したがって、次に述べるような研究に適したものでなければならぬ。

(1) 任意の航空機(CTOL, STOL, VTOL, SST)の設計開発のためのシミュレーション(計算機だけのシミュレーションおよびパイロットを含むフライト・シミュレーション、実物の機体を含むシミュレーション(フライト・テーブルの使用およびリグ試験))が行なえること。

(2) 航空機の飛行性(Flying Qualities)の研究が行なえること。この研究には、操縦性、安定性、飛行性能、人間-機械系としての適合性をはかる研究、人間工学的な研究も含まれる。シミュレーションの形態としては、基本的には前記(1)項と同じ内容となる。

(3) 航空機の自動飛行制御システム(AFCs)および将来の航空機の自動化に関わる研究が行なえること。この研究では、飛行運動のシミュレーションのほか、航法、制御等のシミュレーション、機上用計算機システムを含む自動化システムのシミュレーションも加わり、全体システムを構成した場合には大規模シミュレーションになる。自動化のシミュレーションにおいて、地上施設も含めたシミュレーション等を付加すれば、増設等が必要となる。本計画では自動化の研究はその基礎研究が行なえるものに限ることとする。

(4) 宇宙工学(ロケット、人工衛星、スペースシャトル等)関連のシミュレーションが行なえること。この問題では、実物の機体(誘導制御機等)を含む場合を原則とし、計算機のみによるシミュレーションは大型計算機でも可能であるので含まない。

(5) フライト・シミュレーション技術の研究にも用いることができ、この種の研究としては、シミュレータの模擬視界のシミュレーション、操縦席駆動法、シミュレーション・ソフトウェア等の開発研究がある。

3.2 システム要求

近代化計画にあたり、いくつかの重要項目としてのシステム要求を挙げて検討を行なった。システム要求としては次のものがある。

- (1) 航空機、ロケット、人工衛星の非線形自由度の運動方程式が、従来の方式 (FSK-I, アナログ計算機方式) と比べて、1桁以上の模擬演算精度 0.01%、模擬演算能力として少なくとも 4~5 階以上であること。演算は実時間演算を基本とし、周波数応答は最大 10 Hz が可能であること。
- (2) システムの高性能率運営のために、システムの多目的、同時使用も可能とすること。さらに、その際の安全性は十分保証できるシステムであること。
- (3) 従来のシステムと安全に入れかえることができること。この要求は、計算機以外の装置がそのまま使用されるために要求されるものである。
- (4) 飛行シミュレータ (専用性) としての使い易さをはかると同時に、各種のシミュレーション (汎用性) が行なり易いシステム (ハードウェアおよびソフトウェア) であること。また、ユーザのレベルにあった使い易さ、使い易さははかれる構成であること。(レベルとしては3段階、ジュニアレベル (フライト・シミュレーションのみ)、ミドルレベル (応用シミュレーションも含む)、シニアレベル (計算機の専門家) を考えた操作性を考えることにした。)
- (5) システムの拡張性があること。使って行く内に、シミュレーション内容も増えて、増設の要求が当然であるものと考えられる。
- (6) デジタル・システムおよびアナログシステムを含む計算機シミュレーションが可能であるばかりでなく、外部の任意のデジタル、アナログ装置と接続が容易にできること等である。

3.3 基本システムの選定

上記のシステム要求に対して、どのような基本システムによって、これを実現するかが問題である。このようなシステムは純アナログ計算機のみの方式では実現できなりので、Fig. 3に示す3種の方式について検討した。

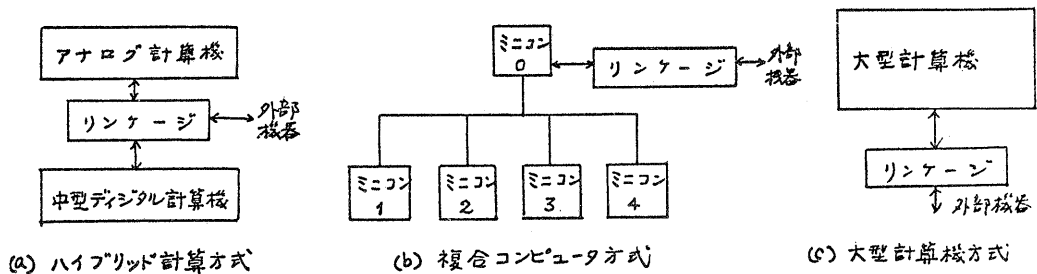


Fig. 3 シミュレータ用計算機の基方式

これらの諸方式の性能等について検討を行ない、システムの選定を行なった。検討結果を Table 1 に示す。フライト・シミュレーションのみを考えると、コスト、実時間演算の速さ、ハイブリッド計算方式が有利である。トレーサ程度のシミュレーションではミニコンまたは中規模のデジタル計算機 1~2 台で十分であり、コストはもとより低くできる。使い易さ、精度の点では大型計算機が優れている。しかし、航空機の自動化を含むデジタル化システムのような複雑大規模のシミュレーションには複合計算機システムが有利である。特に、大型

計算機方式に比べて、シミュレーションミックス、コストパフォーマンスの面で優れ、ハイブリッド計算方式に比べて大規模シミュレーション、高性能運用、使い易さ操作性の面で優れている。さらに、複合計算機システムのミニコンは、机上計算機と同等の性能を有するので、机上デジタル化システムの直接シミュレーションができる点で望ましい形態である。

また、航空機の設計開発と他の研究が重なっても、多目的同時使用のシステムが可能なのは（ただし、ある一定のコストの制限内で）ミニコンによる複合計算機方式しかなり。

このような検討より、新システムF5K-IIはミニコンによる複合計算機システムによることとした。

ここで述べた検討は、我々の要求するシミュレーション目的に対して行なったが、検討結果には一般性があり、他の目的のシミュレーションにも最適なシステムであり、システムの縮小、拡大を自由に行なうことによつて、コストパフォーマンスの優れたシステムを実現することができる。

3.4 F5K-IIのシステム・デザイン

前節で述べたように、コストパフォーマンス、将来性において有利で、並列演算可能な複合計算機システムを基本システムとして選んだが、複合計算機システムは内外において研究され始めをばかりであり、実際例はなく、そのため、システム設計として、最初、次の事項の検討から取りかかった。

- (1) 要質型複合計算機にするか、均質型複合計算機にするか。
- (2) 主記憶装置（コアメモリ）は共有にするか、各計算機個別にもつか。
- (3) 結合方式は多重バスか単一バスか。
- (4) 階層制御を行なう制御計算機はどの程度のものが必要か。制御計算機にミニコンを用いて、多目的同時使用を許すシステムができるか。
- (5) データ転送方式として、同期、非同期型のいづれをとるか。高速転送の方法はどうすればよいか。
- (6) 複合計算機としてのオペレーティング・システム、ユーザプログラム等はどうのようであればよいか。フライト・シミュレーションとしての使い易さおよび汎用性はどのようにして両立させるか。等である。

本計画にあつての拘束条件としては、(a) 予算の枠、(b) 完成期間が厳しくあつて、計画としては研究の一環として進めるが、本質的には設備の更新であるので、完成目標期間内に完成し、突撃に入らなければならぬ点である。

このように厳しい条件のもとで、3.2節に述べた研究目的にあつたシステムとして、十分検討を行なった結果、次のようなシステム構成をとることとした。

- (i) 最新の高性能ミニコン一台を制御用計算機として用いても、多目的同時使用を許す能力は十分有し、要素計算機と同一機種にいてもよいため、故障

システム名 検討項目	ハイブリッド 計算方式	複合コンピュ タ方式	大型計算機 方式
複雑大規模システム シミュレーション	○	◎	◎
シミュレーション精度	△	○	◎
リアルタイム性	◎*	◎	△
多目的・同時使用	△	◎	×
使い易さ・操作性	△	○	○
プログラムのし易さ	△	○	◎
システムの拡張性	△	○	△
汎用性	△	◎*	◎
フライト・シミュレータ としての専用性	○	○	○
自動化システム シミュレーション	△	◎	△
コストパフォーマンス	◎	◎	△

Table 1 基本方式の比較

時の互換性の利便より、均質形複合計算機システムとした。

- (ii) コアメモリを共有する方式は面白いシステムであるが、じやっかんの欠点を持つ。システムを分割して多目的同時使用を可能にするためにはコアを共有にするのがよく、さらに、既製のミニコンシステムがそのまま利用できる事で、コストおよび製作期間の短縮の便での利便も加わる。一般に力学系のシミュレーションは部分的に独立した演算内容に分割できるので、各要素計算機が独立に演算し、演算結果を互に転送することによって能率よく演算でき、システムに大きな変更なく増設が可能である。
- (iii) 本システムのように、分割演算可能なシミュレーションを中心課題とするシステムでは多重バスカップラ方式にする必要はなく、高速のDMAチャンネルによるHSBC (High Speed Bus Coupler) とPIOチャンネルによる低速のLSBC (Low Speed Bus Coupler) によるセンタバスカップラ方式とした。
- (iv) データ転送としては、シミュレーション用としては同期を採る必要はなく、非同期としたが、じやっかんの変更で同期をとることができる。転送はブロック毎のバースト転送を並列に行なうことにより、高速転送を実現した。(3B方式)

基本事項が決まり、詳細設計に入る前に、目的にあったハードウェア構成およびソフトウェアの要求事項を決めて、詳細設計に入った。ハードウェアの構成はオ1次計画、オ2次計画と段階を違って進めたが、最終の構成をFig. 4に示す。ハードウェアの機能構成については、次章において詳しく述べる。

ソフトウェアとしては、(a)複合計算機としてのオペレーティングシステム・プログラム、(b)任意の標準形態の航空機のシミュレーションを可能にする汎用のプログラム、および(c)実時間シミュレーションに適した言語を作成することとした。その詳細はオ5章において述べる。

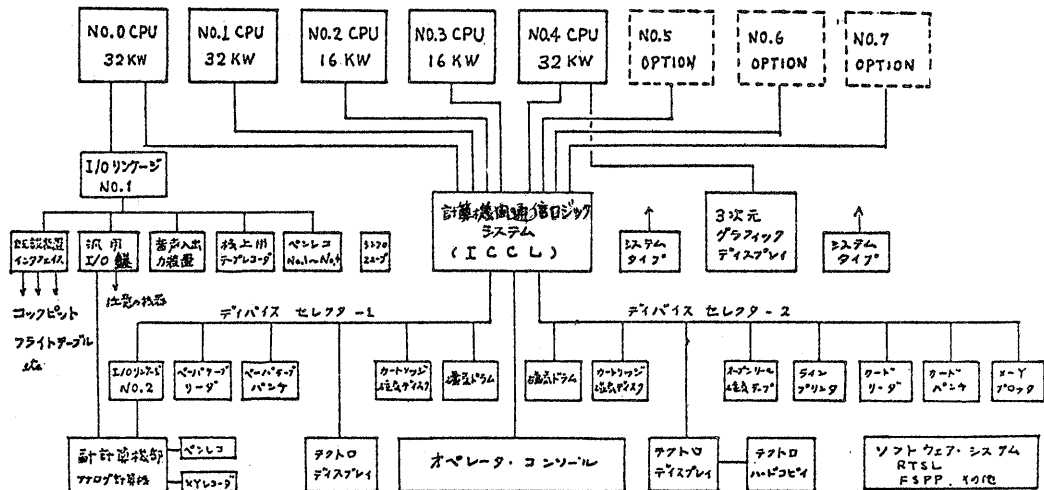


Fig. 4 FSK-IIの全体構成

4. ハードウェアの構成と機能

4.1 基本構成

ミニコン5台(8台まで実装可能)による階層制御構成をとり、ソフトによつて任意の1台が制御計算機となりうる。(通常の場合、No.0 CPUが用いられる)安全対策として、オペレータ・コンソールでハードウェア的のガードされ、全体を1システムまたはA,B,Cの3グループに分けて別々のJOBを行なわせることができる。計算機間の結合は、計算機間通信ロジック(Inter Computer Communication Logic, ICCIL)によつて行なわれ、全体の制御はオペレータ・コンソールによつて行なわれる。周辺機器は2システムに分割使用できる。(Fig.4参照)

4.2 ミニコン本体(CPU)

ミニコン本体(CPU)は三菱電機製 M-70 であり、メモリサイクル・タイム 0.88 μ sec, 16ビット, メモリ32KW実装可能の計算機で、データ転送のためのDMA, 割込処理のためのPIOチャンネル, フェイルセーフ機構(リアルタイムフロック, メモリ保護回路等)のほか、要素計算機には各々、フローティング・ポイント・プロセッサが付属している。

4.3 計算機間通信ロジック(ICCIL)

ICCILはミニコンを結合し、ミニコン相互間のデータ転送を行なう

(a) 高速バス結合装置(HSBC: High Speed Bus Coupler)

(b) 低速バス結合装置(LSBC: Low Speed Bus Coupler)

および、I/O周辺機器も任意の計算機の結合する2組の

(c) 入出力周辺機器選択装置(Device Selector)よりなる。

HSBCは、8段のバッファ・レジスタを用い、計算機間のデータ転送を最高826 KW/secで行なうことができる。

LSBCは、計算機の割込処理機能PIOチャンネルも利用するもので、各要素計算機の演算の中断、割込演算処理、中断した演算の再開を、制御用計算機のシステム・コントロール・プログラム(SCP)の管理下のもとに行なう。

Device Selectorは2組のJOBを同時に行なえるようにするために、2組あって、ラインプリンタ、カードリーダー等の低速の周辺機器も各計算機が共用して使用できるようにするためのプログラム・コントロール・バスの切替ロジックであり、選択モードは自動と手動とがある。

4.4 オペレータ・コンソール(Operator Console)

オペレータ・コンソールは、システム全体の運転、操作、監視等を行なうものである。本装置は多目的同時使用を可能にし、さらに制御操作を容易にし、かつ誤操作を防止する(Fool Proof)ように作られている。

オペレータ・コンソールの構成は

(a) Man-machine CommunicationのためのCharacter DisplayとKey Board,

(b) メモリの読み出しと書き込みを容易にするためのData Readout and Set Pannel

(c) システムのグルーピングを指定し、多目的同時使用による相互干渉を防止するためのSide Control Pannel

(d) システムのグルーピング、動作状態を表示するSystem Display Pannel

(e) 多目的同時使用時に分割移動(Remote Control Box 2組使用)も可能なSystem Control Pannelよりなる。Remote Control Boxは2台

のテクトロディスプレイ，2台のシステムタイプライタと共に用いることができる。

4.5 リンケージ・システム

リンケージ・システムは2系統よりなり，1系統は複合計算機システムと模擬操縦席，フライト・テーブル，汎用入出力盤等の装置と接続するもので，他の1つはハイブリッド演算を可能にするためのアナログ計算機と接続するもので，A-Dコンバータ，D-Aコンバータ，スキヤナ等より構成され，Table 2に示すような内容，性能，構成をもつ。

リンケージ要素名	変換(転送)速度	No.1リンケージ要素数	No.2リンケージ要素数
(a) アナログ・インプット・チャンネル (AI)	20ms/ch以下 11bit	176 ch	8 ch
(b) アナログ・アウトプット・チャンネル (AO)	50μs/2ch以下	244 "	8 "
(c) ディスクリット・スイッチ・インプット・チャンネル (DSI)	0.88μsec/w. 16bit	304 "	64 "
(d) デジタル・ワード・アウトプット・チャンネル (DWO)	1.2μsec/w. "	304 "	64 "
(e) ディスクリット・スイッチ・アウトプット・チャンネル (DSO)	1.2μsec/w. "	56 "	0 "

Table 2 リンケージの性能と要素数

4.6 既設のシミュレータのためのハードウェア

既設の模擬操縦席，フライト・テーブルを使用する際には，リンケージ No.1のほかに，レベル変換器(100V ↔ 10V)，ペン書レコーダ 8ch，4台，スムーサボックス，運転指令インタフェース用の Call Box およびインタフオーン・システムを設けた。

4.7 自動化システム等の研究のためのハードウェア

航空機の自動化システムの研究のためのハードウェアとしては，次のものを設けた。

- (a) 任意の実物の機番(アナログ/デジタル機番)を接続して実験するための汎用入出力盤を設けた。
- (b) アナログ機番も含む計算機シミュレーションおよびハイブリッド演算，アナログ機番とのインタフェース用として小型のアナログ計算機を付属させた。
- (c) 自動化における Man-Machine Interface の研究を行なうために，3次元 Graphic Display および音声入出力装置を設けた。
- (d) 飛行実験等のデータ解析を容易にするため，FM方式 32チャンネルの机上搭載用データレコーダを設け，データ処理を可能とした。

4.8 その他，計算機入出力周辺機器

複合計算機本体の I/O 周辺機器として，システムタイプライタ，磁気ドラム，カートリッジディスク，テクトロディスプレイ等，各2台，テクトロハードコピー，PTP，PTR，LP，MT，CR，XYプロッタ各1台を設け，多目的同時使用も可能とした。

5. ソフトウェアの構成と機能

ソフトウェアとしては，下記に示すように，複合計算機システム全体が効率的に運用されるためのモニタ，プログラム・ローダ，言語，入出力プログラム，シミュレーション・プログラムからなる。

- (1) システム・コントロール・プログラム (SCP)
- (2) リアルタイム・システム・モニタ (RTSM)

- (3) リンケージ・エディタ・プログラム (LEP)
- (4) リアルタイム・システム・ランゲージ (RTSL)
- (5) 入出力制御プログラム (IOLP)
- (6) フライト・シミュレーション・プログラム・パッケージ (FSPP)

5.1 SCP

SCPは、タスク管理、データ管理、およびジョブ管理のプログラムによって構成される。

(a) タスク管理プログラムは、設定された優先順位にしたがって、タスク・プログラムの多重処理を行なうほか、制御計算機において生起する内部割込み、外部割込みを処理し、所定のタスク・プログラムの実行を制御する。

(b) データ管理プログラムは、要素計算機のデータ転送、I/O リンケージ・データの編集転送、入出力装置とのデータ転送を制御するプログラムである。

(c) ジョブ管理プログラムは、ジョブ制御指令にしたがって、所要のプログラムの転送、タスク・プログラムの生成消滅を管理する。

5.2 RTSM

RTSMはSCPの管理化にある各要素計算機に格納され、SCPの制御のもとに、複数台の要素計算機が協同して1つの大きなシミュレーションを行なうために、SCPとの通信の管理、実時間高速シミュレーションを行なうための実行周期の制御等を行なう。主な機能は次の通りである。

(a) SCPとの通信のために、STATUS FLAGを介して送られてきた通信コードの解釈、実行および通信コードの送り出しを行なう。

(b) タスクの制御としては、プログラムの実行周期を10msの整数倍4レベルまで(10ms, 20ms, 50ms, 100ms, 200ms)の設定ができる。各レベルで最大16個のタスクの制御ができる。

(c) モニタ・マクロ命令が用意され、プログラムからモニタ・サービスの要求を受けることができる。

(d) 割込み処理としては、上記の機能を発揮するために、リアルタイム・クロック(RTC)、ステータス・フラグ、CALL命令等の割込み処理を行なうことができる。

5.3 リンケージ・エディタ・プログラム (LEP)

リアルタイム・システム・ランゲージ(RTSL)で書かれたプログラムおよびマルチ・コンピュータ・システム用にアッセンブラで書かれたプログラムをマルチ・コンピュータ・システムで一つのまとまったプログラムとして実行できるように編集し、各要素計算機に収納するもので、次の各機能をもつ。

(a) プログラム間の変数の接続

(b) 計算機間の変数の計算機間データ転送領域への割付

(c) リンケージ入出力データの変数への接続

(d) SCPがリンケージ出力データを編集するための編集制御情報の作成

(e) SCPが計算機間データ転送を制御するための制御情報の作成

(f) プログラムの編集結果のプリント・アウト

5.4 リアルタイム・システム・ランゲージ (RTSL)

RTSLはリアルタイム・シミュレーションのための数学モデルを容易に作成

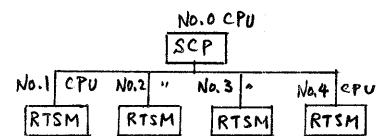


Fig. 5 SCPとRTSM

するための言語およびコンパイラである。

- (a) 言語としては、高度のシミュレーション内容の記述ができて、アッセンブラに近く、さめの細かい処理が簡潔に記述できるものである。
- (b) コンパイラとしては、実行時間、メモリ占有において、最適化されたプログラムを発生することができるとのである。これらの内容を Table 3 に示す。

	実行サブプログラム	非実行サブプログラム		数	論理式
文	代入文	プログラム文	式	データ	ラベル、データ
	制御文	データ文			
	入出力文	宣言文			
	アッセンブラ	コンパイル制御文			
	複合文				
				整数	プログラム、データ
				固定小数点数 (単精度、倍精度)	
				浮動小数点数 (")	

Table 3 RTSL の内容の概要

5.5 入出力制御プログラム (I/OCP)

F S K - II 用として、特別に設けた入出力周辺機器の入出力プログラムの作成を容易にするためのもので、プログラムの機能は M-70 の標準 I/OCP に準拠したものである。

5.6 フライト・シミュレーション・プログラム・パッケージ (FSPP)

FSPP は航空機の基本的な数学モデルのプログラム・パッケージであり、通常の形態の航空機については、CTOL, STOL, SST 等をデータを入力のみで、自由にシミュレーションができ、模擬操縦席、フライトテーブル等と連動することもできる。さらに、RTSL で記述した自動飛行制御システム等のプログラムを併用することもできる。

構成は、(a) 数学モデル ----- { (A-1) フライト・シミュレーション・プログラム
 (b) 空カデータ { (A-2) エンジン・シミュレーション・プログラム
 (c) サブルーチン { (A-3) リンク・I/O 処理プログラム
 等よりなっている。

6. まとめ

筆者の表現力と紙数の制約のため、詳細を十分に報告できていない点を、はじめにお詫びしたい。結合方式、データ転送、リンク・I/O データについては、別報告に詳しく述べられるので参照されたい。

本 F S K - II の単体性能機能は目的に対して十分な性能であることが確認された。今後は応用側について行なっていく計画があるので、次の機会に、それらについて報告したいと考えている。

終りに、本システムの製作に全面的協力をいただいた三菱プレジジョン(株)の諸氏および関係各位に対して深甚の謝意を表したい。

参考文献

- 1) 堀川；フライト・シミュレータについて、電子通信学会 宇宙航行エレクトロニクス研究会資料 SANE-74-9 (1974/6)。
- 2) 堀川、渡辺等；航技研研究報告 TM-78, TM-86, TM-201, TM-215, TR-114, TR-142, TR-200 等。
- 3) 松浦、堀川等；航技研研究報告 TR-70 (1965/1)。
- 4) 堀川；航技研の飛行シミュレータ用計算機について、アログ研究会誌 Vol.3, No.4, (1963/4)。