

D10電子交換機標準プログラムの開発

Development of D10 ESS Standard Software

D10形電子交換機が昭和47年に商用化されて以来本格的な導入期に入っているが、電子交換機に使われるプログラムについても開発が進められてきた。交換機は、その導入局数が多く且つ寿命が長いという点から、プログラム設計上配慮されなければならない条件が多いが、本稿はD10形電子交換機で実現されたソフトウェア技術について総括的に論じたものである。

システムプログラムは、マザーファイルに統合され、各局用プログラムはマザーファイルから切り出されて供給される一元管理が行なわれる。局データについては、施設設計時の原票カードから自動的に作成される。プログラム作成の技術としては、フローチャートの自動書き、パッチからエディットへの自動変換が可能となった。交換機の運用はすべて保守者によるタイプライタコマンドで行なわれるが、特に運用中の増設ファイル入替えは、ほとんど中断することなく実現できる。システムの信頼度を確保するために、循環切換えによる障害装置の摘出と自動診断技術が効果的に使用されている。

以上のような技術が集積されて標準プログラムとして確立している。

玉木研造* *Kenzô Tamaki*

道家浩太郎* *Kôtarô Dôke*

村瀬昭一* *Shôichi Murase*

生田睦雄* *Mutsuo Ikuta*

1 緒言

D10形電子交換機は日本電信電話公社において昭和46年に商用試験が開始されて以来、国内交換網に順調に導入が進められており、現在、本格的な大量導入が始められている。

この状況に合わせD10形電子交換用ソフトウェアについても、大量導入に適した体系となるように開発が進められている。そこで本稿は、D10形電子交換機の本格的な導入期に電子交換用ソフトウェアを取りまく種々の周囲条件及びそれらに対処するためのソフトウェア体系と技術について報告する。

2 電子交換用ソフトウェアの周囲条件と設計目標

電子交換用ソフトウェアに影響を及ぼす周囲条件は多数考えられるが、基本的には次の2項目の要因から出発している。

- (1) システムの導入数が多いこと。
- (2) システムの寿命が長いこと。

これらの要因は電子交換機に限らず、交換機に与えられる基本的な条件である。

すなわち、(1)について言えばD10形電子交換機は今後2～3年のうちに約400局の導入が予定されており、その経済性の良いことが第一の条件となる。また交換局の階梯、機器構成、あるいはサービス機能などの相違によるシステムの多様化に容易に対処でき、且つその運用、保守が容易であることも大切な条件である。

一方、(2)については交換機の耐用年数として20年以上が要求されるため、長期間にわたりシステムの信頼性を維持しなければならない。また、この間の技術の進歩や社会情勢の変化に伴うハードウェアの改版、電話加入者数の増大、あるいは交換サービスに対する様々な要求などに迅速に対処することも電子交換機に与えられる重要な条件である。

以上のような周囲条件と、それらに対処するためのソフトウェアの設計目標をまとめて図1に示す。交換局はその局階梯、機器構成及びサービス機能が多種多様であり、それに合

わせて交換プログラムファイルの種類も多数必要となるため、特にファイルの構成・管理技術が重要となる。また、現局では増設や機能の追加なども含めた運用保守を行なうことが必要となるため、局の運用・保守技術の確立も大きな設計目標となる。

3 電子交換機のソフトウェア体系

本章では、2.の図1に示したソフトウェアの設計目標と、それを実現するためのソフトウェア技術について同図の順序に従って説明する。

3.1 ファイルの構成及び管理技術

前述したように交換プログラムファイルは、各局の状況の相違により多数の種類が必要であるため、その作成、保守及び管理は極めて繁雑となる。そこで、この対策として次のようなファイルの構成及び管理手法を導入した。

- (1) 交換プログラムをシステムプログラム部分と局データ部分(後述)とに分離する。
- (2) システムプログラム部分ではすべての局階梯及びサービス機能を統合して管理する。
- (3) 局データ部分では、局ごとの固有な条件(これを局条件と呼ぶ)を一括管理する。
- (4) 所要のシステムプログラムと局データを組み合わせて、各局ごとのファイル(これを局ファイルと呼ぶ)を作成する。

以上の手法について次に更に詳しく述べる。

3.1.1 システムプログラムの一元管理⁽¹⁾

すべての局階梯及びサービス機能に対応したシステムプログラムを整理・統合して、一種類のマザーファイルとして作成しておき、この中から目的とする局に必要なシステムプログラムだけを取り出して、(これをシステムジェネレーションと呼ぶ)システムファイルを作成する方式を採っている。この方式は、マザーファイルだけを保守、管理すればよいの

* 日立製作所戸塚工場

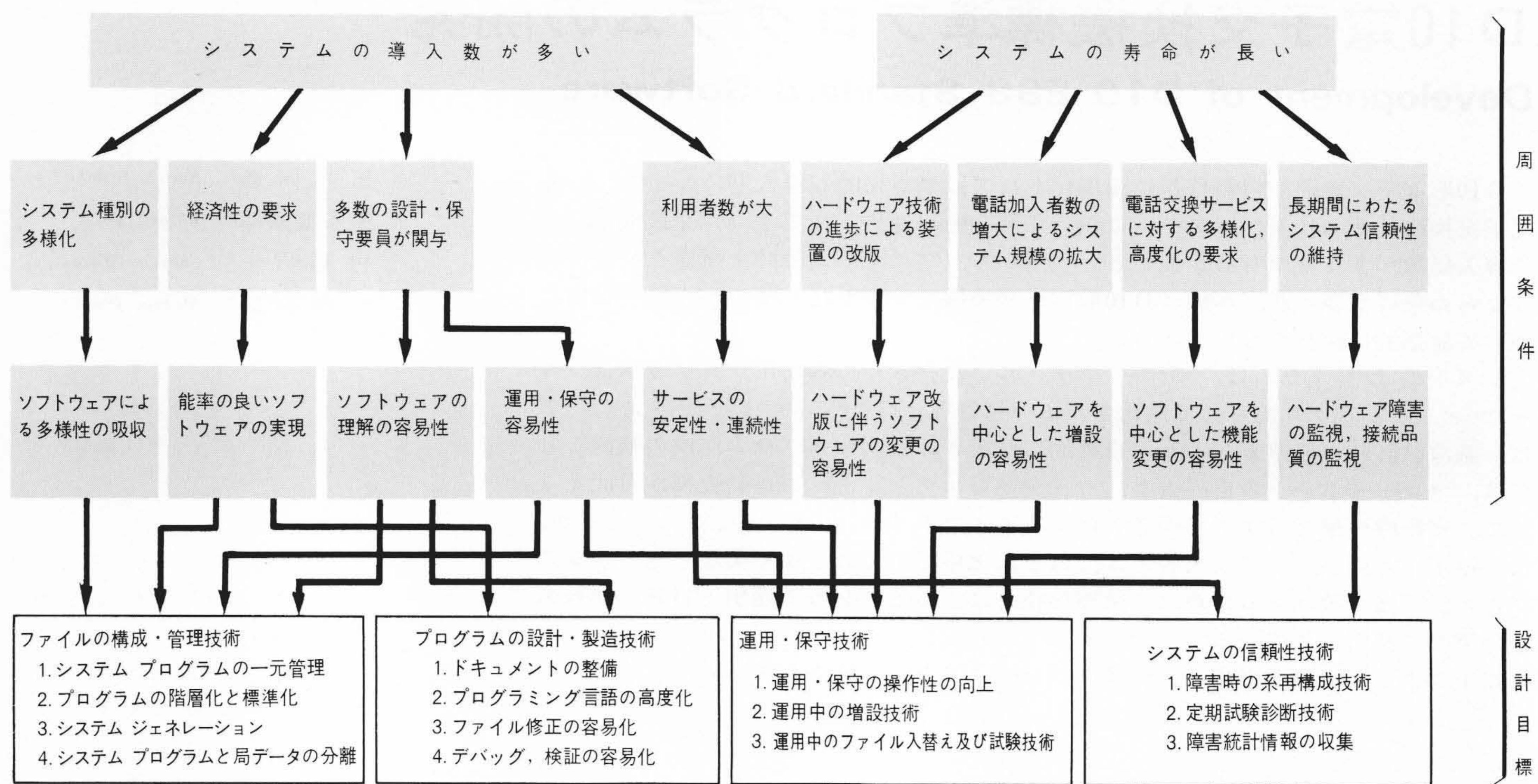


図1 電子交換ソフトウェアの周囲条件と設計目標 電子交換機の特質は、システムの導入数が多いこと及びシステムの寿命が長いことであり、そこから生ずる種々の条件や要求を満たさねばならない。

でシステム プログラム(システム ファイル)の一元管理が図られ、プログラムの保守、管理が極めて容易となった。

3.1.2 プログラムの階層化と標準化

マザー ファイルからのプログラムの取り出しや、マザー ファイルへのプログラムの追加、変更を容易にするために、システム プログラムを図2に示すような3レベルに階層化するとともに、プログラムの標準化、共用化を図っている。

図2のユニット内のプログラム論理が局階梯やサービス機能の相違によって一部異なる場合、それぞれ別個のユニットを用意しておくことは得策ではない。そこで、それらの違いをできるだけ包含した形でユニットを作成しておき、システ

ム ジェネレーションの段階で条件付きアセンブリ機能により各ユニット内の所要のプログラム論理を選択するという手法を採用している。

システム ジェネレーションは、かなりの手数を要する作業であるので、システム切出し条件を与えて所望のシステム ファイルを自動的に作成するシステム ジェネレータを現在開発中である。

3.1.3 システム プログラムと局データの分離⁽²⁾

局階梯及びサービス機能の種別が同一でも、一般に局ごとの条件(ハードウェア構成、ルート接続条件など)は異なっている。これらの局条件は、従来の交換機では布線の形で実現

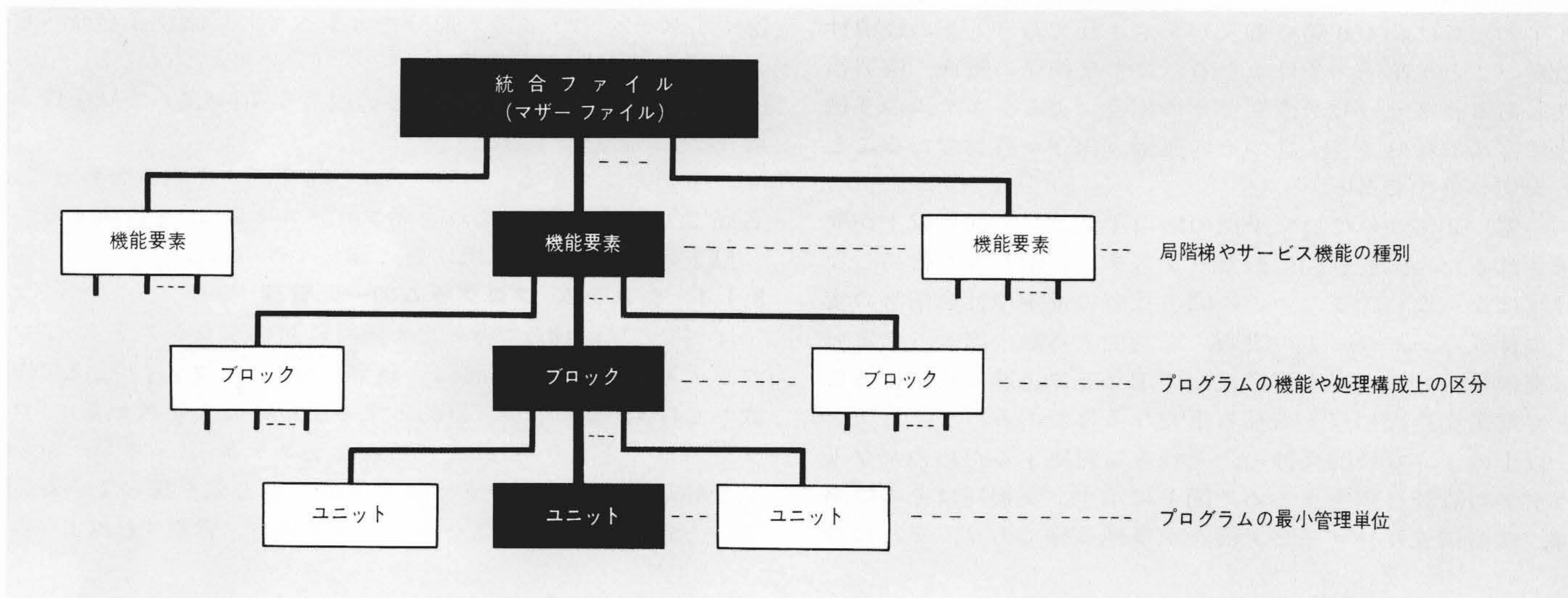


図2 システム プログラムの階層化構造 システム プログラムは、階層化(3レベル)と標準化を図っているので、その作成、追加・変更、マザー ファイルからの取り出しなどが容易である。

していたのに対し、電子交換機では局データの形でソフトウェア化しているので、局条件の変化に対する融通性は一段と向上しているが、その反面交換プログラムを複雑にする要因にもなっている。そこで、プログラムと局データを完全に分離し、各局ごとの局条件に応じた局データを作成してシステムプログラムと結合するという方式により、多数の局ファイルを容易に供給できるようにしている。

新設局の局データファイルを作成するには、局の設備計画、施設設計、細部設計(局データ設計)及び局データファイルの作成という工程を踏む。局データ設計の工程では施設設計の結果得られた施設設計図面を基に前述の局条件をデータ化するわけであるが、複雑多岐にわたる局条件を各局ごとに機械語でデータ化するのは極めて非能率的である。そこで、局条件を分かりやすい局条件記述言語で記述して局データ原票を作成し、これを入力として、機械語の局データファイルを作成する局データ作成プログラムを開発し、大きな効果を挙げている。

以上、「ファイルの構成及び管理技術」の手法をまとめて図3に示す。

3.2 プログラムの設計及び製造技術

プログラムの設計、製造及び検査を能率よく行なうためには、

- (1) 適切で且つ分かりやすいドキュメントを整備すること。
- (2) 分かりやすいプログラミング言語を開発すること。
- (3) プログラムのデバッグや修正が容易に行なえること。
- (4) 検査手法を整備、確立すること。

などが要求される。以下、各項目について説明する。

3.2.1 ドキュメントの整備

- (1) マザーファイルに対応付けたドキュメントの一元管理を実施するとともに、ユニットごとにユニット番号を付与し、これをドキュメントの索引キーとする索引手法や、機能要素別ドキュメント編集方法を取り、参照及び管理の便を図っている。
- (2) 詳細フローチャートは、プログラムバグや、機能追加に伴う修正量、修正頻度が多く、且つマザーファイルとの厳密な一致が要求される。そこで、マザーファイルから詳細フローチャートを再生するフローチャート自動作成プログラムを開発した。

ドキュメントの整備としては、他に仕様記述形式の開発や、

利用目的に応じたドキュメントの階層構造化を行なっている。

3.2.2 プログラミング言語の高度化

交換プログラムでは、メモリ量の削減と実行速度の向上を重視して主にアセンブリ言語を用いているが、アセンブリ言語は、プログラム作成能率が低いこと、プログラムの分かりやすさ・保守のしやすさに欠けるなどの問題がある。そこで、これらの問題を解決し、且つメモリ量と実行速度に関する要求を満たすようなプログラミング言語が切望されてきた。その対策の一つとして、交換処理を表わす呼処理タスクを設計するためのタスクマクロ言語を開発した。これは、交換機能オリエンテッドなマクロ言語で、プログラムの実行時にこのマクロを逐次インタプリタで解釈しながら実行するという方式を採っている。この方式は、メモリ量の節約には非常に有効であるが実行速度がやや低下するので、比較的使用頻度の小さいタスクを設計するのに適している。

一方、タスクマクロ言語は適用範囲が呼処理などに限られているため、交換プログラム全体に適用可能な高水準の手続き向き言語が望まれており、現在、PL/1 (Programming Language/1) をベースとして更に交換向きの機能を付加した交換用手続き向き高水準言語(DPL:DEX PROGRAMMING LANGUAGE)を開発中である。

将来の方向としては手続き向き言語よりも更に高水準な、いわゆる問題向き言語を指向するものと思われる。但し、交換プログラム全体を一種類の言語に統一して記述するのは得策ではなく、設計能率、保守性、メモリ効率などを考慮してそれぞれの処理に最適な言語を使用するのが有利となろう。

3.2.3 ファイル修正の容易化

プログラムファイルの修正方法には、一般にパッチと呼ばれる方法とエディットと呼ばれる方法の二とおりがある。すなわち、プログラムのデバッグ中や運用中に少量の修正を行なう場合は、機械語のプログラムを機械語レベルで仮修正し(パッチ)、仮修正がたまるとまとめてソースプログラムをソースプログラミング言語レベルで本修正する(エディット)。しかし、この方法は次に述べるような問題がある。

- (1) 機械語レベルによるパッチ工数とパッチミスが多い。
- (2) パッチ情報からエディット情報への変換工数と変換ミス

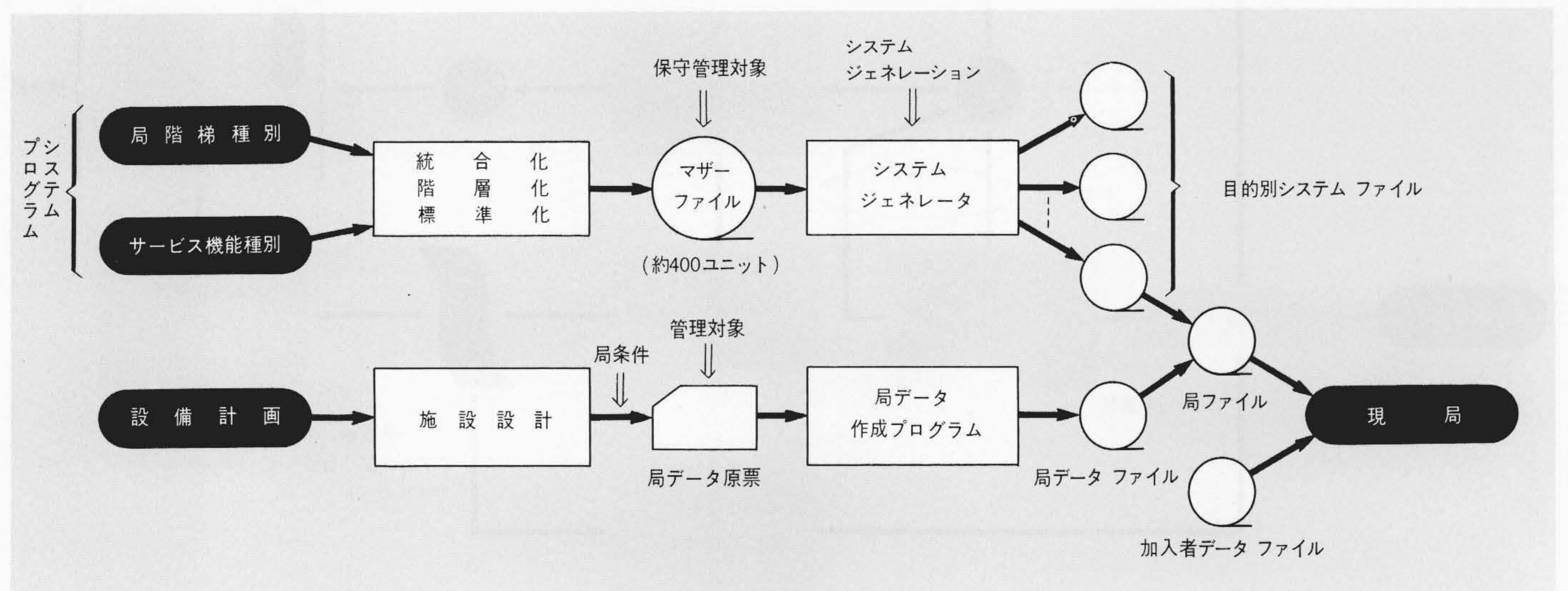


図3 ファイルの構成及び管理手法 すべてのシステムプログラムはマザーファイルとして統合管理し、そこから目的に応じたシステムファイルを取り出す。また、システムファイルと局データファイルを別々に作成し、それを結合して局ファイルとする。

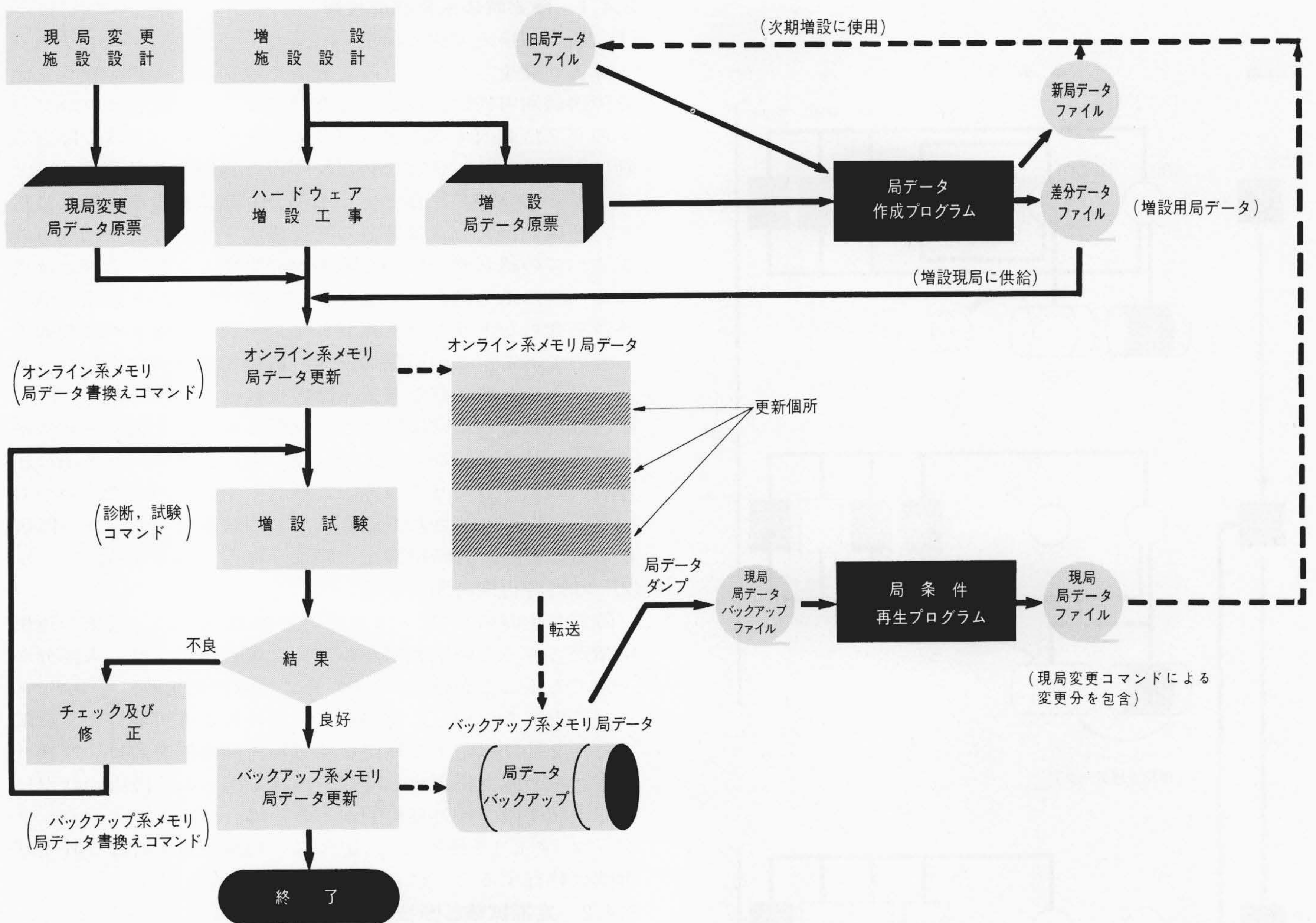


図5 増設変更手順の概要 増設変更は、運転中の局に対して行なうので、交換サービスを停止しない技術が特に重要である。

(2) 現局変更方式による増設変更手続き

番号計画の変更や、中継線の収容替えなどのように局データ修正規模が小量のわりに変更頻度が高いものについては、差分データファイルを使わず、現局管理のもとに現局変更コマンドを用いて直接局データの変更を行なう方法である。

局データの書換え手順及びその検証方法は、差分データ方式とほとんど同じである。

現局変更方式による局データ変更分は、局条件再生プログラムを介して新局データファイル及び差分データファイルに反映される。

3.3.2 運用中のファイル入替え技術

サービス機能の追加・変更、又はハードウェア改版に基づくソフトウェアシステムの改版は、電子交換システムの融通性及び拡張性を維持するために重要であり、それに伴う新旧ファイルの入替え技術は必要不可欠のものである。

(1) ファイル入替えの基本条件

- 交換サービス中断時間の短縮：ファイル入替えによる交換サービス中断時間を最小限（数十秒～3分以下）にする。
- 旧ファイルへの復帰機能：新ファイルに障害がある場合は速やかに旧ファイルに復帰し、交換サービスの回復を図る。
- 現局管理データの引継ぎ機能：加入者データなどの現局管理データは、ファイル入替え手順の中で旧ファイルから新ファイルに引き継ぐ必要がある。

(2) ファイル入替えの原理と手順

ファイル入替えは、中央処理系の冗長構成と障害発生時に交換サービスを再開する再開処理機能を利用したファイル入替えコマンドを使用して行なう。図6にファイル入替えの概略手順を示す。

内部メモリ系には、コアメモリ（SBY-TM、TM）と磁性線メモリ（PM0、1）があり、このうち磁性線メモリにプログラムを設定するのに12～13分もかかる。そのため、ファイル入替えに利用する再開処理機能では、磁性線メモリにプログラムを設定しなくてもよいように手順2で新ファイルをあらかじめPM0にロードする。こうしておけば、手順3においてPM1はSBY-TMで代替できるので、再開処理機能ではコアメモリだけに新ファイルの設定を行なえばよい。交換サービスの中断時間を短くできる。新ファイルに異常があった場合は、手順2の状態に戻すことにより旧ファイルに復帰できる。新ファイルに異常がなければ、手順4により全面的に新ファイルに移行する。

3.4 システムの信頼性技術⁽⁴⁾

サービスの連続性に対する厳しい要求を満たすために、ソフトウェアにより障害装置を運転状態から切り離して新たな正常運転状態を確立する必要があるが、その際、障害装置を誤りなく摘出すること及び交換サービスをなるべく速やかに再開させるなどの技術を開発してきた。これらの信頼性に関連する主な技術について次に述べる。

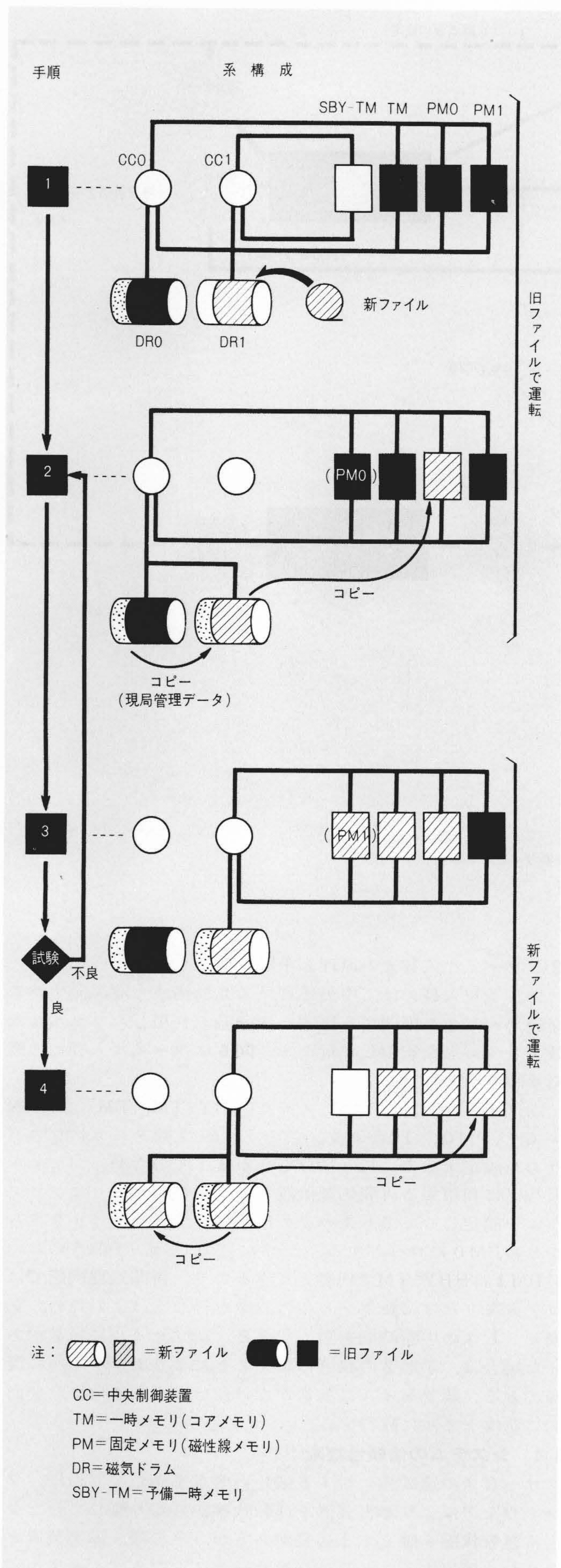


図6 ファイル入替え手順の概要 ファイル入替えは、電子交換システムの融通性、拡張性を維持するための必須の技術である。

3.4.1 障害時の系再構成技術

(1) 循環切換え方式の採用

障害が発生したときに障害装置を識別し、その局在化を図る障害識別方式は、固定障害だけでなく間欠障害やプログラムのバグに起因する障害もあることを考えると正確な障害識別は困難であり、正常な装置が障害と判断されて交換サービス系から切り離されるといふ不都合も起こり得る。これに対し、循環切換え方式は装置の冗長構成を用いて、系構成可能なすべての組合せの中から障害が発生するたびに前回とは異なる一つの系を選択して交換サービスに供し、その系に障害装置を含むかどうかは交換サービスを通して総合的に判断するものである。この循環切換えの過程で最終的に交換サービス系から切り離された装置を障害被疑装置とみなす。しかし、障害被疑装置が正常な場合もあり得るので、交換サービス系より切り離されてから一定時間後に再び交換サービス系に組み込む機能をもたせている。こうした手続きの中で、いつも同じ装置が切り離される場合は、この装置になんらかの障害があると考え、診断試験などにより障害を探索する。

(2) 呼処理再開時間の短縮

障害発生時のコアメモリ内容の破壊状況は、過去の運用実績からみると破壊範囲が非常に限定されており、大部分が正常であることが確認された。そこで障害発生時にもコアメモリの内容を信頼して使用し、矛盾の起こる可能性のある部分だけを初期設定する簡便な呼処理再開機能を設け、交換サービス系の確立に要する時間の短縮を図った。障害の状況により上記手段で呼処理再開が不能の場合は、ドラムのバックアップメモリを使用して、更に深い初期設定を行なう呼処理再開に移行するようにしている。

3.4.2 定期試験診断技術

定期試験は、常時の予防保全を目的に定期、又は不定期に各種の試験を実施するもので、障害の早期摘出を行なうことができる。各種装置の検査回路の機能試験や入・出力機器の定期保守には、診断コマンドを使用している。

4 結 言

電子交換システムを取りまく周囲条件及び電子交換ソフトウェアに対する要求条件を述べ、その要求を具現するためのソフトウェアの諸技術の現状について述べた。それらの技術の根幹は、

- (1) 交換プログラムの標準化
- (2) 交換プログラムを維持・管理するためのサポートシステムの高度化

である。今後、これらの技術は通信網の発達に伴って導入される各種の交換システムにも適用するために、更に拡充、改良が進められている。

終わりに、電子交換ソフトウェアの開発に際して多大の御指導をいただいた日本電信電話公社並びに共同研究に参加された日本電気株式会社、沖電気工業株式会社及び富士通株式会社の各位に対し感謝する。

参考文献

- (1) 川島、畠山ほか：「D10形自動交換機用標準プログラムシステム」 施設 26, 2, p.118~124 (昭49-2)
- (2) 橋本、村瀬ほか：「商用期における電子交換用プログラムのサポートシステム」 日立評論 54, 1024 (昭47-11)
- (3) 道家、梅田ほか：「D10形電子交換機の交換プログラム」 日立評論 54, 1018 (昭47-11)
- (4) 城水、丹野ほか：「電子交換機の信頼性設計」 日立評論 56, 399 (昭49-4)