

電子交換機 (DEX) の RAS*

本間良和** 鶴保征城**

1. まえがき

情報処理システムが大型化し実時間処理や即時処理などで使われると、RAS——信頼性 (Reliability), アベイラビリティ (Availability), 保守性 (Maintenability) または Serviceability)——に対する配慮が十分でないとコストの面で不利になるばかりでなく多くの利用者に迷惑をおよぼすことになる。

交換システムは社会生活に最も密着した情報処理システムであり従来から高度の RAS を実現しているが、本稿では最近商用試験を開始した蓄積プログラム制御の電子交換機における RAS の技術について解説することにする。

大局用***の電子交換機の実用化は昭和 38 年以来進められ、現場試験機 DEX-2 が昭和 44 年 12 月に東京の牛込電話局で開局し 3,200 の加入者に対して約 2 年間サービスを提供した。その後、商用機としてさらに改良を加えた DEX-21 が 46 年 12 月に霞ヶ関電話局で開局し、現在電電公社本社の内線約 2,000 の加入者に対して事業所集団電話サービス****を、また一部の加入者にはテレビ電話サービスを提供して試験中である。DEX-21 は市内交換機、市外交換機、事業所集団電話、その他新通信サービスへの適用が可能であり、引続き全国主要大都市に導入する計画である。

2. 電子交換機の概要と RAS から見た特徴

交換機は加入者からのサービス要求を送受話器のオフフックで検出し続いてダイヤルされる電話番号を受信して所望の相手加入者またはその加入者を収容して

* RAS of the Electronic Switching System, by Yoshikazu Honma and Seishiro Tsuruno (Musashino Electrical Communication Laboratory, N. T. T.)

** 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所

*** 加入者数が 1 万以上の局を大局という。

**** いわゆるセントレックスと称されるもので、事業所の内線電話に従来の構内交換機に類似したサービスのほかに、ダイヤルイン接続や内線個別課金など一般加入電話なみのサービスを併せて提供するものである。多数の事業所を同一の交換機に収容することによる経済化や加入者移動等への適応性の増大などが期待できる。

いる交換機への出線を識別選択して迅速に接続する。

DEX は通話路にパルス駆動で機械的に自己保持する小形クロスバスイッチを用い制御は電子計算機と同様な蓄積プログラム形式を採用している。制御の主体となる中央処理系 (CP) は全 IC 化された中央処理装置 (CC), 磁気コア記憶装置 (TM), 磁性線記憶装置 (PM), 汎用のデータチャンネルを介して接続する磁気ドラム装置 (DR) から構成される。CP 系の制御で交換動作を行なう通話路系 (SP) は加入者のオフフック、ダイヤルパルスを走査する走査装置 (SCN), 小形クロスバスイッチを駆動する通話路駆動装置 (SC), 通話中呼の監視と通話電流供給を行なうトランク回路の磁気保持小形リレーの駆動装置 (RC), CC からこれらの各装置への情報を中継する信号分配装置 (SRD) から構成される。SP 系においても共通制御装置では大部分が IC 化してある。図 1 に方式構成図を示す。

交換動作を制御する呼処理プログラムは主に PM に格納してあり、TM 上の処理過程中のデータを参照しながら実行する。接続が完成し通話中はトランク対応の TM 上の領域 (トランクメモリ) に通話路の接続状

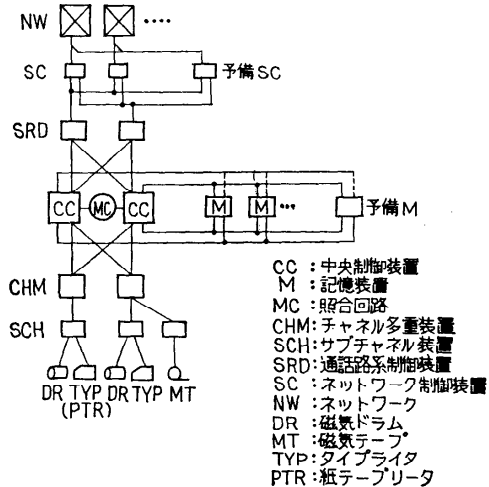


図 1 電子交換機 (DEX) のシステム構成

態を記録しておく。トランクで通話終了の切断要求を検出するとトランクメモリの情報から該当する通話路を復旧させて次の呼にそなえる。DR には接続時に参照する各加入者個有のデータ、緊急度の低いプログラムで実行時に TM に引上げて使用するプログラムが収容してある。プログラムの規模は事業所集団電話機能、テレビ電話機能を含む市内交換機で約 190 k 語 (1 語 32 ビット) でありこのうち約 1/3 が本稿でのべる障害処理、障害診断に関するプログラムである。

RAS 設計の観点から DEX のオンラインリアルタイムシステムとしての特徴を示すと以下の諸点である。

- 1) 通常の情報処理システムでは少なくとも 1 日 1 ~ 2 時間程度のサービス休止と定期保守の時間が認められるが DEX では一旦サービスを開始すると耐用期間中毎日 24 時間連続運転され障害の発生はもとより日々の加入者の異動、新規サービスの追加、機器の増設など様々な状況のもとでサービスの停止は許されない。
- 2) 不稼働率は 5.7×10^{-6} (20 年間のシステムダウン 1 時間)、呼の誤処理率は 2×10^{-4} (1 万呼中 2 件) が目標である。
- 3) ダイアルパルスの受信、送出などの実時間性の条件が厳しい処理があり中断が長くと誤接続となる可能性がある。
- 4) システムが大規模である。最大 4 万加入 (加入者当りの呼率 0.1 アーランの場合) までも収容でき、能率的な実時間モニタの制御下で同時に最大 4 千にもおよぶ呼を並行に処理する。
- 5) 全国的に多数の局に導入するため保守、運用の容易であることが要求される。

3. DEX の RAS 方式設計

このような特徴から DEX の RAS を保持するために導入した主要な技術は以下の通りである。

- 1) 高信頼度部品の採用による信頼性の確保。
- 2) 中央処理系、IO 系、通話路系の共通装置の多重化によるアベイラビリティの確保。
- 3) 各種の異常検出機構の多重配備による誤処理の波及防止。
- 4) 制御機能の自動回復による連続運転の達成。
- 5) 診断用回路、プログラムおよび辞書による故障修復の省力化と時間短縮。
- 6) 取替え部品のプラグインパッケージ化と接近しやすい実装による取替え時間の短縮と容易化。
- 7) 保守運用管理手順の標準化とマニュアルの完備。

DEX では以上の各対策はハードウェアとソフトウェアの協同動作によるが、技術レベルやコストの面からみて両者の機能分担をうまく妥協させることが重要である。本章では以下にこのトレードオフに基づいて決められた部品信頼度とシステムの冗長化構成についてのべ 4, 5 章でそれぞれ障害処理と障害診断について主としてソフトウェアのサポートの観点からのべる。

イ) 部品信頼度要求

DEX では信頼度要求を機器寿命、故障件数、ダウンタイムの 3 項目で押えることとし実際の運用面からみて妥当な規格を設定した。まず、システムの機器寿命は部品の摩耗故障よりむしろ部品、機器の陳腐化にともなう保守費上昇を問題にすべきものであるとの考えからクロスバー交換機と同等の 22 年とした。

故障件数は 2 万の加入者を処理できる局で週 2 件程度 (通話路電磁部品の故障は除く) に収めることとし、これからシステムの総故障率を 1, 100 万 FIT 以内と

表 1 DEX-21 の要求部品故障率と DEX-2 の実績

部 品	要 求 (DEX-21)			実 績 (DEX-2)**			備 考
	部品点数*	故障率 (FIT)	信頼度係数 (CL%)	部品点数	故障数	実働故障率	
ト ラ ン ジ ス タ	9.8×10^3	25	60	30,536	0	(1.9FIT 以下)***	ケース当り
ダ イ オード	72×10^3	5	60	100,663	1	0.6	
論 理 IC	26×10^3	150	60	32,903	0	(1.8 以下)	
抵 抗	88×10^3	2	60	150,006	0	(0.4 以下)	
コ ン デ ン サ	18×10^3	5	60	51,118	2	2.3	
プ リ ン ト 配 線 板	5.2×10^3	200	60	11,092	1	5.2	スルーホール数平均 200
コ ア ス タ ッ ク (16 k 語)	4	16,400	90	8	0	(5,720 以下)	

* 標準モデル (0.1er1, 2 万端子局)

** 実働時間 17,500 時間

*** () は故障数を 1 とした場合の数

して表1に示すように各部品に割りふった。

ロ) システムの冗長化構成

すでのべたように 20 年間のシステムダウンが1時間に収まることを目標にして各装置に対する故障率の割りふりと図1に示す冗長化構成を決めた。本構成におけるシステムダウンは CP 系では, i) CC両系, ii) n 個の TM (または PM) のうち 2 個, iii) CH* 両系, iv) DR 両系が障害の場合に生じる。各装置の故障率と 20 年あたりのダウンタイムは表2に示すようであり, SP 系のダウンタイムを加算しても目標に収まる。また, 加入者に重大な影響をおよぼす 30 分以上のシステムダウンは 20 年間に 1 回程度に抑えられていることがわかる。

従来, 電子交換機では記憶装置は完全 2 重化されていたが^{4),5)} DEX-21 では n 個の装置に対して共通に 1 個の予備装置を設ける $n+1$ 冗長形式を採用した。表2の TM の例で $n=3$ のとき 20 年間のダウンタイムは完全 2 重化とすると 0.1 時間, $n+1$ とすると 0.2 時間となる。後者でもシステムの目標は十分満足でき, さらに高速大容量 DR を利用して記憶情報の破壊に対処することが可能となったので装置数減少による経済化を達成した。

4. DEX の障害処理

4.1 障害処理の手順

運用時の呼処理の連続性を阻害する要因としてはハードウェアの障害, プログラムの残存バグおよび保守員の誤操作などがある。このような要因による異常に対処しシステムの信頼性を確保する基本的な処理手順は図2に示すように, i) 誤動作の検出と処理の中断, ii) 誤動作が一時的なものか固定的なものかの判断, iii) 固定的なとき故障装置を識別し, これを含まない良装置のみからなる動作可能な系の再構成と呼処理の

表2 システムダウンの推定

装 置	故 障 率 ($\times 10^6$ FIT)			20年あたりのダウ ンタイム (時間)	
	A	B	C	合 計	30分以上の ダウンタイム
CC/装置	724	25	199	0.253	0.198
TM/装置	243	75	72	0.248	0.198
MD/装置	645	53	179	9.209	0.166
計				0.710	0.562

注 A: 30 分以内で修理, 電子回路パッケージ×診断的(0.8)
 B: 平均1時間で修理, コアスタック, 磁気ドラム, コネクタ
 C: 平均4時間で修理, 電子回路パッケージ×診断的(0.2)
 布線, ラッピング

* 図1に示す CHM と DR を制御する SCH の両方を含む。

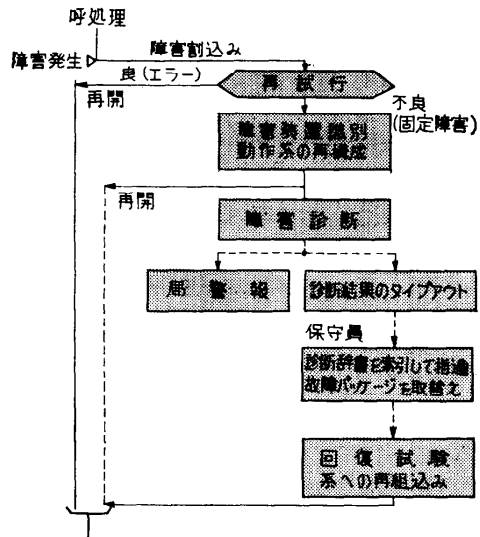


図2 障害処理の流れ

再開, iv) 切離した故障装置の診断と故障位置の指摘 (大部分の場合故障パッケージを指摘), v) 保守員による修理, vi) 回復の確認試験と系への再組み込み, からなる。i)~iii) は呼の誤処理率に影響するので他の処理に優先し短時間内に処理する。iv)~vi) は緊急性が低く呼処理を一旦再開した後実行すれば良い。診断時の保守員の介入と修理を除きこれらの処理はシステムに組み込む保守用回路 (検査回路, 装置間接続と切替用回路, 障害診断用回路, 初期状態設定用回路) と障害処理プログラム, 障害診断プログラムとの共同動作によって実現する。

4.2 障害処理の構成

このような手順を実現する障害処理の基本構成を図3に示し主要処理を以下に述べる。

1) 誤動作の検出と割込み

誤動作は各装置組み込みの障害検出, 装置間データ移送時のパリティ検査, 2重化同期運転 CC での照合検査などによって検出し直ちに実行中の CC に報告する。割込み原因は緊急度に応じてクラスAとクラスBの2種類に分類され, 前者は原因の発生で直ちに割り込ませ後者は検査結果をプログラムで確認して処理する。各割込みクラスは TM 上の割込み番地, 状態セーブの番地等をそれぞれ独立に占有しており割込み処理が終了した後, 割込まれたプログラムを完全に継続した形で再開させるための再開番地の算出, 障害時のデータ保存が行なえる。

検査回路などの保守回路は装置全体の 10% 程度で

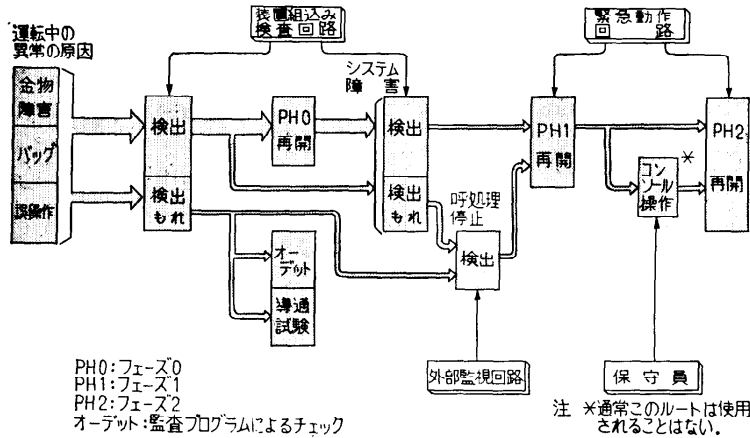


図 3 障害処理の基本構成

以上の各レベルの再開所要時間は、フェーズ0が10~700m秒、フェーズ1が約20秒、フェーズ2が約3分である。フェーズ1,2再開直後はトラヒック的な規制処理を行なって一時的な過負荷状態が発生しないように制御し安定な再開をはかる。

3) 制御機能の自動回復

システム全体の動作に重大な影響をおよぼす障害やプログラムの残存バグによるプログラム暴走などの場合にはまず制御機能を回復することが必要である。

ある。

2) 処理の再開

可能な限り割込み時のデータを使用し処理が完全に継続される形で再開を計るが、割込み時の状況によって再開条件を3レベルに分けている。

i) フェーズ0再開: 処理の連続が完全に保証される再開で、一時的な誤動作から再開する場合と固定障害で故障装置を指摘し対応の冗長化装置に切替えて再開する場合がある。故障装置の指摘は主に罹障データ*を使用し系の構成装置を1つずつ置換して行なう置換法を採用しているが再開をより確実にするため系を一定の順序で循環的に切替えて再開可能な系を見出す処理を併用している。

ii) フェーズ1再開: フェーズ0再開が不可能な場合は、3)でのべるようにハードウェアにより中央処理系を予備装置を用いて再構成した後磁気ドラムにあるセーブデータをメモリへロードする。つぎにセーブ時点から障害検出時点まで呼が安定状態にありセーブデータがそのまま使用できる通話中の呼と状態が変化しデータの再現が困難な接続処理中の呼とをプログラムにより識別する。前者は発呼中の加入者のほぼ90%を占めこれは救済されるが、後者は処理を中止して発呼者に再呼してもらう。

iii) フェーズ2再開: フェーズ1再開プログラムの残存バグ、セーブデータの損傷などの特殊ケースに対し通話中の呼を含めてハードウェアとソフトウェアをすべて初期状態に設定して処理を開始する。したがって、発呼中の加入者はすべて切断される。

DEXではこの制御機能の回復を手を介しないで自動的に行うため緊急動作制御回路と緊急動作プログラムを用意している。上にのべたような障害などにより緊急動作制御回路が起動されるとまずプログラム制御機能の核となる基本CP系を設定するため特定のCCとTMを接続し、緊急動作プログラム約3k語をDRからTMに金物的にロードする。終了するとCCに強制割込みを起こし制御は緊急動作プログラムに移る。このプログラムでCCの自己検査とTMの全番地アクセステストを行い、正常なとき緊急動作の監視タイマー(TE)をリセットしSP系装置などの呼処理系を拡大してフェーズ1再開処理に入る。112ms以内にリセットされないと、CCとTMの組合せを更新してその基本CP系で同様の処理を実行する。

緊急動作制御回路の起動はシステム内部の検出機構だけでは限界があるのでDEXではシステムと完全に独立な外部監視回路を設けて常時オーバーオールの監視を行なっている。この回路は一般の加入者端子に収容しており、一定間隔で発呼状態を擬似する。呼処理プログラムは発呼を検出してダイヤルパルスを受信すべく発信レジスタに通路路を介して接続する。外部監視回路は通路線の電池・地気条件の変化により接続処理の実行すなわち加入者リレーの切離し、発信レジスタのパルス受信リレーへの引継ぎを確認しシステム正常と判断して途中放棄の形で復旧する。擬似発呼回路は2重化してあり両回路が接続を確認できないときプログラム制御機能が失われたと判断し、外部から直接緊急動作回路を起動する。同様な考え方から、将来DEX局相互が試験呼を発呼することで監視し合う方法も考えられる。

*たとえば入出力系障害時ではその入出力動作を規定するデータなど。

以上の機能を実現する障害処理プログラムは約 18k 語である。

障害処理では機能の設計とともにデバックないし検査が重要かつ難かしい問題である。DEX-21 ではプログラマ的なデバックがひと通り終わった後、約 400 の素子に単一固定縮退形の擬似障害を発生させ^{*}、さらにより複雑な障害模様に対する検証としてシステム全体で約 1,000 個所の電源断を行いシステムの自動回復能力を確認した。

5. DEX の診断

障害装置の診断の一般的な手法については本小特集の他の稿にゆずるとして本稿では DEX の診断の概要と実験データについてのべる。

5.1 DEX 診断の概要

DEX における診断の特徴は次の項目に要約できる。

1) 交換システムを構成する全ての共通制御装置を対象としている。これらは規模、論理構成、動作速度等で多岐にわたっている。端末装置は呼処理実行時の罹障データをもとに障害位置を探索することとし特に診断の対象としていない。

2) 図 1 に示したハードウェア構成から正確なテスト結果を収集するためには診断プログラムを呼処理プログラムとマルチプログラムで実行するオンライン診断が必要となる。このためプログラムの実行を呼処理に影響を与えないように分割することと並行に処理することが必要であり、また入出力系装置、通話路系装置を制御するため通常の制御プログラム (IOCS 等) とはかなり異質の診断用制御ルーチンを開発した。

3) 診断は、(イ) テストの実行、テスト出力の収集、(ロ) テスト出力の良否判定、(ハ) テスト出力の解析、(ニ) 障害位置の指摘の順に行なわれるが、DEX では(イ)、(ロ)をプログラム化し、(ハ)、(ニ)は保守者が診断辞書を参照して行う。また、診断プログラムにおいてもテストは全てデータの形で表わしこれを制御する部分と明確に分離する。

このような構成をとる主な理由は、設計を容易にすること、診断の機能はその性能まで含めて考えると開発段階で完全に完成するのは困難であるので運用後の追加、修正を容易にすることである。

4) DEX では最も大規模な CC でも 17,000 ゲート程度であり、論理構成の簡明さおよび次節でのべる

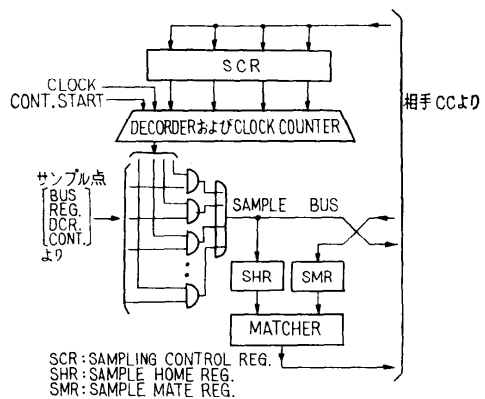
CC のサンプリング回路のような診断用回路の配備と合わせ考え、診断用テストと辞書の設計は人手に依存しテスト作成プログラム、論理シミュレータ等の使用による自動化は行なっていない。テストは診断用回路を利用して対象装置を小さな機能ブロックに分割し、それぞれに対して主として機能の検査に着目して選定してある。辞書すなわちテスト結果と障害位置の対応づけは回路解析あるいは一部の回路では実物に擬似障害をそう入して実験的に求めた。また大部分の設計を人手で行なう限界を考慮しできるだけ少ないテスト結果から故障パッケージを指摘する方法で行なった。

なお、システム全体で診断プログラムは約 48k 語 (このうちテストデータは約 30k 語)、辞書は約 1,900 頁である。

5.2 CC 診断の概要

CC は交換処理に有利な特殊な命令を除けば汎用電算機の中央制御装置と類似の構成であり、平均命令実行時間は約 2.4 μ s、構成素子は約 17,000 ゲートである。3章でのべたように CC は 2 台設置され、これらは記憶装置、チャンネルと協同しデュプレックス運転、マルチプロセッサ運転および 2 台が同期して運転し照合回路で命令レベルの一致をとるデュアル運転が可能である。

CC 診断は大部分のテストを同期して実行し両 CC で不一致を検出すると、サンプリング機能を利用して障害 CC の内部状態を抽出しタイプアウトする。このサンプリング機能は照合回路の付加機能であり、図 4



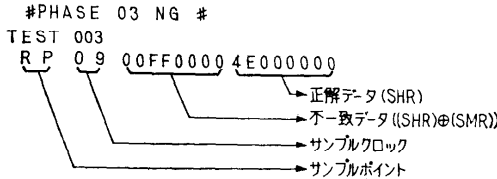
SCR					
MC	MM	MP	SST	SSG	SCL
MC: MODE CONTROL	MM: MATCH MASK	MP: MATCH POINT	SST: SAMPLE STEP	SSG: SAMPLE STAGE	SCL: SAMPLE CLOCK

図 4 診断用制御回路 (サンプリング法)

* 素子の出力線が論理的に 0 または 1 に固定する障害を同時には唯一つ発生させること。

に示すように CC の特殊レジスタ (SCR) により制御され、障害 CC の命令、タイミングおよびポイントをプログラムの任意に指定し抽出することができる。なお、ここでタイミングはクロックレベルで指定でき、サンプルポイントは 8 種類の制御用 FF およびレジスタのうちの 1 つを指定することが可能である。

CC の診断プログラムは約 2,800 のテストとこれを制御するプログラムから構成される。いま第 3 番目のテスト命令の第 9 番サンプルクロックで指定されるサンプルポイント (RP) の第 16~23 ビットが「0」とならず「1」に固定となる障害に対するタイプアウト例を図 5 に示す。テスト番号とサンプルポイントから診断辞書 I で被疑機能ブロックを切りわけ、それに対応する診断辞書 II (パッケージ索引表と称す) の索引番号 03-010 を知る。これを索引すると図 6 に示すように被疑パッケージは、「障害関連パッケージ」欄のパッケージ中にあることがわかる。さらに第 16~23



注 この例では RP の 16-23bit の 8bits が 1スタックしている

図 5 DEX CC 診断プログラムのタイプアウト例

見出し条件		被疑パッケージ	索引番号	
索引番号	分類		始	終
03-010	障害関連パッケージ	3842(007), 3843(006), 3436(003) 3434(003), 3432(003), 3431(003) 3421(049), 3826(033),	03-010	03-020
	群ビット障害パッケージ	28 24 20 16 12 8 4 0 3431 [3432] 3434 3436 3437 3438 3439		
	単一ビット障害パッケージ	28 24 20 16 12 8 4 0 3842, 3843, 3427, 3826		
03-020	障害関連パッケージ	3842(007), 3843(006), 3809(036) 3436(003), 3434(003), 3432(003) 3431(003), 3421(049)		
索引番号	始 03-010 終 03-020	図面名称 パッケージ索引表	診断プログラム名 D101- CCDER-A/B	版 日 付 氏 名 1 28.11.10 伊藤 3 23.3.18

図 6 DEX CC 診断辞書の例

表 3 DEX-21 診断の評価実験*結果

装置種別	装置名	規模 (NAND)	的中率 (%)	平均分解能 (パッケージ枚数)
CP 系	CC, TM, PM	4,700 }** 17,000	83 } 93	1.9 } 4.5
チャンネル 入出力系	CHM, SCH, DR, MTC, TPC, SGC, SGU	1,000 } 8,300	63 } 85	3.5 } 9.6
通話路系	SRD, MSD, MSCN SC, RC, SCN	500 } 2,000	73 } 94	2.3 } 4.4

* 実験は全て単一固定縮退形の障害で行なった。

** 最小の装置が 4,700 NAND, 最大が 17,000 NAND という意味。的中率, 分解能については最良のものと最悪のものという意味。

ビットが同時に「1」縮退であるという詳細情報から太たくて囲まれた 34 段 32 列のパッケージを指摘できる。

5.3 実験データ

DEX では 5.1 (4) でのべたようにテスト、辞書の設計の大部分を人手に依存したので、回路解析の考え違いなどのミスの混入はさげられない。このためこのようなミスを修正するため約 500 個の単一固定縮退形の疑似障害を発生させて実験し、その結果を診断プログラム、辞書にフィードバックした。これは 1 つの素子に 2 通りの障害 (0.1 縮退) を仮定すると診断対象装置全体の約 5% の障害である。その後さらに約 800 個の障害を任意に選んで評価実験を実施したが表 3 に示すように当初の目標である的中率 80%, 平均分解能力 5 枚をほぼ満足している。

6. DEX の運用実績

6.1 DEX-2 の運用状況

現場試験機 DEX-2 は 44 年 12 月に電電公社の業務用加入者約 200 で開局し 6 カ月後に一般加入者約 3,000 を追加収容した。その後毎日最繁時には約 8,000 の呼を処理し順調に運用を続けたが改良機である DEX-21 の商用試験も開始されたので 47 年 2 月に試験を終了した。

1) ハードウェア障害

この間ハードウェアはきわめて安定であり、特に電子部品については表 1 に示すように要求故障率を大幅に下回っている。クロスバスイッチ等機構部品についてもほぼ同様であり高い信頼度を実現している。障害例としては、SP 系装置架電源線の製造時の銅管端子の半田付不

良、TMのパッケージ不良、電源装置架パッケージ不良、装置電源NFB断、DR制御装置不良などが発生した。TMのパッケージ不良は障害の間歇性のためプログラムで自動的に救済できず保守員の操作が必要となった。また、DR制御装置不良では障害処理で不良と判定され閉塞されるが障害の間歇性のため数分後に使用可能となることが経験された。このような障害の間歇性の問題は主として、障害が一時的か固定的かの判断や障害装置の識別の技術の面でDEX-21以降に反映させた。

2) プログラム障害と誤操作

フェーズ1,2の発生間隔はサービス開始後図7のごとく推移した。大部分が残存バグと誤操作に起因するものである。45年4月にシステムを停止することなくファイル更新を行い安定化を確認できたので6月末に一般加入を収容した。加入者増にともなつて週1回程度のフェーズ1が発生したが、バグを修正することで1カ月に1回程度に安定させることができた。ファイル更新後もバグ修正、サービス条件変化にともなう小規模なプログラム変更を実施した。サービス・イン後のプログラムの修正は大小合わせて約100件である。

3) 加入者申告状況

システムの総合的な信頼性は加入者の障害申告件数によって評価できる。業務用加入者に対しては申告を積極的に勧奨したため、DEX特有の問題よりも新サービス取扱い不慣れによるものが多かった。一般加入者開通後100加入当りの1カ月の申告障害は0.1以下で既存局の平均約0.2件に比して良好な値を示した(図7参照)。

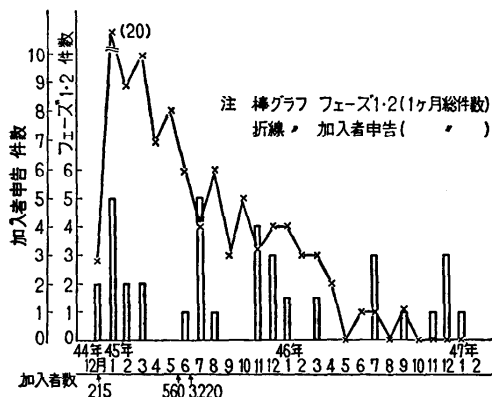


図7 DEX-2の運用実績(フェーズ1,2発生頻度、加入者申告)

6.2 DEX-21の運用状況

商用試験機DEX-21は46年12月に電電公社本社内線約2,000を収容し事業所集団電話サービスおよびテレビ電話サービスを開始し、最繁忙時約10,000の呼を処理している。開局後ハードウェア障害は機構部品で数件発生しているが電子部品では皆無である。プログラム障害は開局直後の実回線使用やトラフィック条件などで複雑なバグが出てきたが全てフェーズ1で自動回復し、フェーズ2あるいは呼処理の中断には至っていない。またフェーズ1の収束もきわめて早く現在安定に運用している。

7. あとがき

以上、電子交換機におけるRASの技術について解説した。電子交換機も蓄積プログラム制御方式を採用しているため多くの技術を汎用電算機と同じくするが、電話交換としての条件から次の点で異なる。

まず、原則としてやり直し可能な加入者動作を前提とするので異常時においても処理の正確さよりも連続性の確保に焦点を絞れる。つぎに、いわゆるファイルの構成が完全2重化であり異常時の保障が可能であるので、重点を制御と処理の回復における。

このような特徴を有効に利用し最も重要な連続運転についてはほぼその技術を確立できた。診断については運用中の障害が少ないこともあり多数の局を導入していく過程で、さらに技術の積重ねを進めることが重要であろう。

今後、電子交換機は総合通信網の要としてデータ通信、移動体通信、画像通信など各種の新通信サービスを提供していくことが予想され、網としての信頼性の確保および個々のサービスに対するRAS技術とくに障害処理のプログラムサポートの技術を確立していくことが必要となろう。

最後にDEXの実用化計画に参加された多数の関係者の方々、日頃御指導いただく研究開発本部山内副本部長、武蔵野電気通信研究所矢頭交換研究部長に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 山内: 総合報告/電子交換機の実用化一大局用方式を中心に一、信学誌, 54, 5 (昭46-5).
- 2) 伊吹: 電子交換機の現状と将来、情報処理学会誌, 11, 5 (昭45-5).
- 3) 水戸: 自動保守, 信学誌, 54, 11 (昭46-11).
- 4) R. W. Downing ほか: No. 1 ESS Maintenance Plan, BSTJ, 43, 10 (1964-10).

- 5) 水戸, 本間: DEX-2 号交換機の保守設計, 研
実報, 18, 10 (昭 44-10).
6) 本間ほか: DEX-21 方式の障害処理, 研実報,
20, 3 (昭 46-3).
7) 守家ほか: DEX-2 号機の試験, 運用経過, 研
実報, 20, 3 (昭 46-3).
8) 城水, 本間: 電子交換機(DEX)の信頼性設計,
第1回日科技連信頼性シンポジウム, I-2 (昭
46-4).
(昭和 47 年 6 月 15 日受付)
-