

システム 370 における RAS 機能*

松 崎

誠**

1. はじめに

アプリケーションの高度化・統合化・広域化に伴ない電子計算システムにとって、信頼度・使用可能度・保守容易度 (Reliability・Availability・Serviceability—RAS) はますます重要な要素となってきた。つまり、初期の電子計算システムを考えてみれば使用者も比較的少なく、またアプリケーション分野も限られていた。しかし電子計算システムのコスト・パフォーマンスの向上、機能・能力の増大に伴ない、一方では電子計算システムの集中化が進み、より高い生産性が追求されるようになってきた。また他方では、電子計算システムの利用者の範囲がますます広がり、より多くの人が直接・間接に電子計算システムと関係をもつようになり、その影響範囲はますます広がってきている。この傾向は今後、電子計算システムが私達の日常生活により密着し、より社会的な規模で使用されるようになるにつれ、ますます大きくなるであろうことは明らかである。このような状況は電子計算システムにおける RAS の必要性を切実なものとする。つまり、電子計算システムにはより高い信頼性が要求され、またどこかの構成要素が誤りを起した場合には自動的にその誤りを訂正し、さらに、万一訂正できない時には、その部分を切り離すこと等により、システム全体に与える被害を最小限にすることが必要となる。また、定期保守あるいは故障した部分を修復する時には、問題点をより速く発見し、より速く修復できるような機能が要求される。

このように、今日の電子計算システムにおいては RAS 機能というものは単なる付録ではなく、計算をする・判断をする・データを取り扱うといった機能と同様に、電子計算システムの主要な機能の一つをなしているといえることができる。

2. IRM-システム/370 における RAS

前述したような状況にもとづき、IBM-システム/370

* System/370 RAS Facilities, by Makoto Matsuzaki (IBM JAPAN LTD.)

** 日本アイ・ビー・エム株式会社システム・エンジニアリングシステム・センター

では高度な RAS 機能をもその設計思想にとり入れている。

RAS の基本的な目標は、

- ・ハードウェアの故障をできるだけ少なくし、
- ・システムの異常による再 IPL (Initial Program Load) の回数、およびスケジュール外の保守作業を少なくし、
- ・再 IPL による影響を最小限に押え、
- ・保守時間をできるだけ短くする

ことにある。

このような目的を達成するために、システム/370 では次のような RAS 機能をそなえている。

1. ハードウェアの信頼度の向上

システム/370 の各構成部分の回路要素には信頼性の高い集積回路を使用しており、ハードウェアそのものの信頼度が著しく向上している。

2. 回復機能

システムに異常が生じた時、ハードウェア単独であるいはハードウェアとソフトウェアの協力により回復が行なわれる。この回復機能によりシステムの使用可能度は一段と向上する。

3. 修復機能

各種の診断プログラムにより故障部分を短時間に発見することができ、保守時間を大幅に減少できる。さらに、システム/370 のためのコントロール・プログラムとして OS および DOS が使用可能であるが、この OS/DOS の多重プログラミングのもとで通常のジョブと併行してシステム内の各構成部分を診断するプログラムを用いることにより、修復のためシステム全体が使用不可能となる時間・回数が減少する。またハードウェアで生じた異常はその度に記録されるので、そのデータを用いることにより、システムの保守が短時間にかつ、有効に行なうことができる。

次にこれらの機能がシステム/370 においてどのように実現されているか、より詳細に説明する。

3. 回復機能

電子計算システムはハードウェアとソフトウェアに大別することができる。ハードウェアはさらに中央演

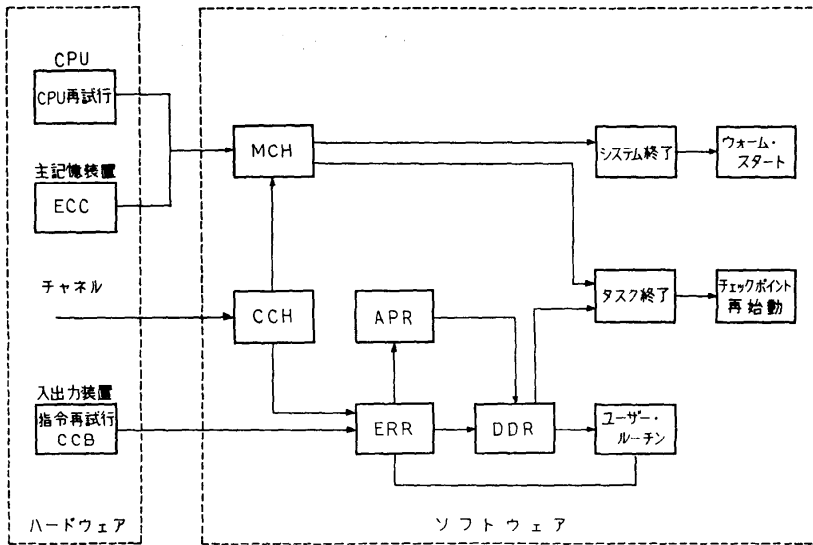


Fig. 1 General Organization of S/370 RAS Facilities

算処理装置 (CPU), 主記憶装置, 入出力チャンネル, 入出力装置等に分けられるが, これらのおおのの構成要素がそれぞれの回復機構を持っている。ソフトウェアの回復機構の役割はハードウェアだけでは回復できない誤りを回復し, もしそれでも回復できない場合にはシステム全体に与える影響を最小限に押えるように判断する, また影響を最小限にするための手段を使用者に提供することである。さらにハードウェアで生じたすべての一時的 (回復に成功した) 誤りや回復不可能な誤りを記録する。

このハードウェアとソフトウェアの関係を Fig. 1 に示すが, この図からもわかるようにソフトウェアの方もハードウェアの構成要素に対応して分担が分かれている。主として CPU と主記憶装置に関しては MCH (Machine Check Handler) が, 入出力チャンネルについては CCH (Channel Check Handler) が制御している。この MCH と CCH を総称して回復管理システム (Recovery Management System—RMS) と呼んでいる。さらに入出力装置に関しては入出力回復管理システム (I/O Recovery Management System—I/O RMS) および誤り回復手続 (Error Recovery Procedure—ERP) により回復がはかられる。また OBR/SDR (Outboard Recorder/Statistical Data Recorder) は入出力装置に関するすべての誤りを記録する。このように, システム/370 における RAS 機能

はハードウェアだけで実行されるのではなく, ハードウェアとソフトウェアの協力によりシステム全体として行なわれる。その際におけるハードウェアとソフトウェアの役割は誤りの種類・程度等によって異なるが大別して次の4つに分類できる。

- ・ハードウェアによる自動回復。
- ・ソフトウェアによる回復。
- ・エラーの切り離し。
- ・チェックポイント再始動およびウォーム・スタート (Warm Start)。

1. ハードウェアによる自動回復/自動再試行

システムの各構成要素はそれぞれ誤りに対する回復機構をもっており, この機構により自動的に誤りの回復がはかられる。この自動回復が成功した場合には, ソフトウェアはその誤りの状態を記録する。

ハードウェアの回復機構としては次のようなものがある。

①CPU 再試行機構

CPU や高速緩衝記憶機構 (モデル 155, 165 のみ) において, 命令の実行中あるいは割り込み (インタラプション) が生じてその状態を記録している間に誤りが生じた時は, この機構により最高7回まで再試行が行なわれる。この再試行により誤りが回復できた時には, MCH に知らせその状態を記録させ, その後のオペレーションは通常に続行される。もし回復できな

った時には MCH にその回復をゆだねる。

②ECC (Error Correction Code) 機構

システム/370 においては主記憶装置内のデータは 64 ビットにつき 8 ビットの ECC と呼ばれる一種のパリティ・ビットがつけられている。

従来の 8 ビットにつき 1 ビットというパリティ・ビットでは、各 9 ビット (8 データ・ビットと 1 パリティ・ビット) のうち奇数個のビットが誤りを起こした場合にその誤りを発見することができるだけで、自動的な回復は不可能であった。さらに偶数のビットが同時に誤りを起こした時には発見できなかった。これに対し、システム/370 では ECC を用いることにより各 64 ビット内の 1 ビットの誤りは自動的に発見し回復することができる。さらに複数ビットの誤りについても発見できるようになった。1 ビットの誤りを回復すると MCH に知らせ、記録させる。また複数ビットの誤りを発見した時には、MCH にその回復をゆだねる。

③指令再試行

2305 固定ヘッド記憶装置および 3330 磁気ディスク装置においては、入出力指令の実行に誤りが生じた時には入出力チャンネル/入出力制御装置により、自動的に指令が再試行され回復ははかられる。

2305 と 3330 では再試行される条件・回数などに多少の違いはあるが基本的には同じであり、ここでは 3330 について説明する。

3330 では、レコードは従来の 2314 と同じ様式で記録されるが、レコードの各領域 (カウント、キィ、データ) のうしろには 10 バイトの誤り訂正コード (Correction Code Byte—CCB) がつけられる。この CCB は各領域内のデータに誤りがなくどうか調べるために用いられ、また誤りがあった時に、それが訂正可能であれば CCB を用いて自動的に訂正する。

3330 においては次の場合に指令再試行が行なわれる。

- ・データ領域以外の領域にあるデータ (カウント、キィなど) 内に訂正可能な誤りがあった場合に、その誤りを訂正したのち再び指令が実行される。
- ・データ領域内に訂正不可能な誤りがあると、誤りを生じた指定を 2 回再試行する。もし再試行しても誤りが回復できない時は、ヘッド・シフト指令を用いて読み/書きヘッドを前後に動かして、22 回まで再試行を行なう。
- ・シーク誤動作が検出されると、アームを正しく位

置つけるように 10 回まで再試行する。

- ・入出力を行なおうとしたトラックで被代替あるいは欠陥トラック条件がみつかり、制御装置は自動的に代替トラックの位置を見つけ、それをもとに再試行をする。
- ・タイミングの遅れなどにより指令オーバーランが起ると、その指令を再試行する。

これらの回復機能はすべて入出力チャンネル/入出力制御装置だけで行なわれ、CPU の介入は必要としない。また、これらの誤りの情報もハードウェアにより制御装置内に記録される。

2. ソフトウェアによる回復/再試行

ハードウェアによっても回復できない誤りは、その誤りの状態をソフトウェアに知らせることにより、ソフトウェアによる回復が可能となる。ソフトウェアに対し誤りが生じたことを知らせる方法としては割り込み (インタラプション) が用いられる。CPU や主記憶装置などに関して誤りが起きた時には、機械チェック割り込みが生じこれにより MCH に制御が渡される。入出力操作に関連しては、入出力割り込みを起す時にその入出力操作が正常に完了しなかったことを知らせる。

システム/370 における機械チェック割り込みには 2 つのレベルがある。1 つはソフト機械チェック割り込みと呼ばれ、他方はハード機械チェック割り込みと呼ばれる。これらが生じる条件は次のとおりである。

ソフト機械チェック割り込みの起る条件。

- ・CPU 再試行機構により、命令の再試行に成功したとき。
- ・ECC 機構により、主記憶装置の単一ビットの誤りを訂正したとき。
- ・時刻機構 (Time Of Day Clock) に異常が起ったとき。
- ・入出力操作中に生じた複数ビットの誤り。

ハード機械チェック割り込みの起る条件。

- ・CPU 再試行機構によっても再試行に成功しなかったとき。
- ・主記憶装置の複数ビットの誤り。
- ・記憶保護キーの異常。

ソフト機械チェック割り込みが起きると、RMS (Recovery Management System) は誤りを記録し、その後通常のジョブを実行する。ただし、時刻機構の故障によって割り込みが生じた時は、RMS はそれ以降時刻機構を使用できなくなる。また、入出力操作中

に複数ビットの誤りがあった時は、ソフト機械チェック割り込みだけでなく入出力割り込みもおこる。これにより、まず RMS が制御を得て誤りの状態を記録し、次に入出力割り込みの結果、ERP (Error Recovery Procedure) が実行され、入出力操作の再試行が行なわれる。(ERP については後述する。)

さて、ソフトウェアによる回復には次のようなものがある。

①MCH (Machine Check Handler)

前記したように、ハードウェアでは回復不可能な誤りが生じるとハード機械チェック割り込みが生じ MCH が制御を得る。MCH はその誤りが生じた時に動いていたプログラムの性質を調べ、回復可能かどうか決定する。そのプログラムが再入可能 (Reentrant) であつて再生可能 (Refreshable) であり、しかもそのプログラムが OS (Operating System) の中核部分 (Nucleus) やリンク・パック域にあるか、または SVC ルーチンの場合には、新しくプログラムをシステム・レジスタンスからロードし直すことにより、回復を試みる。ここで再生可能というのは再入可能よりもきびしい条件であり、任意の時点でプログラムの実行を中断しプログラム全体を外部のライブラリーから新たにロードしてきて、中断されたプログラムの上に被せてしまってもその中断された所から再び続行できるようなものを言う。したがって、もし誤りを起したプログラムが再生可能であれば、新たにライブラリーからプログラム全体をロードしても差し支えないわけであり、またこの再生により主記憶装置における複数ビットの誤りなどを回復することができる。なお、OS の中核部分および SVC ルーチンの大半は再入可能かつ再生可能なように作られている。

②CCH (Channel Check Handler)

入出力チャンネルで誤りが起こった時にはソフト機械チェック割り込みと入出力割り込みが生じる。ソフト機械チェック割り込みにより MCH が動き、誤りの状態を記録する。入出力割り込みによって入出力監視プログラムが動き、これから CCH に制御をわたす。CCH は入出力操作がどういう状態で終了したのかを示す CSW (Channel Status Word) およびシステム/370 ではじめて加わった ECSW (Extended CSW) の情報をもとに再試行のために必要とされるデータを作り ERP (誤り回復手段) に制御をわたす。ERP は渡されたデータをもとに入出力操作の再試行を行なう。もし再試行に成功すれば、通常の操作が続行され、不

成功であれば誤りは永久的なものとなされ、OBR によって誤りに関する記録がなされ、次に I/O RMS (入出力回復管理システム) により回復がはかられる。

③ERP (誤り回復手続き)

入出力チャンネルや入出力装置で誤りを生じたときには ERP が入出力命令の再試行を行ない、誤りからの回復を試みる。回復できたときは通常の操作が続行されるが、回復できなかったときは OBR/SDR を用い入出力の誤りに関する記録をする。

ERP は入出力装置のタイプに対応しており、異なる種類の入出力装置毎に1つの ERP が存在する。誤りが入出力チャンネルで生じた時は、ERP は CCH から制御を得るが、入出力装置で生じた場合には入出力監視プログラムから直接に制御を渡される。

また前述したように、3330 磁気ディスク装置および 2305 固定ヘッド記憶装置では CCB を用いて、自動的にデータの誤りを訂正する機構を持っているが各レコードのデータ領域については自動的に訂正することはできない。というのは CCB によって誤りを発見した時には、誤りを含んでいるデータはすでに入出力チャンネルを通し、主記憶装置へ送られてしまった後だからである。したがって、もし誤りを発見しそれが訂正可能である場合には、入出力制御装置は正しいビットのパターンと主記憶装置へ送られたデータのどの部分が誤りを持っているかという情報も同時に送る。3330 あるいは 2305 用の ERP はこのような情報があった場合には、それにもとづき必要な訂正を加え誤りを回復する。

④OBR/SDR

OBR (Outboard Recorder) と SDR (Statistical Data Recorder) は ERP によって呼び出される。OBR は入出力チャンネルでおこった回復可能・不可能を問わずすべての誤りと、入出力装置でおこった回復不可能な誤りを記録するために用いられる。

SDR は誤り統計カウンターがいっぱいになった時に使用される。1つの入出力装置に対してそれぞれ1つずつの誤り統計カウンターが OS の常駐部分に作られており、入出力装置で回復可能な誤りが生じると、このカウンターに足されていく。SDR はカウンターがいっぱいになると、その内容を記録する。

これらの誤りに関するデータはすべて、外部記憶装置にある特定のデータ・セットに記録されるが、そのレコードを編集・印刷するために、EREP (Error Recording, Edit and Print Program) というユーティ

リティ・プログラムが用いられる。

⑥I/O RMS (入出力回復管理システム)

入出力チャンネルや入出力装置で生じた誤りが、ERP によっても回復できなかった時には、I/O RMS によって回復が試みられる。

I/O RMS は代替チャンネル再試行 (Alternate Path Retry—APR) と動的入出力装置再構成 (Dynamic Device Reconfiguration—DDR) の2つの機能から成り立っている。

入出力チャンネルで回復不可能な誤りが生じ、また入出力操作を実行しようとした入出力装置に対し他のチャンネル・パスがある場合には、APR はその代替チャンネルを使用して再試行を行なう。

特定のチャンネルで誤りが頻発する時には、操作員は指令 (コマンド) により APR ルーチンに対し、そのチャンネルをオフラインにして使用しないように指示することができる。

入出力チャンネルや入出力装置で誤りが生じ、EPR や APR ルーチンによっても回復することができない時には DDR ルーチンを使って再試行が行なわれる。DDR ルーチンはシステム・レジデンス用装置を含むすべての取りはずし可能な入出力装置 (ディスク、テープ) とユニット・レコードに対して有効である。これらの入出力装置またはその装置が接続されている入出力チャンネルで誤りが生じた時に、DDR ルーチンは操作員に対しその装置にのせられている取りはずし可能なボリューム (Volume) を他の同一型式の入出力装置にかけかえるように要求する。ボリュームがかけかえられると DDR ルーチンはボリュームを再位置づけ (Repositioning) し、前に誤りを起こしたレコードに対し再試行を行なう。

APR ルーチン、DDR ルーチンによる再試行にも失敗した時、またはこれらのルーチンでは再試行できないような機械構成あるいは入出力装置において誤りが生じている場合には、処理プログラム内の誤り処理ルーチンへ制御がわたされる。もし処理プログラムで誤り処理ルーチンが指定されていない時は、そのタスクは異常終了する。

3. チェックポイント/再始動およびウォーム・スタート

前述してきたようなハードウェア・ソフトウェアによる種々の回復機能によっても、誤りから回復できない場合には、もしその誤りが特定のタスクだけに関連しているのであればそのタスクを異常終了させ、シス

テムは続行する。回復不可能な誤りが OS の制御プログラムに関連している時は、誤りを起こした部分あるいは誤りに関連した特定のタスクだけを切り離すということはできないので、システムは待ち状態に入り、再 IPL が必要となる。

OS のチェックポイント/再始動機能、およびウォーム・スタート機能は、特定タスクの異常終了あるいは再 IPL といった状態が発生したときに生じる影響を最小限にとどめる。

チェックポイント/再始動の機能を用いることにより異常終了したジョブは、そのジョブ全体を初めからやり直す必要がなく、異常終了するまでに使用した機械時間を無駄にしないで済む。再始動の方法にはいくつかの種類があるが、自動再始動を用いればあらかじめジョブ制御カードを読ませる必要はなく、自動的にただちに再始動される。また再始動にあたり操作員は誤りを生じた入出力チャンネルや入出力装置をオフラインにすることができるので、誤りを生じた装置以外の装置を使ってジョブを実行させることができる。

ウォーム・スタート機能を用いることによりシステムが中断して、再 IPL が必要となった時、すでにジョブの待ち行列 (Job Queue) によみこまれているジョブは自動的に実行がスケジュールされ、すでにジョブが終了して、出力待ち行列 (Output Queue) にあるものは自動的に出力される。

これにより、再 IPL に要する時間を短縮することができるとともに、システムの中断による影響を最小限におさえることができる。

4. 修復機能

ハードウェア/ソフトウェアの回復機能によっても誤りが回復できなかった時には、その装置のどこが原因で誤りが起きたのかをつきとめ、その誤りの原因を取り除きさらに正しく直ったかどうか診断する必要がある。このような修復作業は実際には技術員により行なわれるが、誤りを見つけ出したり、各装置が正しく作動していることを検査するために各種のプログラムが用意されている。これらのプログラムは大別すると、制御プログラムのもとで通常のジョブと併行して多重プログラミングのもとで働くものと、システム全体を占有し単独で働くものに分けることができる。

システム内のある装置が故障してもシステム全体を止める必要のないことが多い。たとえば入出力装置等はその一例である。このような場合には、その装置の

診断は通常のジョブと併行して行なうことが望ましい。また、システムを止めなければならない時には故障箇所を、的確にかつ短時間に探し出すことがより強く要求される。

修復機能はこのような種々の要件を満たすことによりシステムが使用不能になる時間・回数を減らし、また故障の診断・修復によるシステムの使用可能度の低下を最小にすることを目的としている。

具体的には、次のような診断・保守プログラムが使用される。

- ・OLTEP および OLT.

制御プログラム (OS, DOS) のもとの、通常のシステム操作と同時に働き、故障した入出力装置のテストを行なう。

- ・システム・テスト・プログラム等.

これらは単独 (Stand-Alone) で働き、システムの中で故障を起こしている装置を探し出すものである。

- ・マイクロ診断のプログラム.

マイクロ・プログラム化された診断プログラムであり、故障を起こした装置のうちどこで故障が生じているかを探し出すものである。

1. OLTEP および OLT

OLTEP (On-Line Test Executive Program) と OLT (On-Line Test) は、オペレーティング・システムの制御のもとで処理プログラムとして働くように設計されており、システム生成の時にシステムに組み入れられる。OLTEP は通常の処理プログラムと全く同様に、ジョブ制御ステートメントにより実行が開始され、他のプログラムと併行して働く。したがって、入出力装置が故障したり、あるいは誤りが頻発するような場合には、システムの操作を止めないでその装置を検査することができる。もちろん、検査している装置上にユーザーのファイルがある場合には、その安全性は保証される。

OLT は OLTEP のもとで働き、実際に各入出力装置の検査・診断を行なう。つまり、OLTEP は技術員の指示にしたがい、どの入出力装置に対しどのような検査を行なったらよいか決定し、そのための OLT プログラムを選択し、実行を指示する。また、OLTEP は誤りに関するレコードが記録されているデータ・セットをアクセスすることができ、技術員に対してその入出力装置で起きていた誤りの状態を知らせることができる。このような、技術員と OLTEP の種々の連

絡は主として操作卓を用いて行なわれるが、システムに複数台の操作卓がある場合には (この複数の操作卓は OS によりサポートされる)、システム操作員は OLTEP の出すメッセージを特定の操作卓にだけ出力するように指定することができる。これにより、技術員は通常のシステム操作に何の影響も与えず、また影響されずに OLTEP を使用することができる。

2. プロセッサ・ログアウト分析プログラム

このプログラムは OLTEP のもとで働き、MCH (Machine Check Handler) により作られ記録された、CPU あるいは主記憶装置に関する誤りを分析する。回復機能のところで説明したように MCH は主として CPU・主記憶装置に誤りが起こった場合に、回復を行なうと同時にその誤りの状態を記録する。この分析プログラムはそれらの記録を分析することにより、どの部分が誤りの原因になっているかを推定し、印刷する。このプログラムは OLTEP のもとで動くので、通常のシステム操作を中断させないで使うことができる。これにより得られた資料を用いて、定期保守を効果的に行なうことができる。

3. システム・テスト、チャンネル・テスト、CPU テスト、記憶装置テスト・プログラム

これらのプログラムは単独で働き、定期保守などにおいてシステムを全般的に診断するために用いられる。システム・テストは CPU、チャンネル等のハードウェア構成要素を概括的に検査し、チャンネル・テストその他はそれらの構成要素の各機能を検査する。これらのテスト・プログラムはディスク・カートリッジまたはカード、テープに納められており、ハードウェアの導入に伴ない提供される。これらのプログラムは主として次のような目的に用いることができる。

- ・システムの中で故障している装置を探し出す。
- ・システム IPL に先がけてハードウェアの状態を判定する。
- ・故障した装置を修復した後、正しく機能するかどうか検査する。

これらの診断プログラムは、診断操作を単純化するために設計されたものであり、これにより定期保守あるいは修復後の検査などは短時間にかつ有効に行なうことが可能となる。

4. マイクロ診断プログラム

これはマイクロ・プログラム化された診断プログラムであり、システム・テスト・プログラム等と同様にディスク・カートリッジに入っており、ハードウェア・

システムの一部として提供される。

このプログラムは非常に精密な診断プログラムであり、装置が故障したり、システム・テスト等により故障した装置が探し出された時に、その装置のどこの部分が故障しているのかを探すために用いられる。

これらのテストは、誤りを含む装置がみつげ出されたあとで、故障を起こしたカードを探し出し、置き換えるという修復作業そのものの時間を短縮するように設計されているといえることができる。

5. SEREP

SEREP (System Environment Recording Edit and Print) プログラムはディスク・カートリッジまたはカードデッキにより提供され、単独で働く。

このプログラムの目的は、機械チェックが生じそのためシステムがダウンしてしまった時に、MCH が記録することができなかった機械チェックに関する情報を取り出すことにある。これにより、CPU 等の故障のため直ちにシステムがダウンした時にも、その時の状態を知ることができ、修復が容易となる。また、ユーザーはそのような事態が生じた時に、技術員がくるまでシステムをそのままに保持しておく必要がなく、情報を取り出した後、可能であれば再 IPL を行ないシステム操作を続行することができる。

以上、各種の修復機能の特徴・目的等について説明してきたが、この他に回復機能の章で説明したようにハードウェアの誤りは回復されなかったものだけでなく、回復されたものについても常に記録されている。この記録を定期的に印刷し、分析することにより定期保守の資料とすることができる。したがって、定期保守においては間歇的に誤りを起こす装置を重点的に検査・保守することができ、回復不可能な故障にまで発展することを未然に防ぐことができるようになる。

5. おわりに

以上、システム/370 における RAS の機能、特に回復機能について説明してきたが、最後にこの回復機能についてまとめてみたいと思う。

一般に誤りからの回復方法には、次のような段階を考慮することができる。

Table 2-1 Recovery Functions Summary
(CPU, Main Storage)

| 回復機構の段階 | 内 容 | 実 行 |
|----------------|-------------------------------|---|
| 自動回復 | -ECC | ハードウェア |
| 再 試 行 | -CPU 再試行 | ハードウェア |
| 再 構 成 | -緩衝記憶機構切り離し -時刻機構の切り離し | ハードウェア (モデル 155) MCH (モデル 165) MCH |
| 影響範囲の決定および事後処置 | -再ロード -保護キーの再設定 -タスクの終了 | MCH " " |
| 再 開 始 | -チェックポイント/再始動 -ウォーム・スタート | チェックポイント/再始動 システム再開 |

Table 2-2 Recovery Functions Summary
(I/O Operations)

| 段 階 | 内 容 | 実 行 |
|-------|--|---|
| 自動回復 | -CCB | ハードウェア |
| 再 試 行 | -指令再試行 -チャンネル再試行 -APR | ハードウェア CCH, ERP APR |
| 再 構 成 | -チャンネル・バスの切り離し -入出力装置の再構成 -入出力装置の切り離し -代替トラック | APR, 操作員 DDR 操作員 {ユーティリティ・ プログラム ユーザ・プログラム |
| 再 開 始 | -チェックポイント/再始動 | チェックポイント/再始動 |

- 自動回復
- 再試行
- 再構成
- 影響範囲の決定および誤りの切り離し
- 再開

このような段階別にシステム/370 の回復機能をまとめたものが Table 2-1 および 2-2 である。

はじめにも述べたとおり、現在の電子計算システムにとって RAS 機能は必要不可欠なものとなっている。本稿がこの RAS の重要性あるいはシステム/370 における RAS 機能を理解する上で、多少なりとも参考にできれば幸せである。

(昭和 47 年 6 月 30 日 受付)