

JAERI-M
5 5 7 2

TMC-4096 チャンネル分析器磁気テープ・
データーのUSC-3 計算機への転送システム

1974年2月

河原崎雄紀・莊司時雄・水本元治

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

この報告書は、日本原子力研究所が JAERI-M レポートとして、不定期に刊行している研究報告書です。入手、複製などのお問合せは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

J A E R I - M 5 5 7 2

TMC-4096 チャンネル分析器磁気テープ・データの
USC-3 計算機への転送システム

日本原子力研究所東海研究所物理部

河原崎雄紀・莊司時雄・水本元治

(1974 年 1 月 28 日受理)

TMC-4096 チャンネル分析器で得られたスペクトル・データ（非標準 7 トラック，記録密度 556 BPI 以下の磁気テープに記録されている波高または時間分析スペクトル・データ）を，解析処理に便なるように，USC-3 小型計算機（実験データ同時処理装置）に転送するハードウェアとソフトウェアからなるシステムを作製した。このシステムは，TMC-分析器のうちで，磁気テープ装置（DATAMEC Model D-2020）と，磁気テープ制御回路（TMC Model 525）のみを利用しているので，データ転送における TMC- 分析器の機能は，上記の磁気テープ関係部を除いて，損われることなく，全く独立にスペクトル・データの収集と，既得のテープ記録データの転送が行なえる利点を有している。

JAERI-M 5572

Data Transfer System from TMC-4096 Channel Analyzer
to USC-3 Computer

Yuuki KAWARASAKI, Tokio SHOJI and Motoharu MIZUMOTO

Division of Physics, Tokai, JAERI

(Received January 28, 1974)

The system has been prepared to transfer the data taken by the TMC-4096 channel analyzer to the core of the USC-3 computer.

In the TMC analyzer, the data are recorded temporarily in the non-standard 7 track magnetic tape with the record density of less than 556 BPI, and the data transfer is performed by operating the magnetic tape unit.

The system mainly consists of the hardware (control circuit) at the magnetic tape unit and the software (computer program) at the USC-3 computer. Since the most part of the TMC-4096 channel analyzer except the magnetic tape device (DATAMEC) and the control circuit (TMC model 525) is not used, the data acquisition can be made simultaneously during the data transfer.

目 次

1. はじめに	1
2. これまでの TMC データの処理方式と TMC-USC-3 システムの 結合・接続様式の検討	3
3. データ転送システムの具体的検討	9
4. データ転送システムの実際	15
5. おわりに	21
6. 付 錄(転送の仕方)	26

1 は じ め に

現在、核物理第2研究室(リニアック)には、約10年前に購入したTMC-4096チャンネルの波高および時間分析器と、新リニアック建設に伴って、1昨年(1972)導入した実験データ同時処理装置(東芝製 USC-3システム; 16K語、20ビットの小型計算機)^{註1)}の2つの比較的規模の大きい分析器システムがあり、リニアックをパルス中性子源とした中性子全断面積および各種部分断面積測定装置系の主要部を構成している。また、これらの分析器システムは、その他の放射線測定実験にも広く用いられている。ところで、USC-3システムで取得された測定データは、そのままでは、適宜な処理ないしは解析プログラムを用いて、解析・処理することが出来るのに対し、TMC-4096 チャンネル分析器で取得されたデータは、今のところ、非標準7トラック、556BPI以下の磁気テープに、記録出力されるだけで、解析処理のためには、先ず最先に計算センターにある中型計算機F-230/35^{註2)}で、記録媒体ないしはフォーマット変換をしなければならない。つまり、TMC-分析器の出力データの簡単な処理、例えばプロットとか、スペクトル・スムージングなどを同室内にあるUSC-3を利用して行うためにも、F-230/35^{註3)}で磁気テープのフォーマットおよび記録密度の変換を行なわなければならないと云う訳である。

一方、USC-3を用いて作られた磁気テープは、そのままの記録様式で、計算センターのF-230/60^{註4)}のM2システムへの入力として利用出来る。

計算センターの中型計算機F-230/35には、原研内の各課室・研究室にある様々な測定器からの様々な記録媒体とフォーマットの出力データの媒体変換のために多くのプログラムが用意されて、広く利用されて来ている。^{註5)}

単能の分析器に限らず小型計算器においても、再び読み取り可能な出力形態、例えば、紙テープや磁気テープの出力のフォーマットは、それらの持つ入出力装置のハード的仕様によって固定されている場合が多く、各分析器間の可換性(compatibility)も少ないので、このような事情は大型計算機F-230/60を利用しようとする場合も生じて来て、紙テープ・データは、F-230/60には直接入力データとしては利用出来ず、磁気テープか、カードに変換する他に方法はない。以上述べたような事情によって、中型機F-230/35が、各種の入出力装置を持っていることから、それらの変換に巾広く利用されているものと思われる。しかししながら、F-230/35は、本年(1974)早々に返却されることになっていて、上記の変換手続きは出来なくなってしまう。もし、そのような事態になれば、TMCデータは、ブラウン管に表示す

註1. USC-3とは、東芝(K.K.)の工業用情報処理コンピューターICD-507IC、USCインターフェイスを附加したシステムである。このシステムのハードウェアについては、参考資料1)に、また提供されたソフトウェアについては、参考資料2)に比較的詳細に述べられている。

註2. TMC-4096チャンネル分析器では、当初200BPIの磁気テープ記録であったが、計算センターから7トラック、200BPIのテープ装置がなくなったので、約2年前に記録密度を変えて556BPIに変更した。変更のための主な処置は、次の2点である。1)テープ速度を45IPSから16.2IPSに減じたこととそれに伴って、2)読み取り増幅器(READ-AMP⁹⁾)の時定数を変えたことである。

註3. USC-3の磁気テープ記録様式は、9トラック、800BPI、1ブロック512語、バイナリ方式である。詳しくは1, 16)に記述してある。

るしか出力表現が出来なくなってしまう。一方、旧型になったとは云え TMC 分析器の利用度は非常に高い。何故ならば、リニアックをパルス中性子源にした飛行時間法による実験では、同時にいくつもの測定が出来て、現在の USC-3だけでは、とてもデータ蓄積容量が足りなく、これらの要求を受け入れてはいない。したがって、TMC 分析器も十二分に利用されているわけである。このような利用法はリニアックの有効利用にもつながるものである。しかし TMC 分析器の場合、測定データは得られても解析処理不能になってしまっては全く意味がなくなってしまう。

計算センターの F-230/35 の返却とともに、この様な非標準磁気テープの取扱いが F-230/60 の ⁽⁶⁾ 1. システムで可能であるが、まだ充分なプログラムが出来ていなくて、リストが得られる程度である。また、測定の生データを入力として、そのまま全過程を一度に解析処理するのは、はなはだ困難であって、一次処理、二次処理と進んで行くのが普通である。一次処理の第一は、スペクトルのプロットなどであるが、これなどは、現在 USC-3 を利用しない限り極めてやゝこしい過程を経ないと出来ない。

USC-3 導入前の段階で、TMC 分析器との接続について検討したが、このような事柄は、実際問題としては、メーカの方も引き受けないし、利用当為者が知恵をしほる外にあまりよい方法はなさそうであった。このような事情から、TMC 磁気テープ・データの USC-3 への転送システムを、作製したわけである。

2 これまでのTMCデータの処理方式とTMC-USC-3 システムの結合・接続様式の検討

前節で述べたように、 USC-3 計算機システム内に取り入れられ得る実験データは、 USC-3 のみでなく、計算センターの大型機 F-230/60 システム 16.2 を利用して解析処理することが出来る。ここで TMC システムと異なっている唯一の点は、データの磁気テープ記録 フォーマットのみである。すなわち、 USC-3 の磁気テープの記録様式が、 9 トラック、記録密度 800BPI であり、一方、 TMC のそれは、 7 トラック、 556BPI 以下であると云う点のみである。そして、 F-230/60 の立場から見れば、両者はいづれも非標準テープの範疇に入る。⁽⁶⁾ しかし、現状では、 9 トラック、 800BPI の記録様式の方が、広く採用されているので、他の機器との compatibility は高いと云える。この部分の変更は、ハード的に規定されているので、プログラム・ソフトウェアのみでは、記録様式は変更は出来ない。上記した事柄は、データが同じ磁気テープに記録されていても、その記録様式によっては、後の処理が出来なくなることがあるという典型的な例であり、一方、 USC-3 と compatible な様式にすれば、今の処、全てが、順調に流れ得ることを述べたまでのことである。したがって、 TMC データを先ず USC-3 の磁気コア記憶装置内に移すことが先決である。 TMC データの最大のサイズは、 4096 チャンネル、すなわち 1 チャンネルを 1 語に対応させると、オクタル / 10,000 語 (/ 40,000 語 : オクタル数表現を数字の前に " / " 、スラッシュをつけて表わす) であるから、 USC-3 のメモリ・サイズとしては充分である。しかし、一口に TMC データを USC-3 のコア・メモリ内に転送すると云っても、種々の結合・接続による転送方法がある。したがって、本節では、この最も簡便な仕方を検討するのが主目的である。ここで最も簡便な仕方と云ったのは、 TMC 利用者だけのマン・パワーで比較的短時間に解決出来るものでなければならぬと云う意味である。その理由の第 1 は、 F-230/35 の返却によって、処理不能になる非常事態を一時的にせよ避けなければならないし、第 2 の理由として、この種の、いわゆるインターフェース的な仕事を引き受けてくれる処は外部のメーカーには殆んどないし、たとえあったとしても、 1 回で満足な機能をはたすものを受け取り得るなど、これまた不可能に近く、時間がかかるってしまう。これは仕様書の書き方による点が多い。しかし、逆に仕様細部が明確に書きつけられていれば、仮にハードウェアにしても、それを組立てることは、一般には、それ程大変なことではない。事実、或る機能をもつシステムの一部を購入しようとする場合、それが、量産品でない時は大半が設計費であり、それがハードとソフト・ウェアからなる場合は、その費用の比率は、大まかに云って、 1 : 2 位いと、ソフト・ウェアの占める比重が大きくなる場合が多い。このような訳で、当研究室内で、しかも TMC 分析器の利用者だけで適当に解決しなければならないことになった。しかし、その方策として、 TMC-USC-3 システムの結合なり、あるいは前者から後者へのデータ転送のための接続を、いきなり考えるより、今までの TMC データの処理の流れを振り返って見て、接続方式の具体案を立てるのも有効と思われる所以、 2 つのケースについて考察してみることにする。

TMC データの処理の流れの例としては、比較的新しいものを取りあげることにする。解析処理のためには、計算センターの計算機が深くかわりを持っているのは当然である。また解

析処理の第一歩は常にデータの記録媒体または記録様式の変換から始っているのも当然のことである。第1図のAとBに、実際に行なわれているTMCデータの処理の流れを示す。第1図Aでは、USC-3システムは、全く関与していないくて、TMC分析器-計算センターの機器のみが関与している。したがって、USC-3システム導入前の或る意味で典型的な例と云えよう。これに対して、第1図Bで示す処理の流れでは、USC-3システムが巾広く利用されている。ここで、TMCデータをF-230/35でUSC-3用の磁気テープに変換した後、処理の種類や、利用出来る解析処理プログラムの有無によって流れが分れる。一次処理後再び二次処理用のデータを得るような場合にはUSC-3も有効に利用出来る。それに反して、入力データとしては少量であるが、相当量の演算処理をして比較的少量の出力結果を得たいような場合は、演算速度・能力から云って大型機の方がよい。そのような訳で、分歧した後の流れは、色々な組み合せが可能で場合々々によって異なるから省略してある。

ともあれ、この図から判ることは、破線で示された部分が欠如すると、流れは完全にその点で停止しまうことである。そして、Bから判るようにUSC-3用の磁気テープになつてさえいれば、全ては順調に流れると云うことである。つまり、TMC-磁気テープをUSC-3磁気テープに作り変えればよいと云うことを、図で示して強調したまゝある。この点は、集収されたデータから話を進めているから、磁気テープが基底になっているのは当然である。

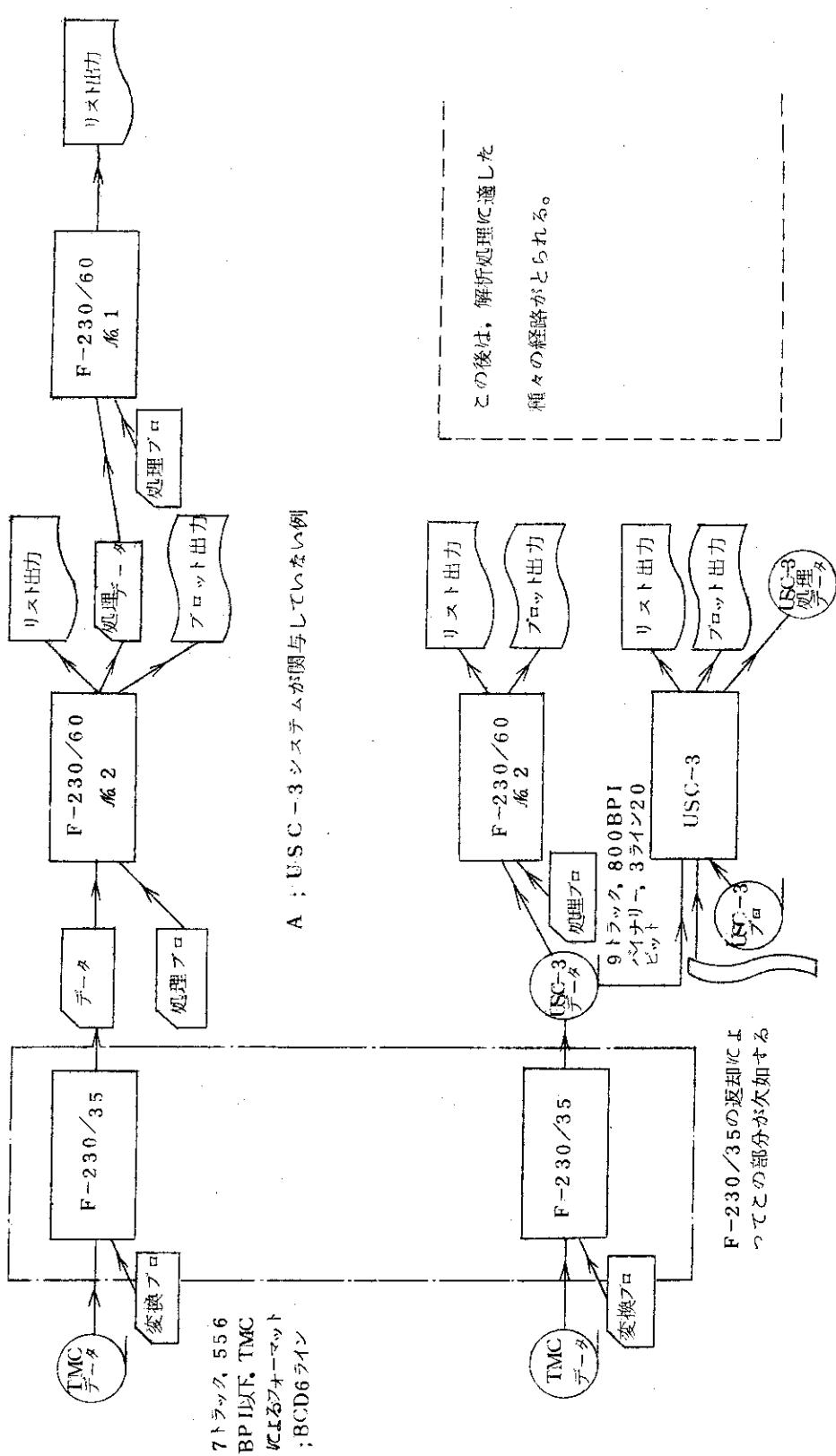
しかしながら、データとして、TMCの磁気コア・メモリに入っているものも対象にしてもよいわけである。

つまりTMCのメモリにあるデータをUSC-3のメモリに移し、それからUSC-3磁気テープを作つてもよいわけである。そのような訳で、次に、TMCデータのUSC-3への転送について、どのような方式が簡便で、有利であるかを検討することにする。

第2図にTMC-分析器の出力部の構成図を示す。ここで、今の問題に關係の深いのは、制御部、記憶部と出力部である。入力部は、アナログ量をデジタル量に変換して記憶部にADD ONEするだけであり、したがって今の問題とは關係がない。TMCのデータとしては、先ず記憶コア・メモリに入っている。したがって、TMC-コア・メモリからデータをUSC-3に転送する方式案が浮ぶ。この方式も詳しく見ると、幾通りかの道が考えられる。一方、USC-3の受け入れについても同様である。その第1として、コアとコアの結合である。

USC-3導入前の検討も、この点に重点が置かれているようであり、かつまた一般性をもつてゐるようと思えるが、実際問題としては、相当困難なものであり、当面の候補から除いた方がよさそうである。

第2の方式としては、TMCのメモリから、出力チャンネルを通して他の記録媒体に移すときの経路を利用する方法である。第1表にTMC-分析器の制御部(TMC Control Unit Model CU-440)で制御出来る入出力の種類を示す。そのようなチャンネルとして、(1)紙テープ・パンチ出力などと、(2)磁気テープ出力チャンネル、(3)ブラウン管ディスプレイ・チャンネルなどがある。これらは、前の方に較べて、実現性は高い。紙テープ・パンチ出力チャンネルは、パンチャーを附属させていないので常時このチャンネルを転送用に確保しておくことが出来る。(2)、(3)は、(1)と違つて、転送の度に、コネクターなどを挿し替えなければならない。しかし、この方式では、コア・メモリにデータが入ついることが条件である。つまり、以前



第1図 TMC-分析器データの解析処理の流れ図

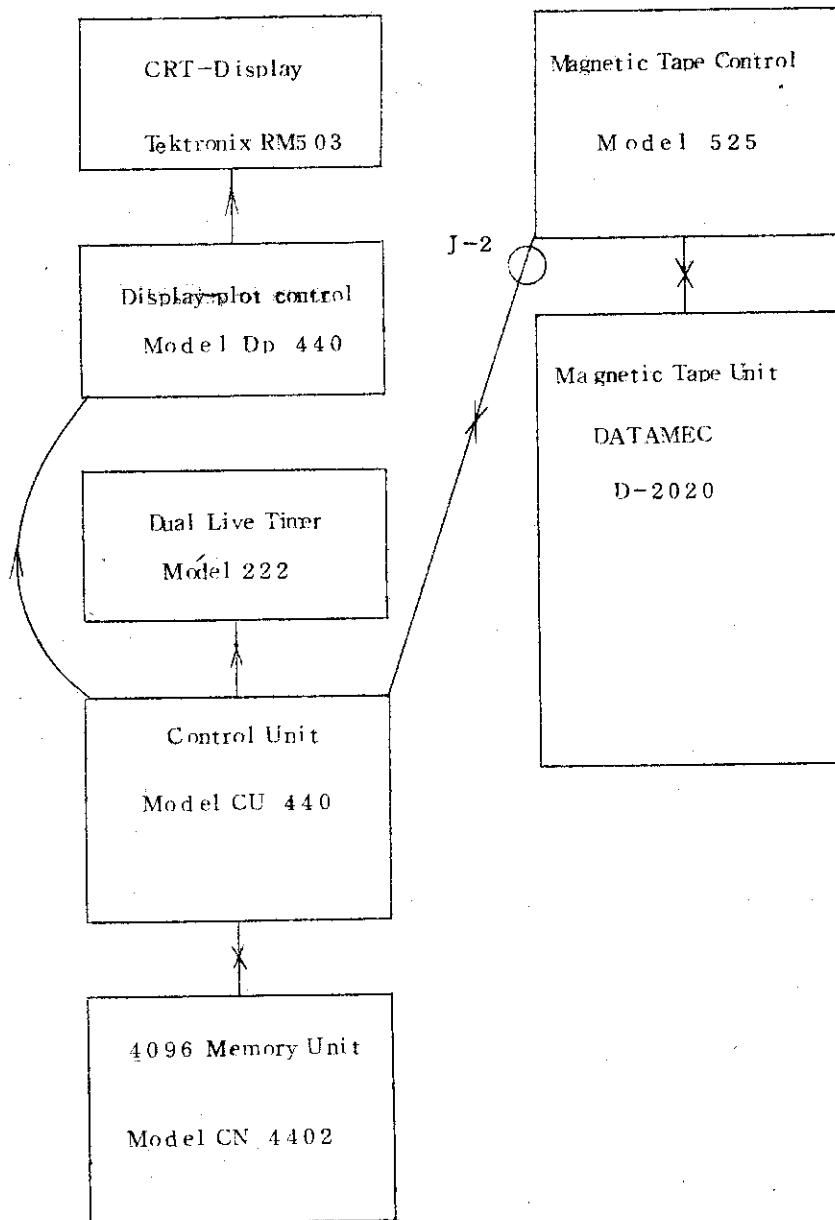
第1表 TMC-Control Unit Model CU440 で制御出来る入力出関係
の一覧表

- 1) Accum. (入) PHA, TOFなどの測定
- 2) Type writer (出) タイプ・ライターへの出力
- 3) Reader (入) 紙テープを読んでコア・メモリに入れる
- 4) Play back (入) 磁気テープを読んでコア・メモリに入れる
- 5) Display (出) プラウン管上にメモリ内データを表示する
- 6) Plot (出) プロットする
- 7) Punch (出) 紙テープにパンチする
- 8) Print (出) プリンター出力する
- 9) Record (出) 磁気テープに記録する

上記入出力関係で現在利用出来る種類は、1)測定(入), 4)磁気テープ読み込み(入),
5) プラウン管上表示(出)と9)磁気テープ書き出し(出)の4つである。

に収集した磁気テープ記録データを転送する場合は、まず、そのデータ・テープを読ませて、データをコア・メモリに入れてから、転送することになる。この時は、勿論TMCとUSC-3は、同時に他の用途に使用されていないことが条件になる。

第3の方式は、第1図で示したようにTMC磁気テープ・データから出発するものである。つまり、TMCの方は、メモリ・コアを利用せず、TMCの磁気テープの部分を切り離して転送する方式である。したがって、現在収集のデータには適用出来ないが、TMCの分析器としての機能はそのまま維持される利点があるし、転送手順も、1ステップ減らすことが出来る。また磁気テープ読み出し部分は、独立性が高いので、制御部に関する知識は殆んど不必要的点も早急に解決しなければならない時には大変有利な点である。以上のような理由で、第3の方式、つまりTMCの磁気テープ・データをTMCコア・メモリを経由せず、磁気テープ関係部を切り離して、直接USC-3に転送する方式を採用することにして、次節で、更に詳しくこの方式での具体的な問題点を検討することにする。第2図にTMC-分析器出力部関係の構成図を示してある。



第2図 TMC-4096 分析器出力関係部の構成図(入力部は省く)

Dual Live Timerは、測定(入力)時間設定に用いられる外に、出力としてプリント・アウトにおける先頭、最終チャンネルの設定に用いられるが、この機能は現在利用していない。

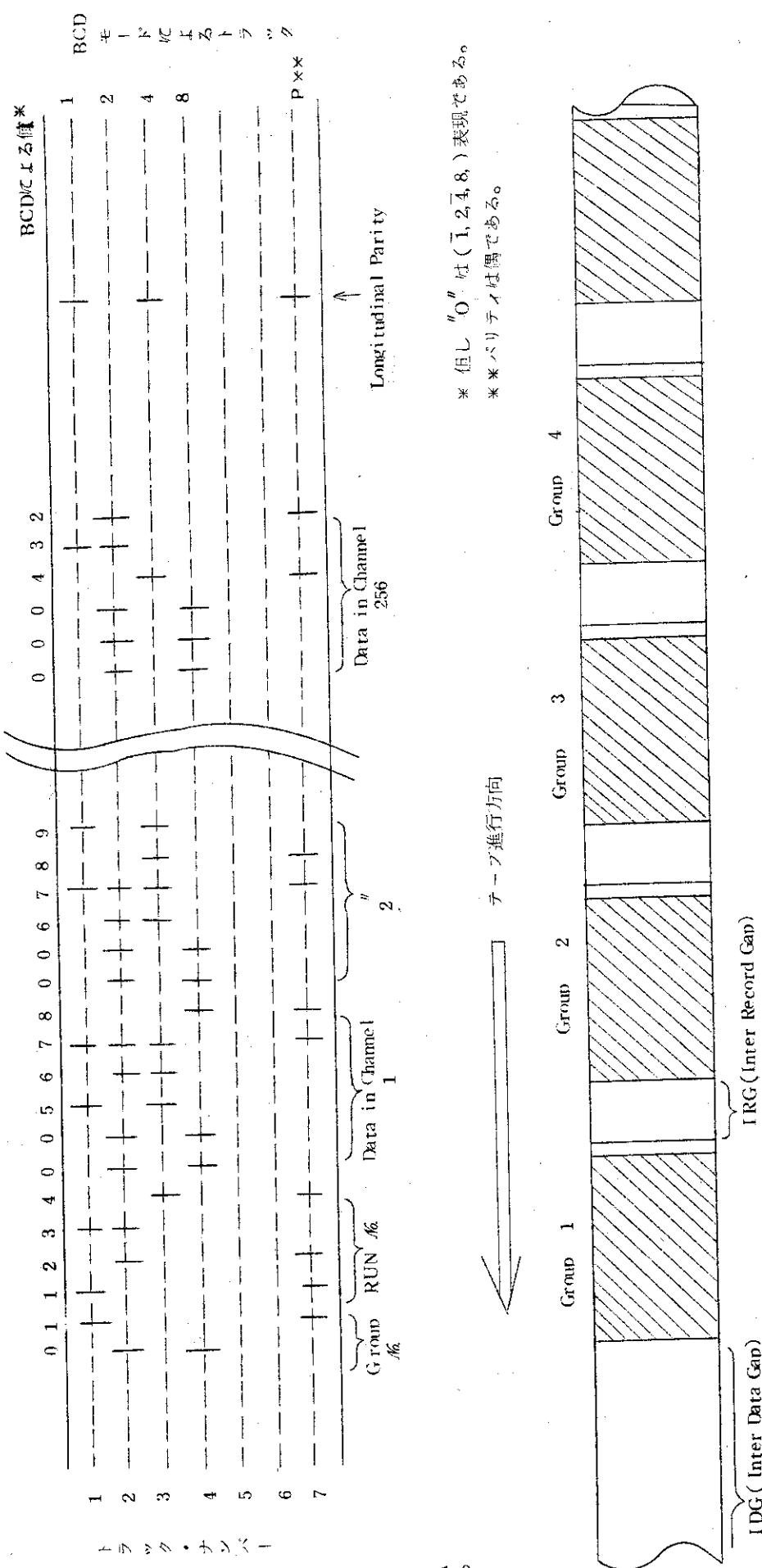
○印の処で、切り離して、USC-3と接続する。

3 データ転送システムの具体的検討

前節で検討した如く、TMC分析器のハード・マルチ的特徴を生し、かつ独立性を保ったままで利用出来、その上、転送時にも、分析器としての主機能であるデータ蓄積を全く損なわずに、データ転送が出来る方法。すなわち、TMCシステムの磁気テープ関係部分、磁気テープ制御回路 (TMC model 525)⁸⁾と、磁気テープ装置 (DATAMEC model D-2020)⁹⁾をTMCシステムから切り離し、こゝで設計するTMC-USC-3インターフェイスを介して、USC-3と接続する方法が、当面の問題解決策としては、最良であることが判った。磁気テープ関係部の接続変更 (TMCシステムから、USC-3システムへの)は、1ヶのコネクターを挿し替えるだけであるから、利用上の不便さは殆んど無いと云ってもよい。

具体的設計に入るには、しかしながら、TMC-磁気テープ記録フォーマットや、USC-3の演算速度、割込み等の諸点を調べておく必要がある。TMC-磁気テープ記録フォーマットは、書き込みの時決定されてしまうが、これは、TMC-CU440とTMC-525の2つの部分で規定されている。前者は、記録密度などの時間に関係した点を含んでいないのでフォーマットのみを、また後者は、時間に関係した部分を受けもっている。読み出しの時は、DATAMEC D-2020のテープ速度が時間に関係した主な点で、TMC-525は主として、後述するRUN NOの一一致確認などに関係していて、書き込みと、読み出しへはTMC-525の機能が異っている。

第3図に書き込まれたTMC磁気テープ記録フォーマットを示す。これから判るように、TMC-7トラック、磁気テープには、BCD(Binary Coded Decimal: コード化10進法)¹⁰⁾で、6列分が1チャンネル分として記録されている。TMC-磁気テープでは、データ間を区別のために、特にファイル・マーク(磁気テープのときは、テープ・マーク)を書き込んでおらず、データ間の区別は、適当に長い(約100ミリ秒に相当する)記録なしの部分を設けて、この無記録ギャップで、データ間の区別を行なっている。このギャップを仮にIDG(Inter Data Gap: データ間ギャップ)としておく。これは後程述べるようIRG(Inter Record Gap: 記録ブロック間ギャップ)とやゝ異なる種類のものである。したがって、1つのデータは、必ずこのIDGの間にはさまれていことになる。このIDGは、書き込みの時に行なわれるもので、その間隔の設定・制御はTMC-525の中の回路で行っている。一方読み出しの際は、このIDGを検出して、こゝから後の分が、新しいデータ・ブロックの始めとしている。検出の方法は、このIDGには何も書き込まれていないから、クロック・パルスも発生しない。この間の時間が計られて、それが或る値以上になった時、IDGであるとするものである。IRGは、このIDGによりずっと短かく設定されている。1つのデータは、いくつかのブロックからなっている。例へば、4096チャンネルのデータのときは、16ブロックから成っている。TMCシステムでは、512チャンネル、1024チャンネル、2048チャンネル等最大チャンネル数を設定出来るので、1データのブロックは、まちまちになる場合が生ずる。1記憶ブロックは1語が、前に述べたようにBCDで6列、つまり6桁分からなっているから、1レコード・ブロックは、 $257 \times 6 = 1542$ 列の記録からなっている。1番最初の1語には、データを識別するためのRUN NO(4桁)と、レコード・ブロックの順序を示すGroup NO(2桁)がいづれも



第3図 TMC磁気テープ記録フォーマット

B C D の形で書き込まれている。記録別の先頭の方から、第 6 衍目、第 5 衍目と数えるとすれば、すなわち M S D (Most Significant Digit) の方から先に記録されているとすれば、事実そのようになっているが、Group NO は第 6、第 5 衍目に入り、第 4 衍目以降に RUN NO が書かれている。したがって、実験データは第 2 語以降の 256 語（データとしては、256 チャンネル分と云った方が判り易い）に記録されていることになる。TMC-コア・メモリにあるデータを磁気テープに書き込む際は、GroupNO と RUN NO からなる 1 語を附加して、257 語を 1 レコード・ロックとして書き込み、一方 TMC-コアに磁気テープから読み入れるときは、TMC-525 ユニットすなわち磁気テープ制御部にある読み出し RUN NO 指定スイッチの値と一致したデータのみをコアに送るようになっている。この一致をとるため、つまり RUN NO を探すために、常に各ブロックの最初の 1 語は、TMC-525 の中の回路中に移されるから、256 語になって、それが、コアに入ることになる。つまり書き込み前のコアの状態と全く同じになるわけである。磁気テープに書き込む場合の RUN NO 指定は、TMC-CU440 (TMC-システム全体を制御する部分) にあるスイッチで行なわれていて、TMC-525 のユニットにおいてではない。したがって、書き込み時における TMC-525 の主な機能は、タイミングに関係するとこ、すなわち、記録密度、IDG や IRG の設定・調整と、B C D 1 衍、4 ビットづゝ送られてくるデータに対して定められたパリティになるように、パリティ・ビットを附加することである。書き込み密度は、テープ速度が一定であるので、書き込み間隔を決定するのは、いわゆる WRITE CLOCK PULSE 間隔であり、556 BPI では、現在 $111\mu\text{sec}$ になっている。

次に読み出しについて検討する。TMC-システムでは磁気テープ制御回路部 TMC-525 と、磁気テープ装置 DATAMEC D-2020 の 2 つのユニットからなっていることは、前に述べたとおりである。テープ装置 D-2020 はテープ駆動部などの機械的部分と、磁気ヘッドを通して、書き込み、または読み出し用の基本的なエレクトロニクスの部分からなっているが、記録密度や記録様式やフォーマットに関するものは一切含まれていない。つまり、D-2020 では、トラック数とテープ速度が与えられているだけである。したがって、適当な制御回路を作れば、任意のフォーマットでの磁気テープ書き込み、読み出し系が作れるわけである。このように見ると、TMC-525 は、TMC の分析器主要部とテープ装置 D-2020 を結ぶところの、フォーマットなどを規定している一種のインターフェイスと見ることも出来る。

前節でも述べたように、TMC-データの U S C - 3 への転送のみに限れば、D-2020 と TMC-525 の結合した系を利用した方が簡便である。したがって、テープ読み出しについても、専ら TMC-525 の出力のみを考慮することにする。今、先程述べた書き込みによって、記録されているテープを読み出すとする。読み出すためには、勿論 READ COMMAND の信号などが必要であるが、それらの点については後述する。読み出しが開始されると、BCD 系であるので、パリティも含めてテープのトラックに対応する 5 本の線上に記録されているとおりにパルスが発生する。しかし、この話は、D-2020 の出力であって、TMC-525 の出力ではない。TMC-525 には、書き込みフォーマットと同じの RUN NO 選択スイッチがあってそのスイッチで指定された RUN NO のデータが、256 チャンネル分 1 ブロックとなって出力される。もし、RUN NO が一致しなければ、何も出力されない。出力パルス間隔は、

テープ速度が固定であれば、書き込み時のクロック・パルス間隔と同じである。TMC系では偶parityを採用し、またBCDの“0”を(1,2,4,8)と表現している。このためデータ線としては、parityを除いた4本(4ビットに対応)のみが用いられている。テープを読んでデータをメモリ・コアに移すには、各桁用のシフト・パルス信号と、6回毎(6桁が1チャンネル分であるので)にチャンネル・アドバンス用の信号などが、必要であって、これもTMC-525内部で発生している。

しかし、USC-3への転送の際は、USC-3側の受け入れ方式をうまく考へれば、データ・ラインだけですますことが可能である。

次に、USC-3システムの方の受け入れについて考へて見る。前述で述べたように、割込み方式を採用することに決めてあるので、この線に沿って検討することにする。

556BPIで記録されているテープを読み出す時の、TMC-525の出力は、 $111\mu\text{sec}$ 毎にBCD方式で4本のライン上に現われるパルスである。したがって、この信号を読み取って指定されるUSC-3のコア・エリヤに蓄積すればよいわけであるが、実際には、いくつかの問題が発生する。その第1として、割込みを利用する場合、USC-3の割込み作動時間を常に念頭におく必要がある。割込み信号発生から、それを受け入れて、プログラムの次のステップに移るまでには、約 $50\mu\text{sec}^{11}$ の時間が必要である。

したがって、割込みパルス巾は $50\mu\text{sec}$ 以上でなければならない。また、同様にデジタル電圧入力の信号の巾も、それ以上でなければならない。何故ならば、割込みが掛り、デジタル入力チャンネルの選択が行なわれ、その次に同チャンネルの入力信号の読み取りが続くからである。

第2の問題点は一寸困難なものである。それは、USC-3の演算速度に関係したものである。上記したように、 $111\mu\text{sec}$ 毎に割込みが掛り、4ビットのデータを読み取り、コアに格納するのであるが、6桁(つまり6回の入力)が1チャンネル(1語)に相当するので、1桁づゝをUSC-3の1語に対応させると、4096チャンネル分は、転送出来ないことになる。したがって、TMC1チャンネルをUSC-3の1語に対応しなければならない。そのためには、BCDで送られてくるデータをBINARY(純2進法)に変換してコアに格納しなければならない。しかし、この変換に、乗算を用いるとすれば、USC-3の演算方式が直列方式であるため乗算に $83\mu\text{sec}$ 掛ってしまう。先程述べたように割込み完了までに約 $50\mu\text{sec}$ かかるから、残りの時間は約 $60\mu\text{sec}(=111-50)$ しかない。

以上のような理由で、1チャンネル毎のBCD-バイナリ変換は出来なくて、BCDの形式のまゝで格納する外にあまりよい方法はない。BCD形式のまゝで格納するには、ビットのシフトと加算の演算で済む。しかし、BCDで6桁分を格納するには、1語24ビット($=6 \times 4$)でなければならない。USC-3の1語は20ビットであって、上記の要求を満していない。しかし、偶然にもまた幸いなことに次のような事情が存在する。

TMC-磁気テープには、1チャンネル・データとしてBCD6桁(6列)で記録されているが、TMCのコア・メモリのアリスマティック(コア1語のビット数)は、BCD5桁、つまり20ビットしかない。したがって、GroupNOとRUNNOを除いた純粹のデータ部では、最上位の第6桁目、つまり 10^5 の有効数字部は、常に“0”、零である。このような理由で、USC-3

において、6桁目をオーバフローさせても一向差しつかえないことになる。したがって、TMC-磁気テープ・データを、MSDの方からBCD形式で次々に送ってUSC-3のメモリ・コアにそのままの形で5桁分を1チャンネル1語の対応を保ったまゝで格納出来ることになる。このようにして、BCDのまゝで転送された1つのデータ(4096チャンネル)は、転送終了後、BCD→Binary変換をすれば、時間的問題は解決される。

しかし、以上の検討だけでは不充分の点が残っている。それは、 $111\mu\text{sec}$ 内に割込みを掛けて、デジタル入力を読み取り、指定されるコアに格納するだけなら可能であろうが、実際問題としては、6桁を1語とするような処置や、全部で4096チャンネル分を処理してしまったか、否かを検出しなければならないし、前述したようにビット・シフトと論理和を取る操作が必要である。これらの処理に必要な時間の見積りをするには、ICD-507の演算速度を知ること、そのためのプログラムの内容について考えておくことが必要である。

ICD-507の命令は、メモリ内容を参照する必要のある15種の基本命令とその必要のない約40種の補助命令よりなっている。それらの記号(mnemonic symbol)⁽¹⁾と、命令機能と実行時間は次の通りである。

(1) 基本命令

記号	命令内容	実行時間
NOP	NO operation	$1.6\mu\text{sec}$
UJP	Unconditional jump	5.8
CMP	Compare and skip	7.2
	Not skip	
	skip	11.4
JPL	Jump and link	11.4
ICR	Increment	3.0
ADD	Addition	7.2
SUB	Subtraction	7.2
MUL	Multiplication	8.3.0
DIV	Division	8.7.0
AND	AND logic	7.2
EOR	Exclusive OR logic	7.2
LAC	Load Acc	7.2
STA	Store Acc	7.2
LUA	Load UA	7.2
TUC	Store and clear UA	7.2

但し、アドレス修飾(address modification)を行うと、上記の実行時間に $5.4\mu\text{sec}$ が加算される。

(2) 補助命令

補助命令は、アキュミュレータ(Acc)や、上部アキュミュレータ(UA)のビット・シフトに關係するもの、 I/\bar{O} デバイス制御に関するもの、その他となっているが、 I/\bar{O} 関係を除いて、全て実行時間は $7.2\mu sec$ である。但し 1 つだけ除外があって、それは、CMZ(Compare zero and skip)で、基本命令 CMP と同様 Not skip $72\mu sec$, skip $114\mu sec$ となっている。

以上のように演算速度が遅いので、継続して入力されるパルスの間隔 $111\mu sec$ から、割込み時間約 $50\mu sec$ を差し引いた残りの約 $60\mu sec$ 間に前述した演算処理を行なわなければならぬのであるが、そのためには、平均の命令実行時間を $70\mu sec$ としても、9ステップ以下のプログラムで遂行しなければならないことになる。しかし、9語の命令でこれを行うことは不可能である。したがって、BCDモード1桁づきの転送では、現在の D-2020におけるテープ速度 16.2 IPS または $\sim 41\text{cm/sec}$ で、かつ 556 BPI の記録密度のものは、駄目である。テープ速度を変えるには、註2) で述べたように、テープ駆動用同期モーター軸に取りつけられているブーリーの径を変えればよい。しかし、転送のたびに、このブーリー交換を行うのは至って愚わしいことで、非実際的に過ぎる。今一つの便法は、記録密度を、標準の 556 BPI より、小さくすることである。同じ径のブーリーを用い、テープ速度も 16.2 IPS に保ったまゝならば、書き込みのクロック(WRITE CLOCK PULSE 間隔)を少し長くして、仮に $170\mu sec$ ($59\mu sec$ だけ長める)にすれば、演算処理に利用出来る時間は $120\mu sec$ となり先程の $60\mu sec$ の 2 倍になる。勿論、このようにすれば記録密度は、約 360 BPI になる。読み出し回路の READ AMPLIFIER の時定数は、テープ速度のみに依存しているので、この密度のものでも全く何の障害なしに読み出せる。また、この書き込みクロックの調整は、TMC-525 内のクロック発生回路のトリマー式可変抵抗器の値を変えるだけである。⁽⁸⁾ 当座の問題解決のためと、試作するインターフェース回路の簡単さのために、この方式を採用することにする。もし記録密度を標準の 556 BPI に保ちたいならば、2回の読み出し、つまり BCD 2 桁をまとめて、1回の USO-3への転送方式も考えられる。こうすれば、 $222\mu sec$ に 1 回の割り込みが掛ることになって、時間の制限は大巾に緩和される。この方式については、後程の節で検討することにする。

4 データ転送システムの実際

磁気テープ装置D-2020と、その制御回路TMC-525を結合したサブ・システムの、実際に磁気テープを読み出した時の電圧波形は、 -6 V , $10\text{ }\mu\text{sec}$ 巾のパルスである。これから判るように、TMC-系では、負電位論理を用いている。これは使用している回路素子が主にPNP-トランジスタであるためである。一方、USC-3の方では、シリコンのTTL(transistor-transistor logic)のIC(Integrated circuit:集積回路)を用いているので、正電位論理系を採用している。

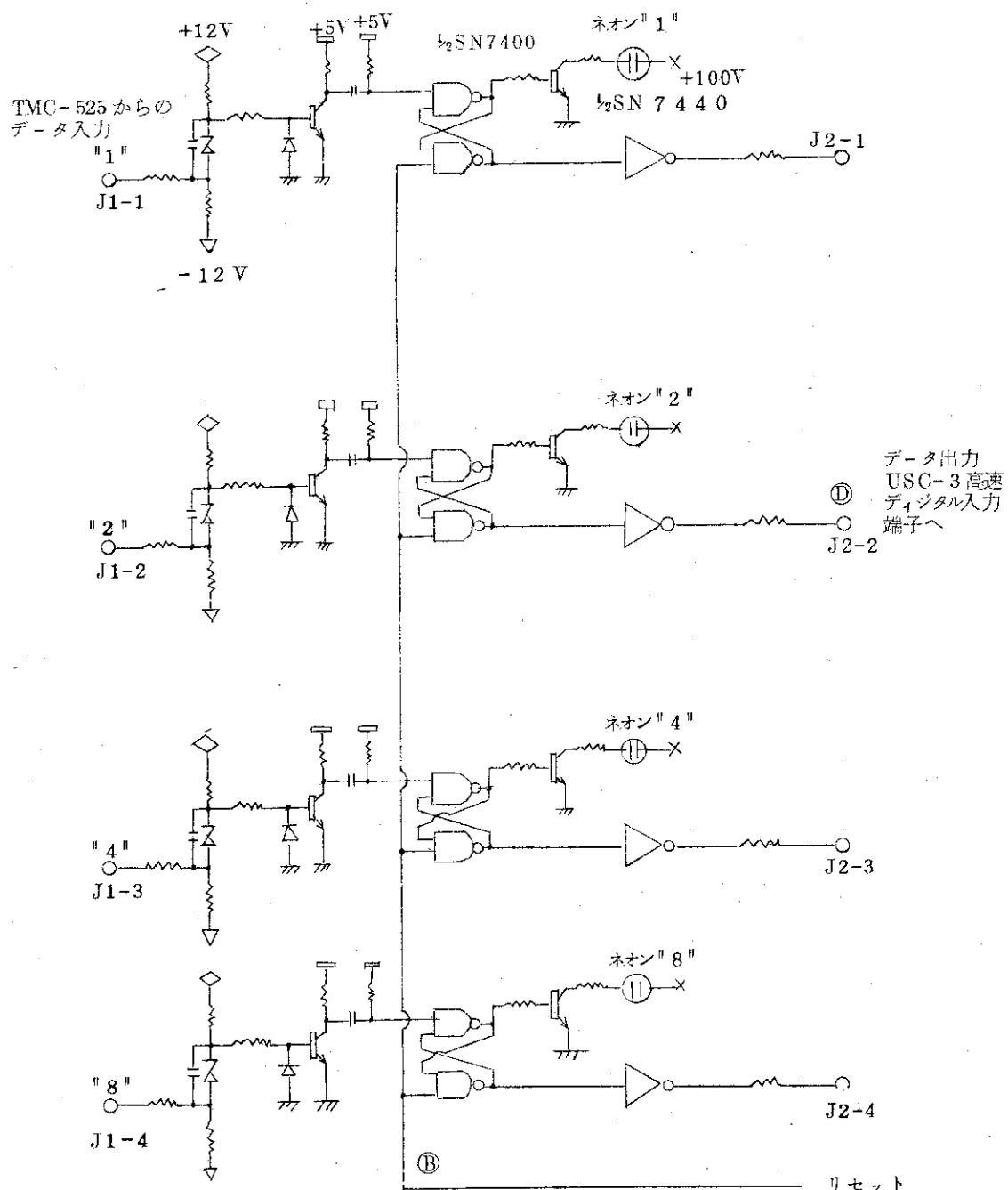
USC-3における割込み入力パルス信号としては、論理“1”=高電圧“H”= 5 V ($3.5\sim5.5\text{ V}$)巾は少なくとも $50\text{ }\mu\text{sec}$ 以上のものが必要である。¹⁾一方、デジタル電圧入力としては、“1”=“L”= 0 V ($0\sim0.4\text{ V}$)¹⁾で、したがって、極性は割込みのそれと逆である。これらのパルス巾は、割込みが掛り、デジタル入力チャンネルの選択が行なわれ、その後に読み取りが行なわれるから、割込みパルス記号の巾より長いか、それとも、時間的に遅れていなければならない。このようなことを念頭において、データ部の4回路と割込みパルスの1回路をまとめることにした。これらに共通していることは、電位のシフトだけである。

TMC-系では偶パリティを採用し、かつBCD“0”を($\overline{1}, \overline{2}, \overline{4}, 8$)と第2、第4ビットを立てているので、クロック用、つまりこれを伸張して割込みパルスにしているのであるが、そのクロックとして4ビットの $\overline{\text{OR}}$ を取っても作れるが、今の場合、TMC-525内部のTransfer Enable Gate⁽⁸⁾信号を用いている。この信号を取り出す作業は、TMC-525のコネクター端子数を1ヶ増すことと、この端子に1本配線するのみである。

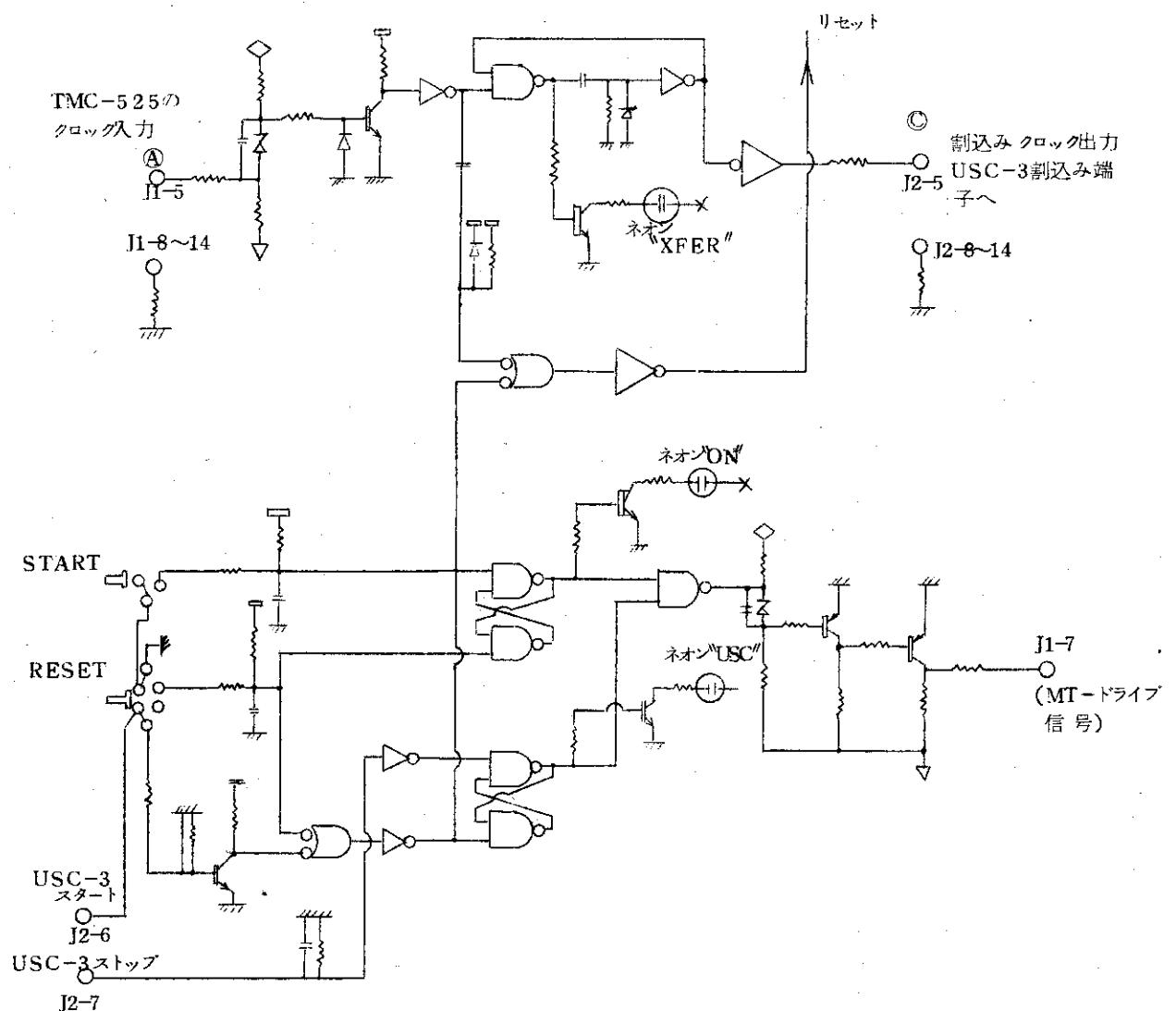
TMC-システムとUSC-3システムは、同じ部屋内に置かれているが、接続線の長さは約 10 m 位になるので8対のシースト・ペア線を用いている。したがって出力部には、FAN OUT係数の大きいSN7440⁽¹²⁾を用いた。第4図にレベル交換、パルス伸張と4回路分のデータ・レジスターの回路図を示す。第5図にこの回路の動作のタイム・チャートを示す。

一方、TMC-525を経由して、D-2020を駆動する信号は、TMC-525の入力端子の1つにゲート電圧を印加することで行える。実際には、この端子に -6 V を印加している間中D-2020のテープ駆動用モーター(これには、キャブスタン・ドライブ・モーターや、テープ巻き取り用サーボ・モータなども含まれている)がONになり、^{8,9)}磁気テープは読み取りヘッド面を走って行くことになる。したがって、これらの操作は、簡単な2入力(セット・リセット)フリップ・フロップと、レベル変換で達成される。USC-3からの信号を受け入れるために、今1つのフリップ・フロップ・レジスターをANDで結合して用いている。

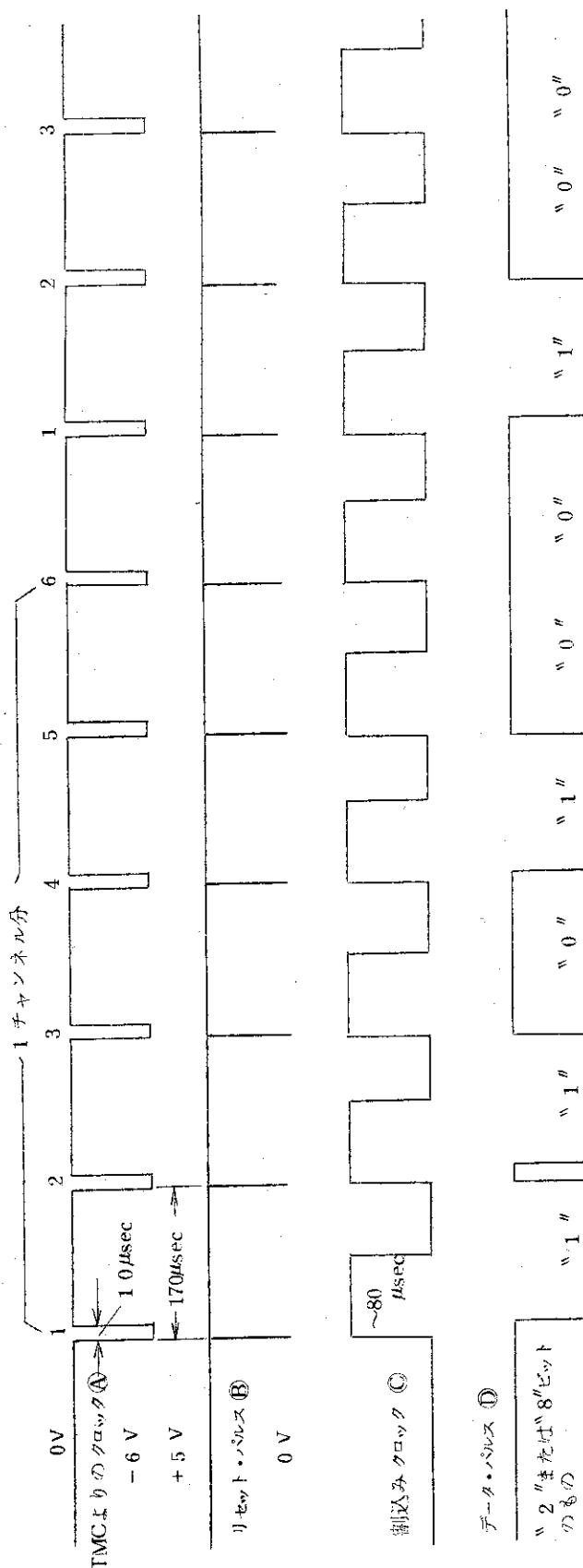
実際の回路組上げについては、最近、この種のインターフェイス用の汎用ユニットとしてCAMACと称するモジュール・システムの利用が有効であるとして、その普及に努力が払われている^{13,14)}が、当研究室には、現在NIMモジュールのビン電源に相当するクレートのみがあるだけで、プランク・モジュールなども利用出来ないし、またこの種の簡単な系では、 I/\overline{O} BUS LINESの利用ないので、2巾のNIMモジュールに組み込むことにした。NIMモジュールの1枚のプリント基板には、割込みクロックを含めた5回路のパルス伸張回路を、他の1枚の基板にD-2020の駆動モーター制御用のフリップ・フロップ回路を組み込んだ。



第4図① 転送インターフェイス(MT-XFER ADAPTER)回路図



第4図② 転送インターフェイス(MT-XFER ADAPTER)回路図



第5図 転送インターフェイスにおけるパルスのタイム・チャート

Ⓐ; TMC-5 25からの入力, Ⓑ; 回路図Ⓑ点におけるパルス, 以下同じ; データ入力は
Ⓐの歯の抜けた形となる。(第4図参照)

I C用と小型ネオン・ランプ用直流電源は、別の2巾のモジュールに、+5V, 1.5A; +100V, 0.1A; +200V, 0.05Aの電源を組み、同時にピンに挿入すれ方式をとった。この方式は、TTL-I Cや、ネオン管、ニキシーパー管を利用する回路用には便利であって、他の測定回路系などにも用いている。¹⁵⁾ +5VのI C用はregulatedであるが、標示管用の高電圧は、unregulatedである。

USC-3における磁気テープ・データの受け入れプログラムとしては、コアの1ページの半分、つまり4096語をデータ・エリヤとして用いることにした。

第2表にCORE DUMP LIST¹⁴⁾を示す。プログラムは簡単なので特に流れ図は示さない。まず始めに、データ・エリヤをクリヤし、その他の可変数データの初期値設定を行い、それが済んだ時、準備完了を伝えるパルスを、インターフェースに送る。この信号を受けて、インターフェースのD-2020駆動制御用ゲート(S-R フリップ・フロップ)の1つをONにする。一方、USC-3のプログラムは、割り込み入力待ちの状態になっている。もし、インターフェイスの他のS-Rフリップ・フロップがONになっていれば、D-2020が始動し、テープを読み始める。TMC-525の指定スキッチで与えられるRUT NOと一致した時、次々と割込みパルスが、USC-3に入り、USC-3の方のプログラムが動いて、指定されたデジタル入力チャンネルのBCDモード、4ビットのデータを読み取って、コアに格納して行く。この際、6回の読み取りで、アドレスを1番地だけ増して行く。このようにして、4096語分だけ読み取ったならば、インターフェースの方に、終了信号を送って、駆動制御ゲートを開じて、D-2020の動作を停止させる。それと同時に、プログラムは、BCD5桁分のデータを、BINARYに変換するステップに入る。

ここで、プログラム作成上の注意すべき点は、データ読み取り時において、その前に読み取られた分を4ビットだけ左にシフトして(BCDモードであるから、1桁4ビットで、桁上げは左シフトに対応するから)今読み取ったデータをそのまま代数和ADDを実行するわけにはいかない場合が生ずる。それは、USC-3では、第20ビット目が立てば、負数と定義されているからで、代数和の代りに論理和EORを用いなければならない。またBCDモードで入っているデータを変換する際、"0"は(1,2,4,8)と表現されているから注意が必要である。

このようにして、データ転送とBINARY変換が済んだものは、USC-3の各種放射線測定用ADC(Analog-to-Digital Converter: 波高分析用としてPHA-ADC、時間分析用としてTOF-ADCなど)を通して得たものと全く同じものになる。これらのデータを、もしUSC-3磁気テープに収納したければ、レポート⑩で述べたプログラム<STORTM>を用いればよい。

なお、プログラムにおいては、256語の1ブロックを読み取った後、シフトの回数が6回ではなく7回になっている。これは、TMC系の書き込みにおいて、1ブロック毎に余分の1列(1チャンネル、6列ではない)が書かれるからである。これは、縦方向parity・チェック用のものである。

第2表 転送データ受け入れプログラムのコア・ダンプリスト

		FROM	TO	10177
*** CORE DUMPD***				
10000	0			
10001	0			
10002	0			
10003	0			
10004	0			
10005	0			
10006	0			
10007	0			
10010	0			
10011	0			
10012	0264024			
10013	TUC 10016			
10014	1			
10015	0			
10016	400			
10017	0030000			
10020	0			
10021	LUA 10035			
10022	04000007			
10023	LUA 10031			
10024	TUC 10034,M			
10025	TUC 10034,M			
10026	ICR 10034			
10027	LAC 10034			
10030	CMP 10017			
10031	00200000			
10032	UJP 10040			
10033	UJP 10025			
10034	00300000			
10035	UJP 10047			
10036	6			
10037	7			
10040	0313026 TMC-MT タイ-ト停歟力			
10041	LUA 10031			
10042	TUC 10034			
10043	LUA 10014			
10044	10037			
10045	0200104 帯込み待ち状態			
10046	UJP 10045			
10047	0303102 帯込み入力強制			
10050	0323102 テレメタル入力 強制取			
10051	STA 10036			
10052	LAC 10034,M			
10053	0254004 4ビット(BCD1桁分)シフト			
10054	FOR 10036			
10055	STA 10034,M			
10056	ICR 10037			
10057	LAC 10037			
10060	CMP 10061	6回シフトしたが2.		
10061	UJP 10064			
10062	UJP 10045			
10063	UJP 10045			
10064	ICR 10016			
10065	ICR 10034			
10066	LAC 10016			
10067	CMP 10070	256 4ビット分7倍が2.		
10070	400 = D, 256			
10071	UJP 10073			
10072	UJP 10043			
10073	LAC 10034			
10074	CMP 10017	4096 4ビット分7倍が2.		
10075	0			
10076	UJP 10103			
10077	0264024			
10078	0			
10079	0			
10080	0			
10081	0			
10082	0			
10083	0			
10084	0			
10085	0			
10086	0			
10087	0			
10088	0			
10089	0			
10090	0			
10091	0			
10092	0			
10093	0			
10094	0			
10095	0			
10096	0			
10097	0			
10098	0			
10099	0			
10100	TUC 10037	これまで、転送用		
10101	TUC 10016			
10102	UJP 10045			
10103	0313027 TMC-MT ストップ信号出力			
10104	LUA 10031 ～sys4 BCD-BINARY			
10105	LUA 10034			
10106	TUC 10034,M			
10107	LUA 10034,M			
10108	0			
10109	TUC 10145			
10110	TUC 10121			
10111	TUC 1			
10112	JPL 10130			
10113	ICR 1			
10114	LAC 1			
10115	CMP 10116			
10116	5			
10117	UJP 10121			
10118	0			
10119	0			
10120	UJP 10112			
10121	JPL 10162			
10122	ICR 10034			
10123	LAC 10034			
10124	CMP 10017			
10125	0			
10126	0220000			
10127	UJP 10107			
10128	0			
10129	0			
10130	0254024			
10131	LUA 10145			
10132	0274404			
10133	TUC 10145			
10134	CMP 10157			
10135	0			
10136	0254024			
10137	0254024			

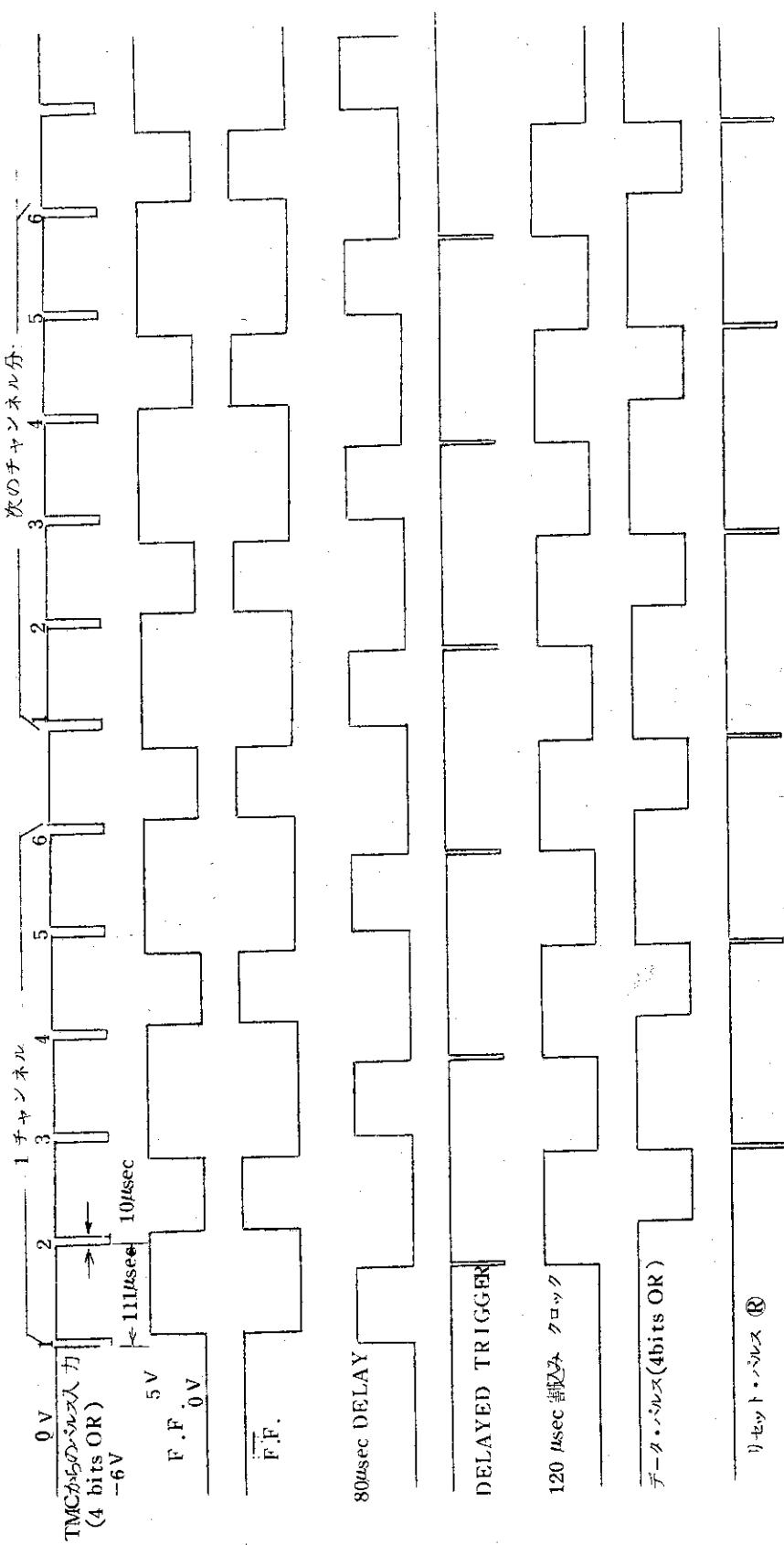
5 おわりに

前節までに述べて来た転送システムでは、 $111\mu\text{sec}$ のクロック間隔では、USC-3の演算が間に合わなくて、それよりも長くする必要があった。そこで、書き込みの時のクロック間隔を、いくつか変えて試験してみた処、約 $170\mu\text{sec}$ （テープ速度を変えてないので、これはほぼ、360BPIの記録密度になる）以上ならば確実に稼動する。勿論、TMC-システム内では読み書きは自由に出来るから、半端な記録密度であると云う点を我慢すれば、充分実用に耐えるものである。この半端な記録密度テープが他の7トラック、556BPIのテープ装置で読み取れるかは、試験していながら、内部クロック方式のものであれば（大部分がそうであるが）TMC-系と同様、読み取り可能であると考えられる。

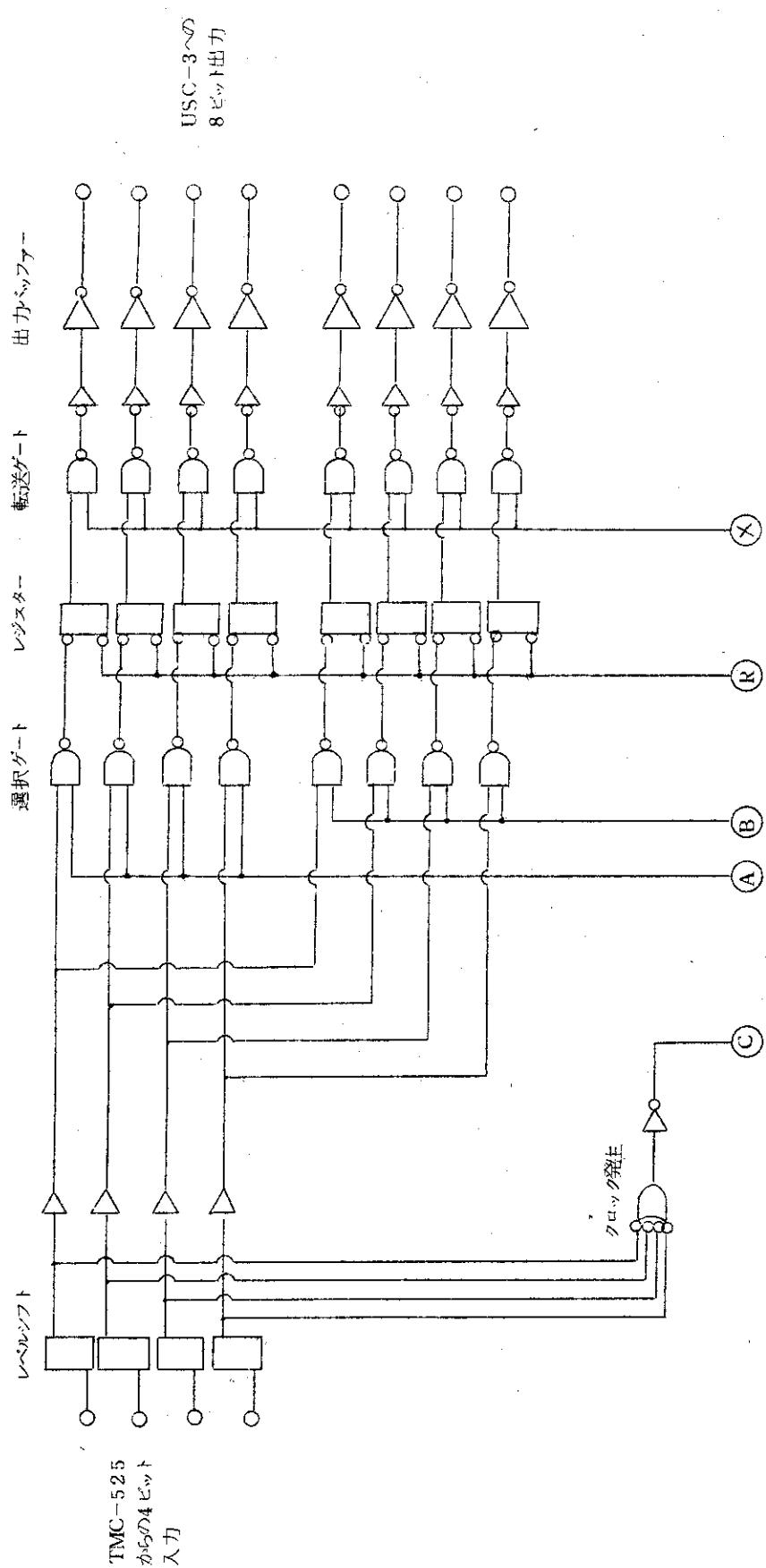
しかし、7トラック、556BPIで、TMC-系のフォーマットで記録されているテープ・データの転送は出来ないので、第3節の最後で少しふれておいた1語6桁につき3回だけ割込みを掛ける方式のハードの部分を検討しておくことにする。幸いなことに、USC-3のデジタル入力の1チャンネルは、8ビットまで利用出来る⁽¹⁾ので、この方式が可能である。しかし、ハードとしてのインターフェースの部分には、始めの4ビット分を1時記憶しておく4ヶのレジスタが必要になる。 $2\frac{1}{2}$ 桁分の時間は556BPIで $222\mu\text{sec}$ になるが、その間でBCD-BINARY変換は恐らく不可能で、前と同様、転送後に変換を行なわなければならない点は全く同じである。

第6図に、8ビット2桁分転送するときのタイミング・チャートを、第7図に回路図を示す。回路の対称性をよくするために、8ビット分のS-Rフリップ・フロップのレジスターを用いた。2つの入力クロックに対して出力の割込みクロック・パルスは1ヶ、つまり $\frac{1}{2}$ にカウント・ダウンされるので、少なくとも1ヶの1入力フリップ・フロップ回路が必要であり、また4ビット2組のレジスターを選択させるために、ANDゲートが必要になる。しかし、このインターフェイスは、標準記録密度として採用されている556BPIの磁気テープ・データの転送を可能にするものであるから、有用なものである。USC-3におけるプログラムとしては、大した修正もなしに利用出来る。これまでの実験の556BPIで記録されている測定データも参照したいことがあるから、近い将来改良すべきものと思われる。

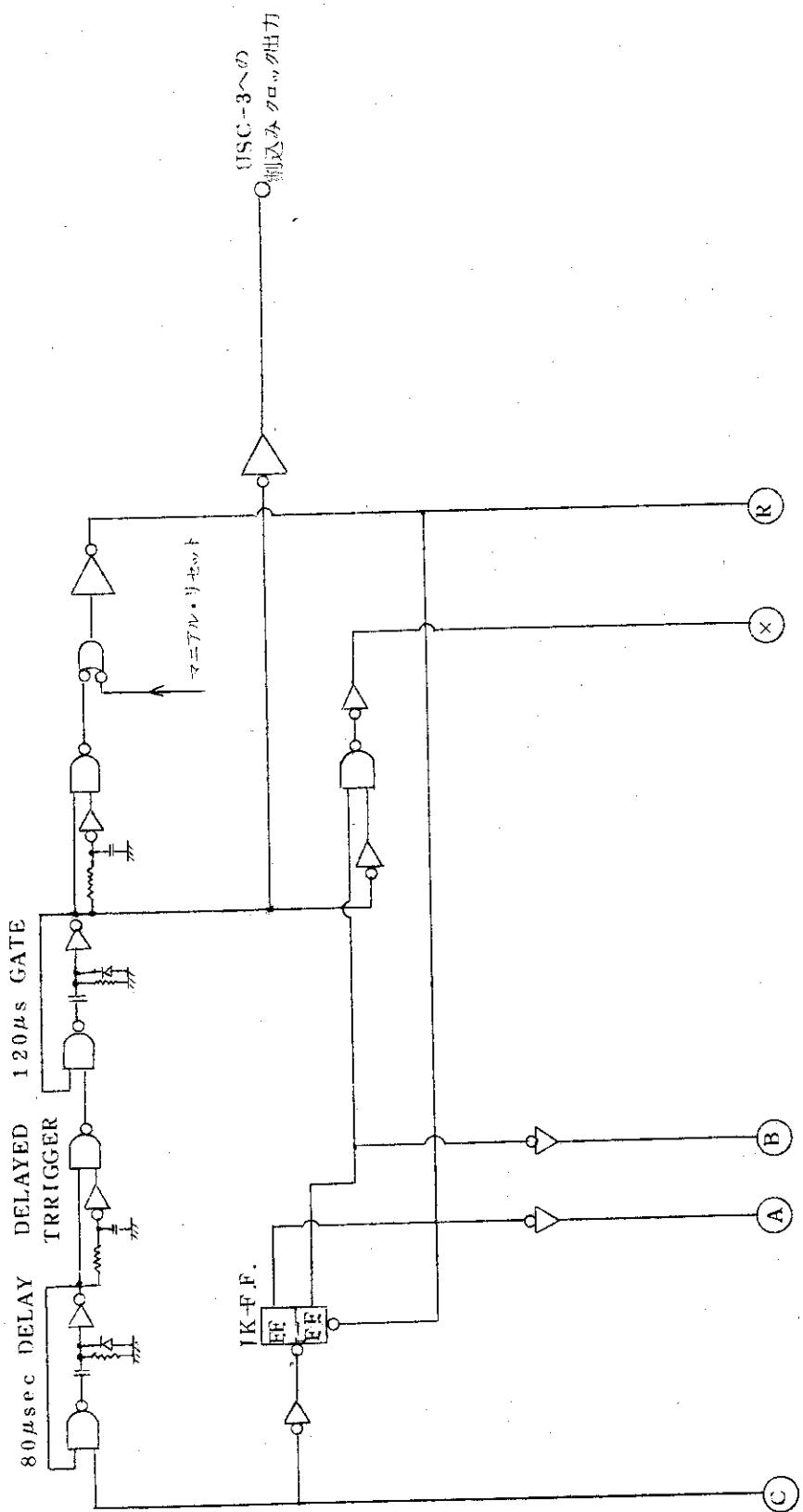
しかしながら、F-230/35の返却によってTMC-データの処理不能になる事態は避ることが出来たし、また、転送時にもTMC-分析器の機能も殆んど損なわずに見える点は、有用度の高い方式と云えよう。なぜならば、当研究室では、リニアックのみでなく、原子炉を用いて実験している関係上、USC-3とTMCシステムのマシン・タンムが常に一致している訳ではないからである。



第6図 2行同時転送インターフェイスのタイミング・チャート



第7図 2行同時転送インターフェイスの回路図（データ部分）



第7図 B 2桁同時転送インターフェイスの回路図 (タイミング・制御の部分)

参考文献，参考資料

- (1) 実験データ同時処理装置(USC-3システム)取扱説明書(東芝K.K.)M-RS 102030
- (2) USC-3システム ソフトウェア解説書(東芝K.K.) HC-3023C
- (3) 斎藤直之・山田考行・堀上邦彦: JAERI-memo 4549
- (4) 斎藤直之・堀上邦彦・山田考行: 私信
- (5) 山田考行・斎藤直之・堀上邦彦: 私信
- (6) 石黒美佐子: 私信
- (7) 大久保牧夫: 私信
- (8) Model 525 Magnetic Tape Control Unit-Diagram (TMC)
- (9) Instruction Manual-D2020 Series-(DATAMEC)
- (10) E.Kimura, A.Asami, Y.Nakajima and T.Fuketa, JAERI-memo 3398
- (11) 工業用情報処理システム ICD-507 (東芝K.K.) HC-3025D
- (12) TTLアプリケーション マニアル(日本語版)テキサス インスツルメント
- (13) 金原節朗: 日本原子力学会誌 13 (1971) 635
- (14) 熊原・猪俣・小沢・大内・佐藤: 私信
- (15) Y.Kawasaki : Nucl.Instr.and Methods : 105 (1972) 37
- (16) 河原崎雄紀: JAERI-M 5345

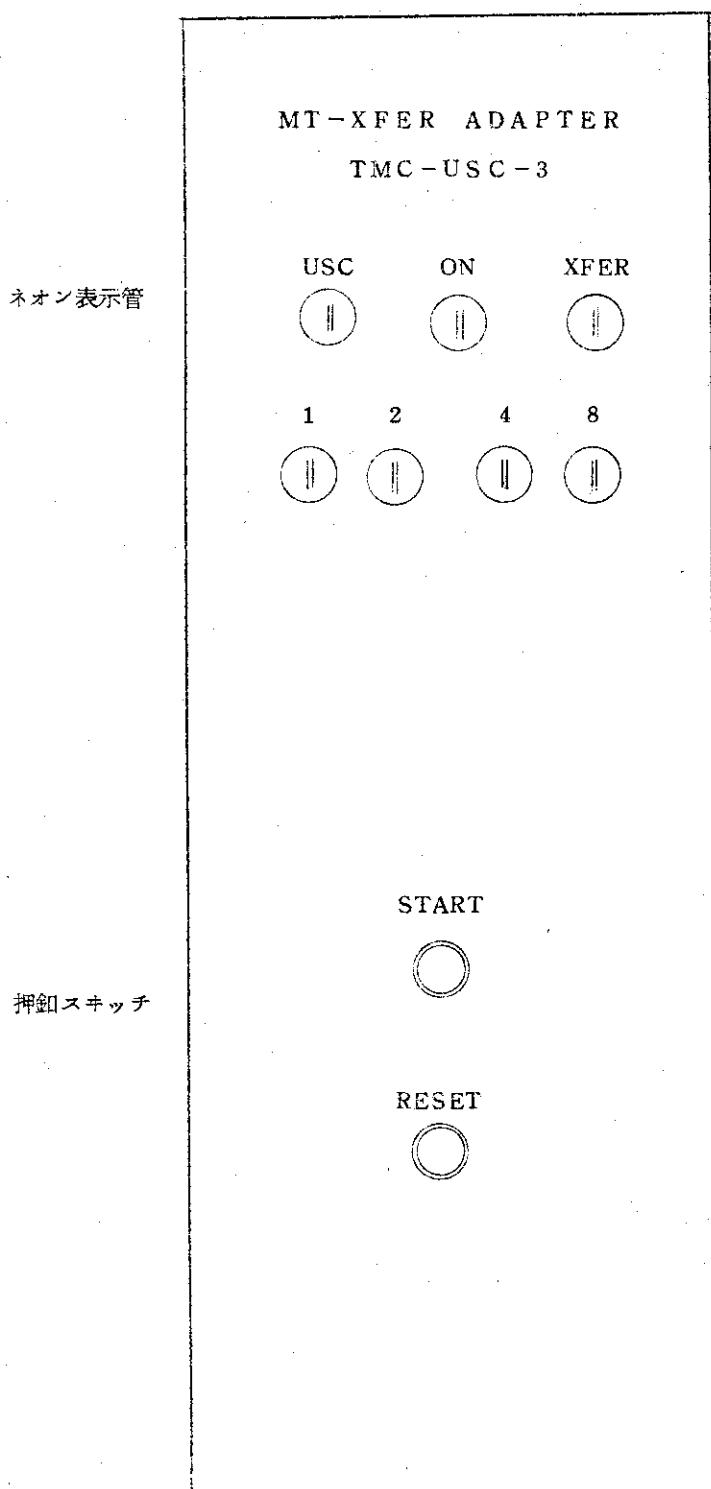
6 付 錄 (転送の仕方)

1. TMC-Model 525の背面にあるコネクター(J-2, これはTMC-Control Unit CU440と接続している, AMP(K.K)型のもの)を, 転送用インターフェイスからのものと差し換える。
 2. TMC-525, D-2020およびインターフェイス電源ON, 磁気テープを装着し, 読み出しRUN NOをセットする。
 3. インターフェイス(MT-XFER ADAPTER)のRESETスイッチ(第8図参照)を押し, 続いてSTARTスイッチを押す。するとランプ"ON"が点く。D-2020を"AUTO"にする。これでTMC側準備完了。
 4. USC-3側: プログラムをロードする。
 5. "RUN"押釦スイッチを押す。これだけである。
- 5.以下の動作を簡単に述べる。USC-3側の"RUN"pushで, インターフェイス・ランプ"USC"が点く。D-2020が動き出す。RUN NOが一致すれば, ランプ"XFER"とデータ用"1"~"2"~"4"~"8"が点滅して転送が行なわれる。

USC-3側でDisplayを/20000から/30000までにセットしておくと, 転送の様子が判る。但し最初の分は, BCDモードであるから, 少し様子の変ったスペクトルを示す。4096チャンネル分の転送が終ると, インターフェイスのランプ"USC"が消え, 同時にD-2020も停止する。一方, USC-3の方では, BCD-BINARY変換が始まり, まとまなスペクトルになる。

USC-3で, 転送するコア・エリヤを変更したいときには, 第2表のリストで/10017番地(最終番地)と/10031番地(先頭番地)を書き換えればよい。また4096でなく2048チャンネル分などのときも, 上記の手続に順ずる。

割込みには, 第3レベルを用いている。



転送用インターフェイス(MT-XFER ADAPTER)は、NIM2巾モジュールに組み込まれている。電源は、NIMビン電源スキッヂ操作によって入る。但し、+5V, +100V用の電源モジュールが必要。

- 1) 電源 ON
- 2) RESET S.W.を押す
- 3) START S.W.を押す
ネオン表示管"ON"が灯る。

第8図 転送用インターフェイス(MT-XFER ADAPTER)前面図