

JAERI-M

6011

USC-3 オン・ライン・モニター と多種
TOF 測定 of 独立・同時実行システム

1975年3月

河原崎 雄 紀

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、複製などのお問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしてください。

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.

USC-3 オン・ライン・モニターと多種TOF測定の 独立・同時実行システム

日本原子力研究所東海研究所物理部

河原崎雄紀

(1975年2月6日受理)

USC-3 システム(データ同時処理装置)を複数多種TOF 測定の実験装置として利用するための検討を行った。この機能は、LINAC — USC-3実験装置の利用効率を高めるものである。多種TOF 測定の実行プログラムの骨組みになるところのオン・ライン・モニターを作成し、試験して、上記プログラム用の仕様を満すことを確認した。このモニターでは、同一レベルの割込みに対して、3段階までの優先度を与えることが出来る。また、個別に作られた多くのオフ・ライン・サブ・プログラムを簡単に結合・接続して、一つのオン・ライン・プログラムを作り得る構造になっている。さらに、測定用のみでなく、一般のオン・ライン処理作業にも利用出来る。

独立・同時測定の際のUSC-3のコア・エリアの配分、データの記録方式についても検討し、監視用スペクトル表示と、スペクトル安定化操作を含むTOF-PHA 2次元測定用プログラムの流れ図を描いた。

On-Line-Monitor for the USC-3 Computer
and
Independent and Simultaneous Execution System
of Various TOF Measurements

Yuuki KAWARASAKI

Division of Physics, Tokai, JAERI

(Received February 6, 1975)

The usage of computer USC-3 as a multiple TOF-analyzer is presented. The function is to raise performance efficiency of the LINAC--USC-3 experimental facilities. The model of an on-line monitor is coded, tested and then confirmed to work well as the control part of such an on-line program as for independent and simultaneous execution of various TOF-measurements.

In this monitor, three stages of priority can be classified for the interruption inputs through the channels of same level. It is of such structure that many off-line subprograms, prepared independently, can be readily united and then composed into a whole on-line program. The monitor is also usable for on-line programs other than that for measurements.

Allocation of the core areas for each data-acquisition and the recording method of respective data are first described. The flow chart of an on-line program for TOF-PHA two-dimensional measurements is then sketched, including the procedures of sorted-data display and spectrum stabilization.

目 次

1. ま え が き.....	1
2. LINAC — TOF 実験装置系とUSC — 3 コア・エリヤの配分.....	3
3. オン・ライン・モニター.....	8
4. TOF 実験用オン・ライン・プログラムの仕様検討.....	24
5. あ と が き.....	32

1. ま え が き

新しい高出力 LINAC の建設¹⁾ に伴って、LINAC をパルス中性子源とする中性子飛行時間法 (neutron time-of-flight) による測定装置も、以前より多く数ヶ処に設置された。これらの測定装置は、おのおの長さ (飛行距離, flight-path length) の異つた中性子飛行管を含んでいる。中性子断面積測定も、更に細く、中性子全断面積、中性子散乱断面積、中性子捕獲断面積、中性子核分裂断面積等々の測定に分けられ、それらの目的に最も適した検出器が用意されている。また中性子捕獲の際に放射されるガンマ線スペクトルを調べる実験も計画されている。この測定では、飛行時間 (flight time) と、パルス波高 (pulse height) の2つのパラメータからなる2次元データとして取得するのが有利である。

LINAC を運転してパルス中性子を発生させれば、別個に設置された装置で、同時にデータ収集が可能であり、また LINAC の利用効率の点からも是非そのような独立・同時測定を行うべきであると考えられる。上記した同時測定の可能な条件は、個々の測定が要求する中性子のパルス幅、繰返し周期などが一致すること、測定されるデータを蓄積する分析器の容量 (数も含めて) が確保されることである。この後者の条件に対処するため、当研究室では新 LINAC 建設の一部として、実験データ同時処理装置 USC-3 システムを導入した。これは計算機ベースの大型分析器システムと見なすことが出来るものである。

計算機ベースの分析器システムは、単一機能の分析器 (いわゆる、ハード・マルチと呼ばれているアナライザ) の数台からなる分析器システムに比較して、ずつと融通性 (flexibility) をもっていて、利用範囲が広い。分析器としての利用においても、記憶エリアの大きさ (チャンネル数) が任意に選べること、測定装置と連動させて種々の測定モードが設定出来ることなどがその一例であろう。さらに取得された測定データの解析・処理に当つては、このシステムの中央部はもともと計算機であるので、同じ入出力系を通して処理することが出来る。一般に、データ処理に当つて、同じ様式 (フォーマット) の入出力部をもつような別個のシステムは、

(こゝでは、例えばデータを取得するための分析器と、そのデータを処理するための計算機の2つのシステムを挙げる事が出来る) 殆んどないといつてよい。したがつて、このような場合どうしても、フォーマット変換の手続きを経なければならない。この変換手続きは概して厄介なものであると云える。同一システムの便利さは、このような所にも現われてくる。

しかしながら、計算機のこのような融通性・拡張な利用可能性を充分に発揮するには、それらの目的に適した多くのプログラムを用意しなければならない。すなわち、ソフト・ウェアの整備である。ハード・マルチでは、このようなソフト・ウェアを必要としないのが、特徴であるとも云える。測定で得られたデータを、オフ・ライン的に処理したり、格納したりするプログラムの一部については報告してあるが^{2,3,4)}、こゝで問題となるプログラムは、上記のものと、やゝ異つてオン・ライン的なプログラムである。つまり、独立した複数の測定を同時に制御し、遂行するためのプログラムである。したがつて、ジョブ (Job) の流れが、オフ・ラインのように1筋ではなく、優先度に従つて飛び飛びになつて進行することになる。この際次々に実行されるジョブは、割込み入力形で開始の指令が与えられる。また優先度の低いジョブ実行中に、この割込み入力がかつて別の優先度の高いジョブが開始される場合、低い優先度の

ジョブは一時中断されるが、決して打ち切られるのではない。つまり優先度の高いジョブが実行が完了すれば、再び中断されていたジョブが実行されなければならない。

以上はオン・ライン・ジョブの特徴である。こゝでは、LINAC をパルス中性子源とする多種 TOF 測定の独立・同時実行用のプログラム作成を念頭において、前記したオン・ラインの条件を満すモニターを中心に検討する。

2. LINAC-TOF 実験装置系と USC-3 コア・エリアの配分

“まえがき”でも、簡単に述べたように、こゝでは主として複数個の飛行時間法による測定を同時に、しかも独立に遂行させるための USC-3 のソフト・ウェアと、計算機と測定装置間のインターフェースを対象に検討することにする。更に定義の範囲を拡張してもよいが、当面の目標としては、測定用のものに限つても一般性は失なわれない。

USC-3 システム導入時に提供された いわゆる “東芝オン・ライン・プログラム”¹⁾ そのまゝでは、現在我々が目指す仕事の遂行は出来ない。それは USC-インターフェース機能の拡張改造によつて、飛行時間測定モードにおいて、多くの独立する測定が可能になつたからである。したがつて、新規に多種 TOF 独立同時測定を遂行させるプログラムを開発する必要が生じた訳である。しかし、詳細なプログラム上の諸問題の検討に先立つて LINAC-TOF 実験の状況について考察しておく必要がある。第 1 図に LINAC-TOF 実験の概略図を示す。この図は、全てを網羅している訳ではないが、図から直ちに判るように、数種類の実験が行なわれている。

TOF (飛行時間法) による中性子断面積測定については、文献 1) にも述べられているので、こゝでは簡単に概要を述べることにする。LINAC で加速されたパルス化された電子ビームが、中性子発生用ターゲット (T_n :target) を照撃すると、殆んど等方的に中性子が発生する。パルスの発生した中性子は、それぞれの飛行管内を進行して、検出器の置かれている場所に到達する。この間に要する時間、すなわち中性子の飛行時間は、飛行する距離と中性子のエネルギーによつて決る。したがつて、中性子のエネルギー分析が、時間の分析に変換されるわけである。今もし、中性子の飛行通路に、測定対象となる物質を置けば、その物質 (厳密には核種) に特有なエネルギーの中性子に対して共鳴吸収や共鳴散乱が起つて、そのエネルギーを持つ中性子数の割合が減少する。広いエネルギー範囲で、そのような中性子束を検出して時間分析器に掛ければ、共鳴点のところは、時間スペクトルにおいて谷 (下向きのピーク) になつて現われる。この原理に基く方法で、全断面積の測定が出来る。この場合、検出器としては、中性子検出器 (D_n :detector) を用い、飛行通路内に測定対象サンプル (Sample) を挿入する測定配位になる。また多くの測定においては、測定の系統的な誤差を防ぐために、サンプル有り-無し of 交番的測定シーケンスの方法が一般に用いられている。そのためサンプル交換器 (S. C. = Sample Changer) が用いられ、厚さの異つたサンプルや、バックグラウンド測定用の別のサンプルなどが交番的に測定される。第 1 図において、この全断面積測定部は上部に示されている。図の下部の測定装置系は、それぞれ中性子捕獲断面積測定装置系、散乱断面積測定系および捕獲ガンマ線スペクトル測定系である。これらの測定系においては、その目的に適つた検出器が用いられ、測定配位も様々である。一つのまとまつた測定装置系としては、当然検出器からの信号を増巾したり、パルス波高や、立ち上り時間で選別したり、同時計数をさせたりするエレクトロニクス系と、最終的に信号を分析・記録する分析器が必要である。こゝで示した測定系は、常に固定したものではなく、サンプルや、エレクトロニクスを含めた検出器部を置き換えることによつて、例えば中性子核分裂断面積の測定や、上記した測定を組み合せた複合的な測定系を再構成することができる。そのような測定装置系については、文献 1) に述べられ

ている。したがって、ここで挙げたものは、次の議論のための一例として示したものである。

飛行管の長さは、測定における分解能と中性子強度に関係するので、実験の目的によつて適当な長さのものを選択することになるが、LINAC を中心にして、全体的な立場で複数のTOF測定系を見ると、どれとどれが同時測定の条件を満たすかは決つて来る。もし、LINACの或る運転状況下で、上記のような条件が満たされるとすれば、分析器さえあれば2つ以上の測定が同時に、かつ独立に行なえるわけである。このような訳で、それぞれの測定に必要な分析器の確保が重要になつてくる。ハード・マルチ的な分析器を用いる場合には、大体1つの測定に対して1台の分析器が必要である。しかしながら、前述したように2次元のないしは複数サンプルの交差的測定においては、普通の分析器では効率的にそれを行うことは困難である。したがって、計算機ベースの分析器システムが必要になり、USC-3システムを導入したわけである。

次に具体的な問題になる点は、個々の分析器に対応させて、USC-3の記憶エリアをどのように利用し、また測定データの記録をどのように行うのが良いかと云うようなデータ収録に関する事柄である。そこで、今仮に2つのTOFシングル(1次元)測定と、1つの2次元測定(3つの独立した実験を想定する。3つの独立測定の想定は、USC-3システムの現在の記憶エリアの大きさ(16K語)にも関係しているが、同時に前にも述べた中性子ビームの条件、TOF-ADC(飛行時間ディジタルライザ)の現有台数とUSC-インターフェースの能力から見て妥当なものである。また2つのTOFシングル測定を3つに増すことは極く容易であるから、先程の設定は一般性を保っている。以上の事柄を考慮して、データの記憶エリア、プログラムのエリアと、データ記録方式を第2図に示すように取つてみる。現在のUSC-3は、2ページ^{註1)}のコアを持つているので、全体で16K語利用できる。ADCとの関係で、TOFシングル測定用エリアとして、1ページの8Kチャンネルと0ページの後半の4Kチャンネルを割当てることとする。もし、ADCの都合が付き、かつ、4Kチャンネルでも良いときは、1ページの8Kチャンネルを、更に2分割してもよい。2次元データの収集には、事象記録方式(Event Recording Method)が用いられるので、512語×2のバッファ・エリアのみが必要で、一杯になつた事象記録データは、その都度磁気テープに記録・転送される。もし、上記した3つの独立同時測定を遂行・制御するプログラムのサイズが4K語(10進法で2048語)以内に納められれば、丁度2048チャンネル分余ることになる。このエリアを、2次元データのsorted spectrum エリアの一部として利用するのが良いと考えられる。ここで、sorted spectrum とは、event recording方式で蓄えられたデータを処理して得られる普通の一次元スペクトルである。この際、TOF またはPHA のいずれをgate (sorting base) にするかの2通りのsort の仕方がある。事象記録データから、直接一次元的なスペクトルを想像することは全く不可能である。したがって、sort の機能を附加しない場合の測定では、盲運転に等しく、モニター(監視)の意味と、次に述べるPHA スペクトルの安定化のための2つの事由から、この2Kチャンネル分をsorted spectrum 用のエリアに割り振ることとする。

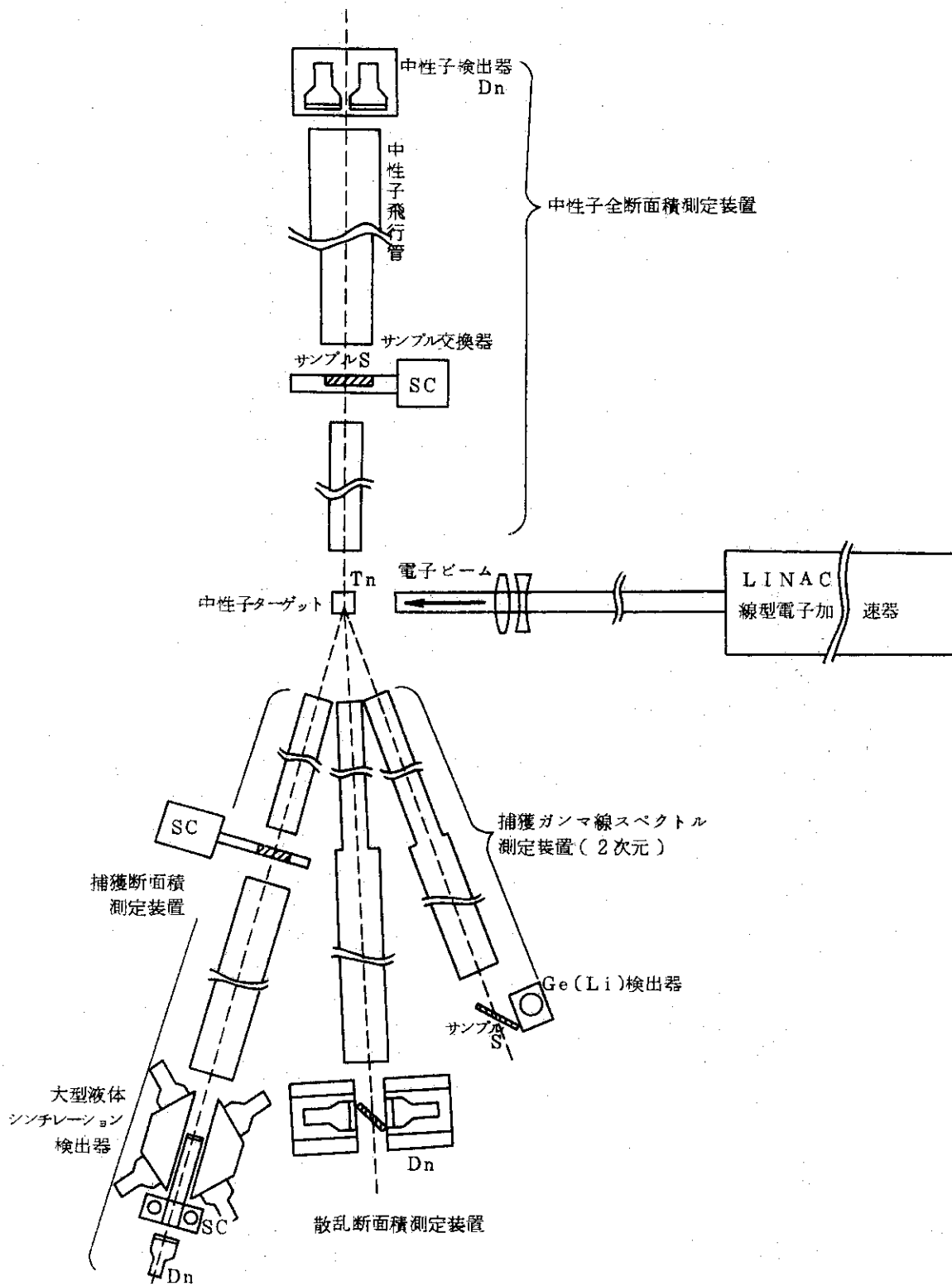
註1) USC-3 システムにおいて、1コア・ページとは、基本命令で直接アドレス指定出来る範囲の、オクタ(/をつけて表わす) /20,000語 (=10進8,192語)である。

これで16 K語全部が利用されることになる。

TOF-PHA 2次元測定では、パラメータが1つ増加するので、長い時間が必要になる。このため測定系のドリフトが顕著になつて来る。このドリフト（不安定さ）はTOF分析回路よりPHA分析回路系の方において顕しく現われ、切角の高分解能ガンマ線スペクトルを劣化させてしまう。これを防ぐために、スペクトル安定化を同時に行なわせようと云うのが、主な目的であるが、そのためには、こゝで議論の対象になるソフト・ウェアのみでなく、PHA-ADC と関係するハード・ウェアも必要になつて来る。

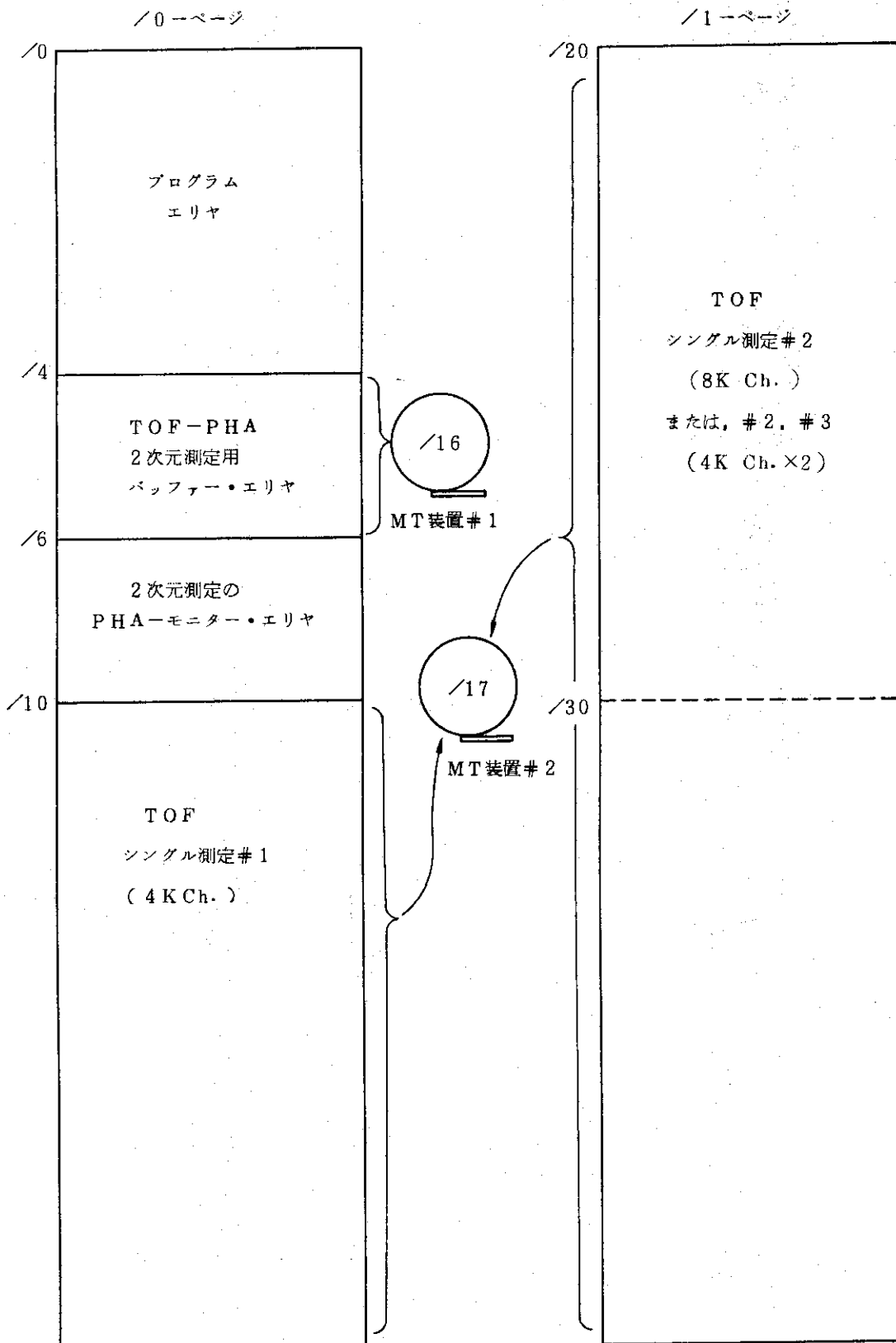
2次元データの磁気テープへの一時記録方式は、最初から採用されて来ているが、一次元TOF(シングル)測定データの磁気テープへの一時記録方式を採用した方がよい。なぜならば、前述したようにTOF シングル測定においても、数種のサンプルの交番測定を行つていて、それらを同時に全部を記憶しようとする、使用チャンネル数 $N \times$ サンプルの数 n となり、仮に $N = 4 \text{ K channel}$, $n = 3$ としても、これだけで、コア・エリア1ページ半を用いなければならぬからである。これでは複数個の同時測定は不可能になつてしまう。別案として、ドラム利用が考えられるが、これには適当なバツハア・エリアが必要になり、全コア・エリアを用いる場合は、これも不能である。したがつて、各測定の各モード（1つの測定は数モードからなるものとする。すなわち上記したサンプル交換を採用した交番測定のうち、1つのサンプルによる測定部分をモードと称することにする）毎に蓄積されたデータを磁気テープに一時記録させておいて、全測定が終了した時、同じモードごとにまとめて（Sum up して）、全測定時間にわたるそのモードのデータを得るような方式を採用することにする。この方式は、一見不便そうに見えるが、別の見方をすれば次のような利点を有している。すなわち、或るモードにおいて、測定装置系の一部に不調が生じて、その時のデータに信頼性がなくなつたとき、そのデータのみを削除出来る点である。もし、このような方式でなく同一エリアに、1つのモードを全てsum-up するような方式の場合においては、1モード測定の一時的記録データがないので、長時間測定データそのものの信頼度が薄れてしまう恐れがあるからである。また磁気テープへの一時記録方式を採用すれば、交番測定における交換するサンプル数、すなわち1つの測定が含み得るモード数の制限が無くなつてしまう。以上のような理由で、TOF シングル測定の各モード毎のデータを、別の磁気テープに記録することにする。現在USC-3システムには、2台の磁気テープ装置が含まれているので、上記の要求は満される。

以上で、測定データの記憶エリアの配分と記録方式の検討は終了した。次の問題は、このような測定を実行させるプログラムを如何にするかと云うことであるが、このような複数ケの測定を、同時にしかも独立に遂行させるようなプログラムの作成には、先ずオン・ライン・モニターを整備してから考えた方が、容易になるし、また応用範囲も広くなると考えられるから、次節では、オン・ライン・モニターについて検討することにする。



第1図 LINAC-TOF実験装置系の概略図

この図が全種類の測定を網羅しているわけではなく、代表的なもののみを示している。



第2図 多種TOF独立・同時測定におけるUSC-3コア・エリヤ配分図
 多モードによるシングル測定のため磁気テープ一時記録方式を採用。

3. オン・ライン・モニター

オン・ライン (On line) 用プログラムの作成は、オフ・ライン (Off line) プログラムの作成に較べて、一般にむづかしい。それは、オフ・ライン・プログラムにおいては、プログラム実行の時間的流れが一筋であり、実行開始から終りまで、一つの定められたジョブしか行なわないのに反し、オン・ライン・プログラムでは、割込み (Interruption) がある毎に、そのジョブのプライオリティ (優先度, priority) に従って、今迄実行されているジョブを中断して、割込んで来たジョブの最高優先度の部分のジョブを行い、プライオリティに従って、今後実行すべき数々のジョブの順序を再配列し直す仕事が入るからである。以上述べたように、割込みが入る毎に優先度に従って、実行すべきジョブの順序を再配列し、全体として個々のジョブ実行を制御・管理する機能を持った部分が、オン・ライン・モニターである。したがって、このようなオン・ライン・モニターは、オン・ライン・プログラムの中核機能をもった部分である。プログラミングの技術的観点から、モニターが出来あがれば、その後はプライオリティに従って分類されるオフ・ライン的サブ・プログラムを用意して、このモニターの制御・管理下に配備すれば、オン・ライン・プログラムが出来ることになる。こゝでは、前節までに述べて来たような測定系 (ソフト・ウェア部) の構成を念頭に置きながら、USC-3 用のオン・ライン・モニターについて考察することにする。勿論、このオン・ライン・モニターは、測定用プログラムのみでなく更に広くオン・ライン・データ処理プログラムにも利用出来るはずのものである。

これから具体的にモニターについて検討するわけであるが、まず最初に、3段階のプライオリティがあるものとする。この段階数は以下述べるように、現実問題への適合性と、更にそれ以上の細分化への一般性ももっている。第1プライオリティとして、割込みが掛ると同時に、他の割込みチャンネルをマスク (Mask) して、その間に処理してしまうような最も高い優先度のジョブを対応させる。このジョブ遂行時間は短いもの (~ミリ秒, msec 程度) とする。この部分を、後程の記述用語を統一するために、高速ワーク (Fast Speed Work, F. S. Work) としておく。これに続いて、第2プライオリティのジョブとして、中速ワーク (Medium Speed Work, M. S. Work) を定義する。この中速ワークは、先程の高速ワーク程には緊急度を持たず、したがって、他の割込みチャンネル (Interruption Channel) は、開いているものとする。このワークには、低速の入出力関係の命令を含まない比較的大きいサブ・プログラムなどが属するものとする。オフ・ライン的プログラムから借用する多くのサブ・プログラムなどは、この中速ワークと見なすことにする。最後に最も優先度の低いジョブとして、低速の入出力機器が関係する部分を割り振り、低速ワーク (Slow Speed Work, S. S. Work) と呼ぶことにする。低速ワーク実行中は、勿論割込みチャンネルは開いている。この状態またはその状態にする命令をFIT (Free Interruption) と記す。割込みチャンネルが閉じている状態をMIT (Mask Interruption) と記す。この記法は、USC-3のアセンブラ言語、つまりTIAPにおけるものと同じである。測定用プログラムでは、測定状態のロギング (Logging) などのタイプ出力は、この低速ワークに分類することになる。

割込み発生から1つのジョブが始まるわけであるが、上記したように1つのジョブは、3段階のプライオリティを附与された3つのWorksからなっているものとして来た。今多くのジョブ

があつて、そのジョブ実行がそのジョブと対応した割込みと云う形式で開始される場合を考えてみる。Workの優先度と、実行の時間的順序の関係は、図に表わすと理解しやすい。第3図(a)に、1つのJOB-A (=F. S. Work A_f + M. S. Work A_m + S. S. Work A_s)の割込み入力 ($A_{int.}$)があつた時からのWorks 実行のタイム・チャートを示す。この図では、JOB-Aのみが割込んで、JOB-Aに属する3つのWorks (A_f , A_m , A_s)が完了しても、他のJOBからの割込みのない場合の例である。これに対して、第3図(b)では、JOB-Aの中速ワーク A_m の途中で、JOB-Bが割込んで来た場合を示している。この場合JOB-Aに属する中速ワーク A_m は途中で中断され、直ちに、JOB-Bの高速ワーク B_f が実行され、それが終了し次第、 A_m の残りの部分 A_m が引続いて行なわれる。 A_m 全部が終了した後は、プライオリティの定義に従つて、 A_s Workではなく、 B_m Workが実行されることになる。 A_s Workは、 B_m の終了後行なわれることになる。このような各ワーク間の実行時間の関係は、1つのルール上を速る特急、急行および普通列車の運行に対比させることが出来よう。第3図(c)は、割込みが1時期に集中した場合のタイム・チャートである。これらの図で最低線位は、プログラムの走っている場所がモニター内にあることを示している。

以上の議論は一般論として通用するが、具体的にUSC-3のハード・ウェアで規定される条件を考慮して、オン・ライン・モニターのフロー（流れ）について検討する。このように3段階のプライオリティをつけるとなると、レベル（水準）の異つた割込みチャンネルが必要になる。また各々の水準の割込みには、複数個のチャンネルが必要である。現在、USC-3の割込みレベルには、4段階ある。第1水準割込みは、1秒おきのクロック割込み、第2水準割込みは、タイプライターからのkey-in割込みである。第3水準割込みは予備用に割当てられている。以上の3割込み入力は各1チャンネルしか持っていないので、多くの割込み入力に対しては、そのまゝでは利用出来ない。第4レベル割込みは、32チャンネルあつて、そのうち21チャンネルは、既に利用されていて、高速の電圧入力形式のものは4チャンネルしか残っていない。^{註2)}しかし、独立測定系の数が3ないし4種類位るときは、1種類につき1チャンネルを割り当て、細部はデジタル入力と組み合わせれば十分なチャンネル数を確保することが出来る。デジタル入力1チャンネルは、8ビットで構成されているので最大256通りまでの組合せ個数をとることができる。この点についての詳細は後程検討することにする。

以上のような理由で、第4水準の数チャンネルの割込みのみを利用することにする。しかし、同じ水準の割込みチャンネル間では、時間的に早く入つた割込みから処理されることになるからこゝで直ちにプライオリティ選別は不可能である。したがつて、このプライオリティ選別機能は、ソフト的に持たせることにする。このプライオリティ分類規準は、先程述べた高速、中速および低速ワークに対応させることであるから、割込みによつて開始するジョブを適当に各Workに分解することから着手すればよい。

第3図からも判るように、割込み入力があるまでプログラムは、割込み自由(FIT)の状態モニター中の或る個処をグルグル走っている。この際、中速または低速ワークが残っているか否から調査を行い、残っているのならば、当然そのワークを実行しなければならない。この

註2) 接点入力形式のものもある。しかし、これらは作動速度が遅い。

ように見て来ると、第4図のようなフロー (flow, 流れ) が得られる。この図には未だ記入されていないが、全てのワーク (F. S., M. S., S. S. Work) が完了した時には、こゝに戻ることが暗黙のうちに前提されている。第3図のタイム・チャートにも、この状態を示してある。この部分を実行制御部 (Execution Control part, ECP) と呼ぶことにする。

一方、割込み入力の方は、第4レベルの場合、 \nearrow 4番地に、割込み時点での実行番地+1番地を書き込んで \nearrow 5番地に移るように働く。これは、TIAPにおける命令JPL XYZ と酷似している。これは、USC-3において、ハード的に規定されているところのものである⁵⁾。この部分のフローとしては、第5図に示すものが考えられる。この部分を割込み入力部 (Interruption Input part, IIP) と呼ぶことにする。

次の問題は、割込入力部 (IIP) で、割込みチャンネルに従つて、飛び先が決定されるが、このステップを経て、実際に分岐が行なわれているからを、どのように処理するかと云うことである。こゝまで進捗してくると、オン・ライン・モニター的性格の外に、オフ・ライン的な高速ワークが入り込んで来る。第6図に示すように、同じこの割込みで与えられるジョブに属する中速および低速ワークをモニター内に設けた仕事登録エリア (Work register arer) に登録して、次に1つの独立した高速ワークを遂行して、実行制御部 (ECP) の戻り点に戻るようにすればよいだろう。高速ワーク実行中は、割込みチャンネルに対してマスク (MIT) の状態でよいと決めておいた。高速ワークの1部はモニターとして働き、残りが本来のワークとして働くと考えればよい。中速、低速ワークの登録の様式としては、それらが始まる先頭番地がよいだろう。Work name を採用するのも一案ではあるが、A型変換が介在して処理時間が長くなり、かつ登録エリアが大きくなるだけで利点はない。

高速ワークが終了して実行の流れ (Execution flow) は再びECPに戻る。こゝで、中速低速ワークは、それらの登録エリアに登録されているので、実行の流れ (Execution flow, EF) は、先ず中速ワークの先頭番地に飛ぶ訳であるが、多くの中速および低速ワークがあるから、それらを一括して、中速、低速ワーク分配部 (M. S., S. S. Work Distribution part, WDP) を設けて処理するのが便利であろう。これらの配分部の最初に、割込み自由 (FIT) の命令を入れておいて、他チャンネル割込み入力受付状態にしておく。分配部で分配される中速、低速ワークの各サブ・プログラムは全くオン・ライン的性格を持つ必要はなく、今迄に開発され、作製されたオフ・ライン・プログラム中の或るユニット (サブ・プログラムなど) を借用すればよいことになる。中速、低速ワーク分配部 (WDP) は、勿論オン・ライン・モニターの一部である。

以上述べた実行の流れは、中、低速ワークが最初から始められる場合であつたが、それらのワークが途中で中断された時は、割込み入力部に、中断された番地と、その時のCPU-パラメータが一時保存されているので、それらを復帰して、中断された次の番地に飛ぶようにすればよいわけである。

このようにして、1水準多チャンネル割込入力に対する多段階プライオリティを有するオン・ライン・モニター部の概念設計が終了した。こゝでは、3段階の優先度を想定して来たが、これを更に4ないし5段階に拡張するのは容易である。それには、1) 第4図の実行制御部 (ECP) 内の登録された中速、低速ワークを検出して分岐する部分の段数を更に増すこと、2) 第5図の

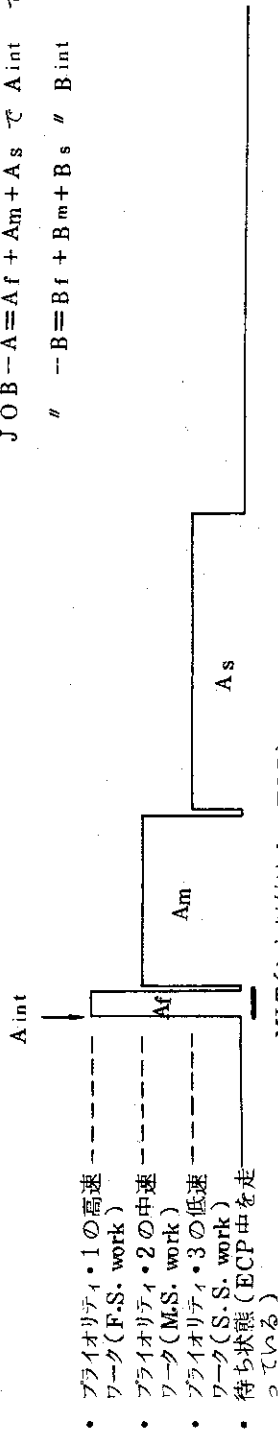
割込み入力部 (IIP) で、割込み発生点が何処のワークにあつたかを識別し、その番地と、その時のCPU-パラメータの待避させるが、その待避場所を増設すること、3) オン・ライン・モニター部に含まれる高速ワーク内で、同一ジョブに属する低次ワークの登録部の拡張を行うことと4) 各速度に対応した分配部を増せばよいことが直に判る。また或るジョブでは、高速、中速ワークが不要で、低速ワークのみを行なわせたいこともあるだろう。そのような場合は、低速ワークの登録のみを行えばよい。実際のプログラミングのときは、無効命令 (Dummy Instruction) や、NOP (ブランク) で置き換えておけば後程追加するのに便利である。

上記したようなモニターの具体的なプログラミングと、実際の試験が次の課題となる。テスト用としては、なるべく明確な中速ワークや、低速ワークを選ぶのがよい。高速ワークは速すぎて判りにくいので、テスト用とし省いてもよいだろう。このときは、高速ワーク部は独立した仕事をもたず、モニターとしての中速と低速ワークの登録だけを行なうだけのものとしておく。中速ワークとしては、デジタル表示器^{註3)}を駆動させる仕事で代表させる。また低速ワークとしては、タイプライタで印字出力させる仕事を受けもたすことにする。割込みのシミュレーション (Simulation) は、割込みパネル^{註3)}上の押釦スイッチを利用することにする。今4つの割込みまでが受け付けられ、割込み"1"に対して(これにはスイッチ#1を対応させる。これはJOB = 1に相当する)、中速ワークとして、デジタル表示器6桁を全てにわたつて数字"1"を表示させ、また低速ワークとしては、タイプライターに ABC ABC ABC と打たせることにす。割込み"2"に対しては、表示器の6桁全てに"2"を表示させ、タイプライターには、def def def と打たせることにする。割込み"3"および"4"に対しても、それぞれ上記事項を対応させたワークを与えておく。表示器用サブルーチンや、タイプ印字用サブルーチンは、オフ・ライン用のものをそのまま利用することにして、中速ワーク・プログラム・エリアを/2000 ~ /2777番地に、また低速ワーク・プログラム・エリアを/3000 ~ /3777番地に選ぶことにした。このエリアの配分は、割込み入力部での中断ワークの識別を実行番地で行なわせるためのもので、フラッグ等を用いての識別より簡単で語数が減らせられる利点がある。また、前節の第2図で示したUSC-3コア・エリア配分と一致させて、独立同時測定システム構成にすぐ利用出来るようにしたためである。このような仕様を与えて作製したオン・ライン・モニターのテスト・プログラムのCore Dump List が第1表から、第4表までに示されている途中欠除している部分は、全てNOPで、このテストでは不要な部分である。しかし、測定システムをプログラムするときには、これらの部分にもプログラムされる。プログラム・スタートは、/200番地である。これは/1~/13番地までは、Index register と割込み入力番地に利用されていて、この部分の使用が出来ないためである。プログラムの流れと、試験状況を簡単に説明すると次の通りである。/200番地スタートで、流れは割込み受け状態 (FIT) になる。そこで、今割込み"2"のスイッチを押すと、表示器は、6桁全て数字"2"を表示する(これに約1秒かかる)。続いて、タイプライターに def def と印字される。もし、印字出力の途中で、割込みスイッチ"4"を押せば、印字が一

註3) このデジタル数値表示器は、註4)の割込み操作パネルにある。表示器は、低速デジタル出力によつて駆動される。このパネルには、割込入力用のスイッチが8ヶ設けられている。

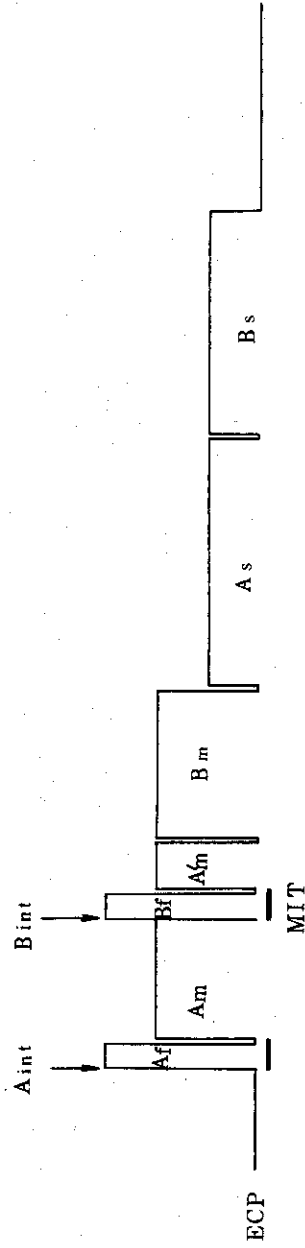
時中断されて、表示器には“4”が現われる。6桁分全てが“4”になつてから、先程中断された印字出力の残りの分“def……”を出力し、キャリジ・リターンしてから、引続き“jkl jkl jkl……”を印字して行く。またもし表示器が“4”に変わりつゝある時に、素早く割込みスイッチ“3”を押したとすれば、“4”に変つて行く過程が一瞬止り（この時間は短かくて、よくは判らない）、続いて残りの分が“4”に変わる。6桁全てが“4”になると、今度は引続いて表示器は“3”に変わる。これが終了してから、先程のタイプ印字の残り“def……”を出力し、それが終つてから割込み“4”に属する低速ワークの“jkl jkl”の印字を行い、一番最後に割込み“3”に対応する“GHI GHI”を打ち始める。全てが終了すれば再び割込み待ちの状態に戻る。タイプ出力中の割込みは低速ワーク実行中の割込みに、また表示器の表示数変化途中の割込みは中速ワーク実行中の割込みに対応している。これらの動作の流れは、第3図に示したタイム・チャートで表わしたものと全く同じであり、この種のオン・ライン・モニターとしての機能をはたすことが確められた。

JOB-A = Af + Am + As で Aint で開始
 " -B = Bf + Bm + Bs " Bint "

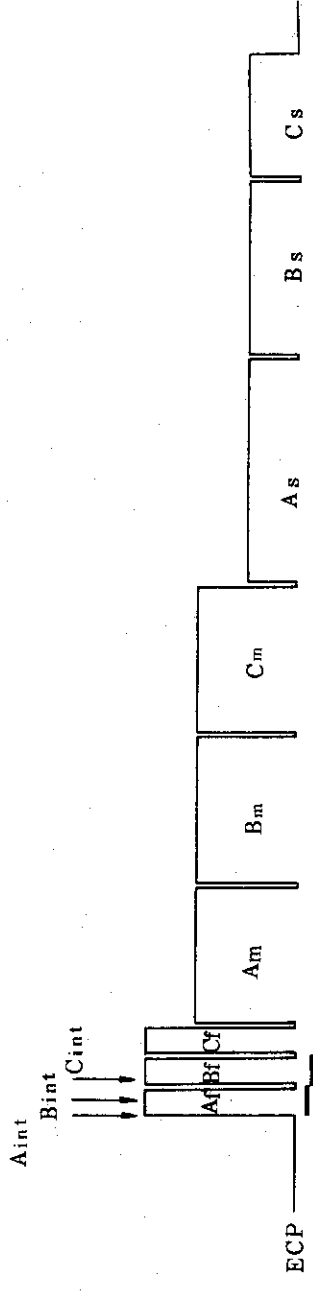


MIT(これ以外は全てFIT)

(a)



(b)



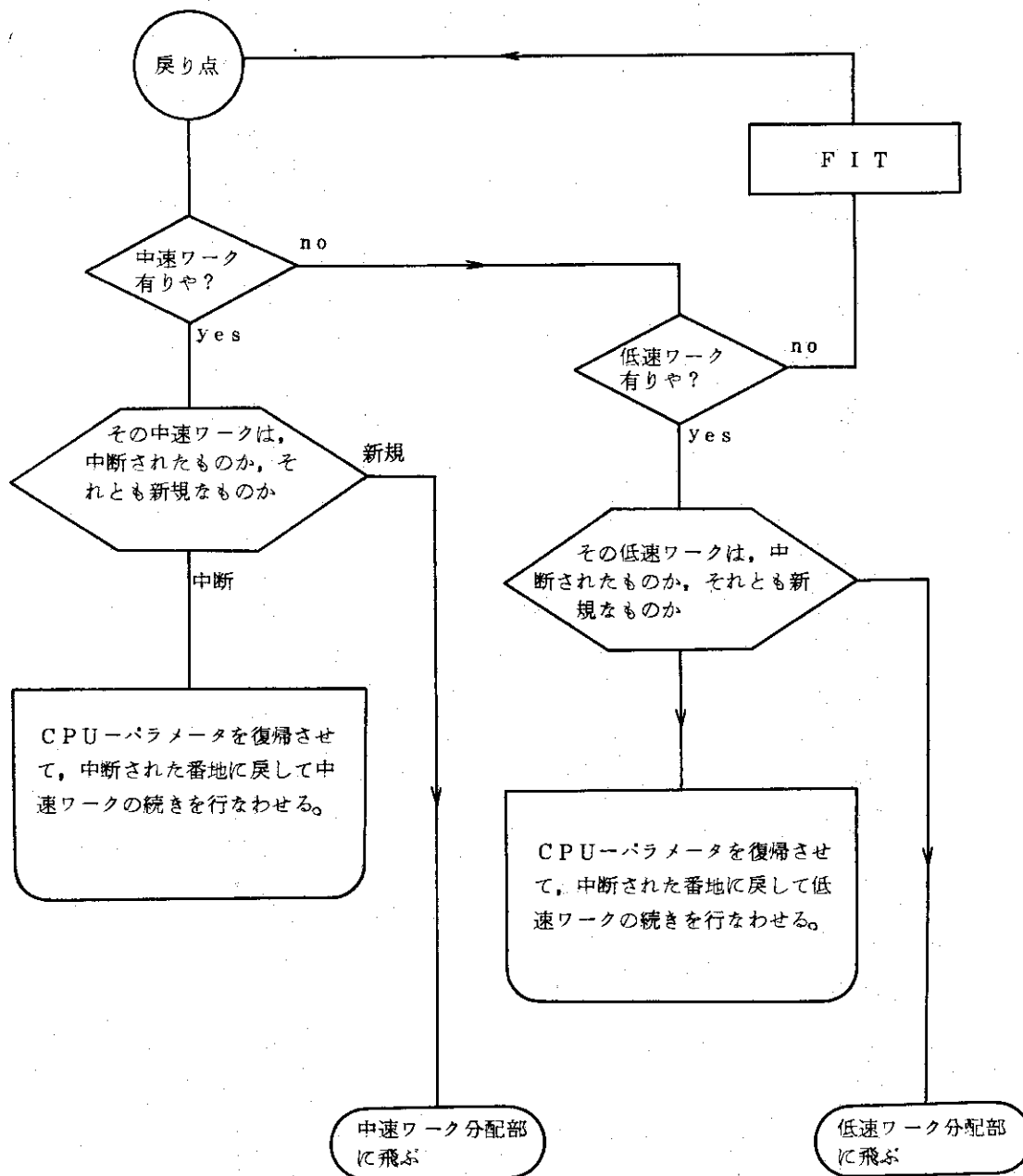
(c)

第3図 3段階のプライオリティを持つJOB実行のタイム・チャート

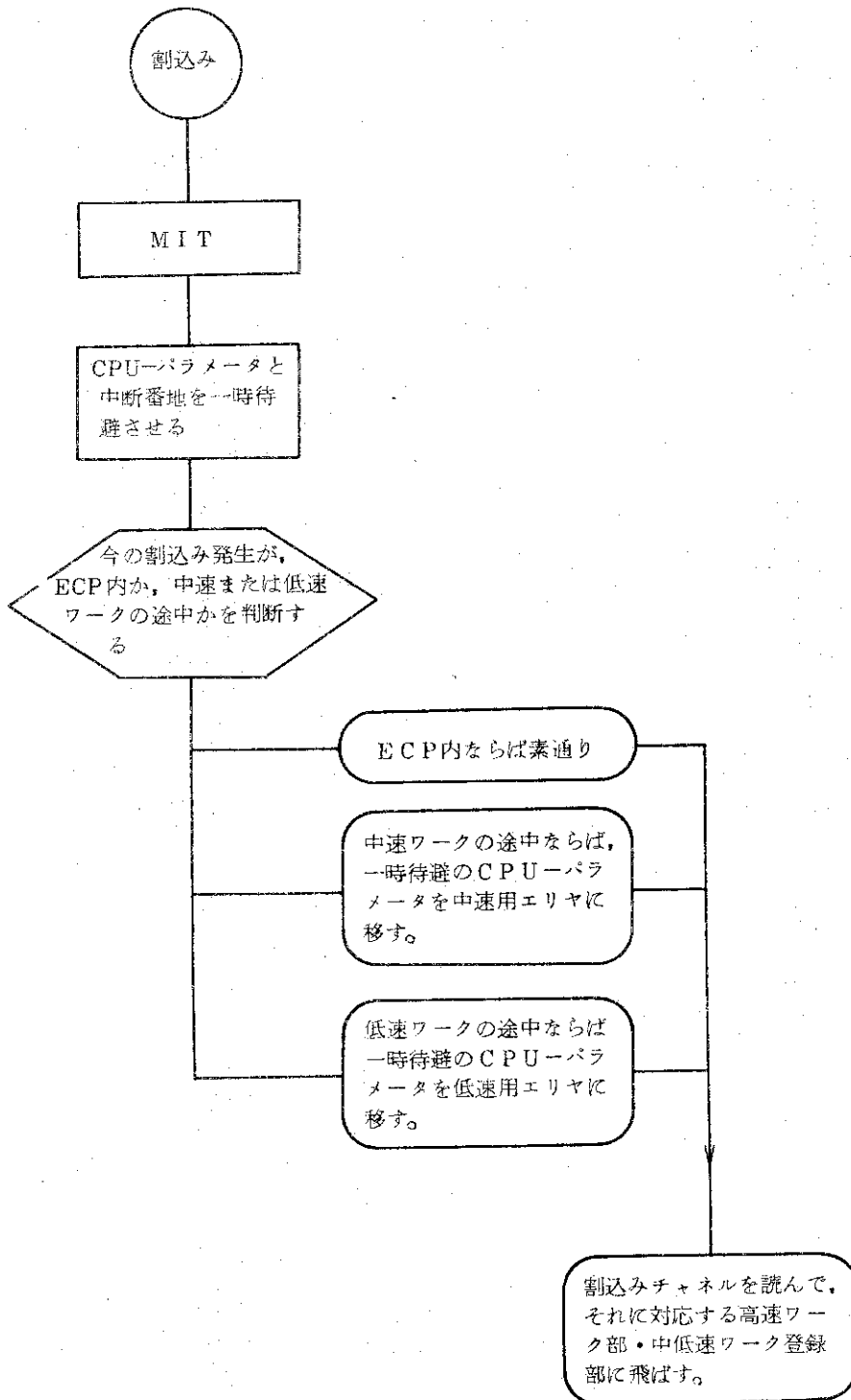
1つのJOBは、高・中・低速ワークからなっている。(a); 1つのJOB-Aのみが実行される。

(b); JOB-Aの中速ワークAm実行中に、別のJOB-Bが割込んで来たときのもの。

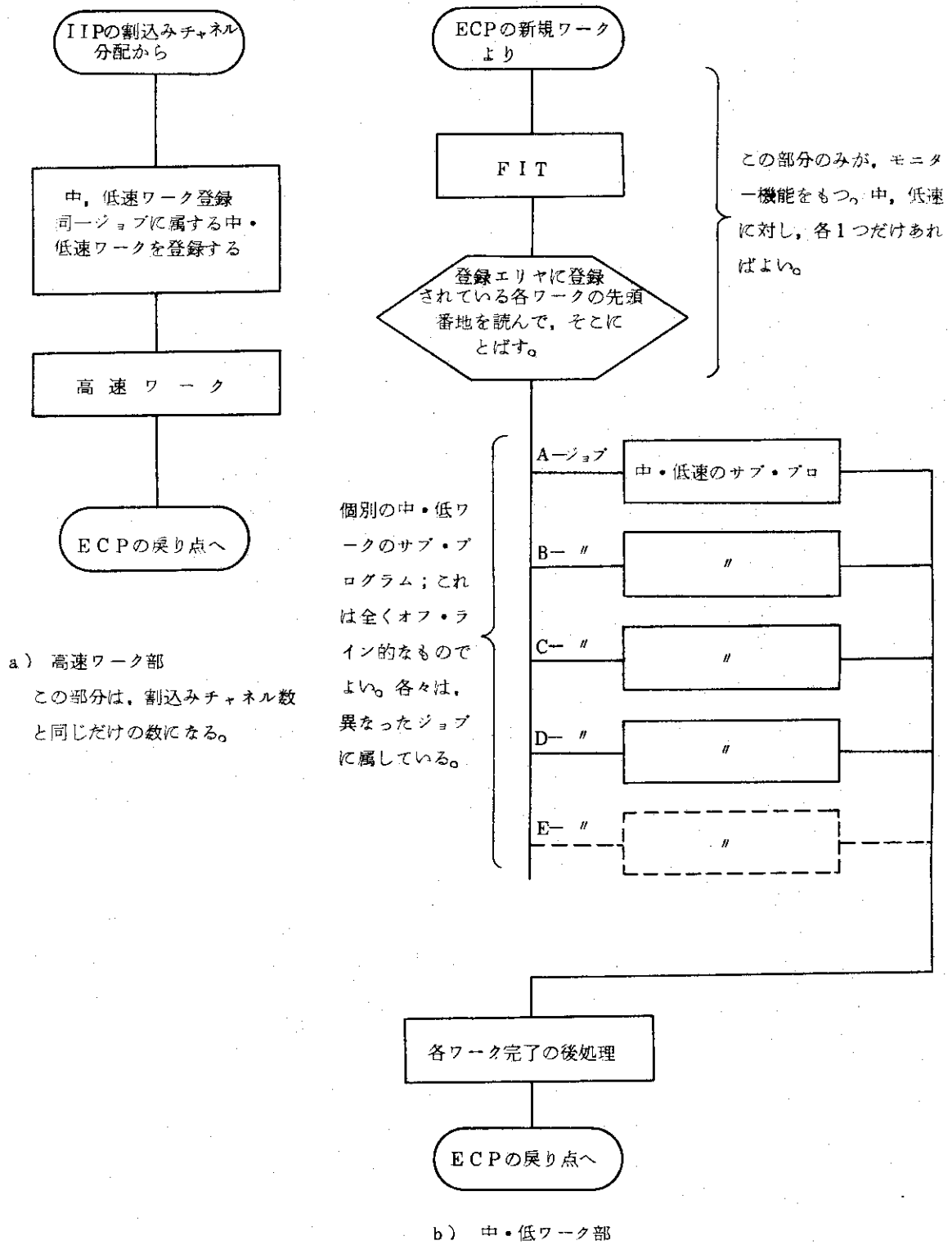
(c); 近接して3つのJOB-A, -B, -Cの割込みがあったときのもの。



第4図 オン・ライン・モニターの実行制御部 (ECP) の流れ図



第5図 オン・ライン・モニターの割り込み入力部 (IIP) の流れ図



第6図 a ; 各ワーク登録部 (WRP)・高速ワーク部 (FSWP) と、 b ; 低位ワーク分配部 (WDP) の流れ図

第1表 試験用オン・ライン・モニター・モニタのCORE DUMP LIST
その1 割入力部 (IIP) および実行制御部 (ECP)

*** CORE DUMPP***		FROM	TO	3777
1	0220000	60	TUC	152.K
2	1	61	LUA	143
3	0	62	TJC	154.K
4	0	63	LUA	144
5	3737	64	TUC	156.K
6	UJP	65	LUA	145
7	UJP	66	TUC	160.K
		67	UJP	70.J
8	6.M			
9	0	70	UJP	1000
10	10.M	71	UJP	1020
11	0	72	UJP	1040
12	UJP	73	UJP	1060
13	12.M	74	UJP	220
14	0	75	UJP	220
15	0	76	UJP	220
16	0	77	UJP	220
17	0200217	MIT		
18	0	100	UJP	220
19	TUC	101	UJP	220
20	STA	102	UJP	220
21	LUA	103	UJP	220
22	TUC	104	UJP	220
23	LUA	105	UJP	220
24	TUC	106	UJP	220
25	LUA	107	UJP	220
26	TUC	110	UJP	220
27	LUA	111	UJP	220
28	TUC	112	UJP	220
29	LUA	113	UJP	220
30	TUC	114	UJP	220
31	LUA	115	UJP	220
32	CMP	116	UJP	220
33	UJP	117	UJP	220
34	UJP	120	UJP	220
35	CMP	121	UJP	220
36	UJP	122	UJP	220
37	UJP	123	UJP	220
38	UJP	124	UJP	220
39	LUA	125	UJP	220
40	TUC	126	UJP	220
41	LUA	127	UJP	220
42	UJP	130	UJP	220
43	CMP	131	UJP	220
44	UJP	132	UJP	220
45	UJP	133	UJP	220
46	LUA	134	UJP	220
47	TUC	135	UJP	220
48	LUA	141	UJP	220
49	TUC	150.K	UJP	220
50	LUA	142	UJP	220
51	TUC	137	UJP	220
52	TUC	2		
53	LUA	140		
54	TUC	146.K		
55	LUA	141		
56	TUC	150.K		
57	LUA	142		

Addr	Operation	Count	Notes
140	0 UA	0	CPU-パラメータと中断
141	100 ACC	1	アドレスの1時経過エラー
142	1 J	0	
143	0 K	0	
144	1 U	0	
145	3737	1	Addr
146	0 UA	0	中、低速ワークの中断時の
147	11 UA	0	CPU-パラメータと中断アドレス
150	100 ACC	0	の格納エラー
151	1 J	1	
152	3 J	0	
153	0 K	0	
154	0 K	0	
155	0 K	0	
156	1 L	1	
157	10 L	0	
160	3737	0	Addr
161	2003	0	
162	0	0	
163	0	0	
164	0	0	
165	0	0	
166	0	0	
167	0	0	
170	0	0	ワーク前フラグ
171	7	7	途中フラグ
172	7	7	ワーク
173	0	0	実行数
174	3777773	0	低速ワーク前フラグ
175	0	0	途中フラグ
176	7	7	低速ワーク実行数
177	2	2	実行数
200	0	0	START
201	0200217	0	MIT
202	0320417	0	MIT
203	0264024	0	MIT
204	TUC	170	
205	TUC	171	
206	TUC	172	
207	TUC	173	
210	TUC	174	
211	TUC	175	
212	TUC	176	
213	TUC	177	
214	0	0	
215	0	0	
216	0	0	
217	0	0	

割込みアドレス記
アドレスであるので、このアドレスのみを用いている。他は、全てECPに送るようになっている。

CPU-パラメータと、中断アドレスの1時経過

割込みアドレスの読み取り

中低速ワークの中断の判断とそれに対応するフラグを立てる。

中低速ワーク中断時のCPU-パラメータと中断アドレスの個別格納

実行制管理 < ECP >

220	0	300	0	0	360	0
221	LAC 170	301	0	0	361	0
222	0210000	302	0200110	FIT	362	0
223	0	303	UJP 220	0	363	0
224	UJP 250	304	0	0	364	0
225	LAC 171	305	0	0	365	0
226	0210000	306	0	0	366	0
227	0	307	0	0	367	0
230	UJP 2000	310	0	0	370	0
231	0	311	0	0	371	0
232	LUA 153	312	0	0	372	0
233	TUC 1	313	0	0	373	0
234	LUA 155	314	0	0	374	0
235	TUC 2	315	0	0	375	0
236	LUA 157	316	0	0	376	0
237	TUC 3	317	0	0	377	0
240	LUA 161	320	0	0	400	0
241	TUC 245	321	0	0	401	0
242	LUA 147	322	0	0	402	0
243	LAC 151	323	0	0	403	0
244	UJP 245.M	324	0	0	404	0
245	2003	325	0	0	405	0
246	0	326	0	0	406	0
247	0	327	0	0	407	0
250	LAC 174	330	0	0	410	0
251	0210000	331	0	0	411	0
252	0	332	0	0	412	0
253	UJP 300	333	0	0	413	0
254	LAC 175	334	0	0	414	0
255	0210000	335	0	0	415	0
256	0	336	0	0	416	0
257	UJP 3000	337	0	0	417	0
260	LUA 152	340	0	0	420	0
261	TUC 1	341	0	0	421	0
262	LUA 154	342	0	0	422	0
263	TUC 2	343	0	0	423	0
264	LUA 156	344	0	0	424	0
265	TUC 3	345	0	0	425	0
266	LUA 160	346	0	0	426	0
267	TUC 273	347	0	0	427	0
270	LUA 146	350	0	0	430	0
271	LAC 150	351	0	0	431	0
272	UJP 273.M	352	0	0	432	0
273	3737	353	0	0	433	0
274	0	354	0	0	434	0
275	0	355	0	0	435	0
276	0	356	0	0	436	0
277	0	357	0	0	437	0

第2表 オン・ライン・モニターのCORE DUMP LIST
 その2 低位ワーク登録部 (WRP)・そのエリアと、
 高速ワーク部 (F SWP)

低位ワーク登録エリア	2070	520	0	600	0
440	2070	520	0	600	0
441	2120	521	0	601	1
442	2150	522	0	602	2
443	2120	523	0	603	3
444	2070	524	0	604	4
445	2040	525	0	605	5
446	2150	526	0	606	6
447	2120	527	0	607	7
450	2150	530	0	610	10
451	2040	531	0	611	11
452	2070	532	0	612	12
453	2040	533	0	613	13
454	2040	534	0	614	14
455	2040	535	0	615	15
456	2040	536	0	616	16
457	2040	537	0	617	17
460	3100	540	0	620	20
461	3140	541	0	621	0
462	3200	542	0	622	0
463	3140	543	0	623	0
464	3100	544	0	624	0
465	3040	545	0	625	0
466	3200	546	0	626	0
467	3140	547	0	627	0
470	3200	550	0	630	0
471	3040	551	0	631	0
472	3100	552	0	632	0
473	3040	553	0	633	0
474	3040	554	0	634	0
475	3040	555	0	635	0
476	3040	556	0	636	0
477	3040	557	0	637	0
500	0	560	0	640	0
501	0	561	0	641	0
502	0	562	0	642	0
503	0	563	0	643	0
504	0	564	0	644	0
505	0	565	0	645	0
506	0	566	0	646	0
507	0	567	0	647	0
510	0	570	0	650	0
511	0	571	0	651	0
512	0	572	0	652	0
513	0	573	0	653	0
514	0	574	0	654	0
515	0	575	0	655	0
516	0	576	0	656	0
517	0	577	3777777	657	0

中速ワーク登録エリア
 各々の中速ワークの左隣番地で
 代表し、このエリアは、その
 ワークに用いれる。
 中速ワークの番地は、/areaより
 大なり、/3000より小さいもの
 と定めてある。

低速ワーク登録エリア
 低速ワーク・エリアは、/3000~
 /3777 と定めてある。

第3表 オン・ライン・モニター・モーターのCORE DUMP LIST
 その3 中速ワーク分配部 (MS-WDP) と、中速ワーク部 (MS WP)

No.	Code	中速ワーク"1" = A ₁		中速ワーク"3" = C _m	
		2040	2010	2120	2010
1760	0	LAC 2050	LAC 2130	2121	2130
1761	0	STA 2771	STA 2771	2122	2130
1762	0	STA 2770	STA 2770	2123	2130
1763	0	0	0	2124	0
1764	0	JPL 2720	JPL 2720	2125	0
1765	0	0	0	2126	0
1766	0	UJP 2040,M	UJP 2120,M	2127	0
1767	0	0	0	2130	0030303
1770	0	10101 表示数 = "1"	0030303 表示数 = "3"	2131	0
1771	0	0	0	2132	0
1772	0	0	0	2133	0
1773	0	0	0	2134	0
1774	0	0	0	2135	0
1775	0	0	0	2136	0
1776	0	0	0	2137	0
1777	0	0	0	2140	0
2000	0	0	0	2141	0
2001	0200110 FIT	0	0	2142	0
2002	LUA 173	0	0	2143	0
2003	TUC 3	0	0	2144	0
2004	0	0	0	2145	0
2005	LUA 440,L	0	0	2146	0
2006	TUC 2020	0	0	2147	0
2007	JPL 2020,M 個々の中速ワークは JPL	0	0	2150	0
2010	ICR 173	2070	2010	2151	2010
2011	LAC 173	LAC 2100	LAC 2160	2152	LAC 2160
2012	AND 617	STA 2771	STA 2771	2153	STA 2771
2013	STA 173	STA 2770	STA 2770	2154	STA 2770
2014	ICR 170	0	0	2155	0
2015	ICR 171	JPL 2720 <DIG>	JPL 2720 <DIG>	2156	JPL 2720 <DIG>
2016	0	0	0	2157	0
2017	UJP 220 → ECPへ送3	UJP 2070,M	UJP 2150,M	2160	0040404
2020	2150	0020202 表示数 = "2"	0040404 表示数 = "4"	2161	0
2021	0	0	0	2162	0
2022	0	0	0	2163	0
2023	0	0	0	2164	0
2024	0	0	0	2165	0
2025	0	0	0	2166	0
2026	0	0	0	2167	0
2027	0	0	0	2170	0
2030	0	0	0	2171	0
2031	0	0	0	2172	0
2032	0	0	0	2173	0
2033	0	0	0	2174	0
2034	0	0	0	2175	0
2035	0	0	0	2176	0
2036	0	0	0	2177	0
2037	0	0	0		

第4表 オン・ライン・モニター・モニターのCORE DUMP LIST
 その4 中速ワーク用サブ・ルーチンと低速ワーク (SSW)
 その分配部 (SS - WDP)

		SUPERVITIME <DIG>		低速ワーク分配部	
2640	0	2156	03040006	3000	0
2641	0	LUA 2761	03440000	3001	0200110
2642	0	TUC 2730		LUA 177	FIIT
2643	0	0264024		TUC 3	
2644	0	TUC 2757		3003	
2645	0	LFC 2771		3004	
2646	0	STA 2760		LUA 460.L	
2647	0	LAC 2760		TUC 3020	
				JPL 3020.M	個々の低速ワークに JPL
2650	0	2730	03040006	3010	177
2651	0	2731	03440000	LAC 177	
2652	0	2732	UJP 2731	AND 617	
2653	0	2733	0241006	3012	
2654	0	2734	STA 2760	3013	
2655	0	2735	ICR 2730	3014	
2656	0	2736	LAC 2730	3015	
2657	0	2737	CMP 2762	3016	
				UJP 220	ECPIに送る
2660	0	2740	0	3020	3200
2661	0	2741	UJP 2743	3021	
2662	0	2742	UJP 2727	3022	
2663	0	2743	LAC 2757	3023	
2664	0	2744	0210000	3024	
2665	0	2745	UJP 2753	3025	
2666	0	2746	LAC 2730	3026	
2667	0	2747	CMP 2763	3027	
2670	0	2750	0	3030	
2671	0	2751	UJP 2720.M	3031	
2672	0	2752	UJP 2727	3032	
2673	0	2753	LAC 2770	3033	
2674	0	2754	STA 2760	3034	
2675	0	2755	ICR 2757	3035	
2676	0	2756	UJP 2727	3036	
2677	0	2757	1	3037	
					低速ワーク" = A5
2700	0	2760	0	3040	3010
2701	0	2761	0304000	3041	<DWA> このサルーチンにフイ
2702	0	2762	0304003	3042	3050
2703	0	2763	0304006	3043	<TCR> は、時 2,3 参照
2704	0	2764	0	3044	0
2705	0	2765	0	3045	0
2706	0	2766	0	3046	0
2707	0	2767	0	3047	0
					<DWA> は、A型で、917出力のサルーチン ルーチン。<TCR>はサルーチン。917
2710	0	2770	0040404	3050	74
2711	0	2771	0040404	3051	0616263
2712	0	2772	0	3052	0
2713	0	2773	0	3053	0616263
2714	0	2774	0	3054	0
2715	0	2775	0	3055	0616263
2716	0	2776	0	3056	0
2717	0	2777	0	3057	0616263
					917出力の用文字デー 大文字 ABC...ABC...ABC... と917出力させる。

値連ワ→ '3' = C5

3140	SOD	3010	0	3220	0
3141	JPL	3742	0414243	3221	0414243
3142	JPL	3150	0	3222	0
3143	JPL	3730	0414243	3223	0414243
3144		0	0	3224	0
3145		0	0414243	3225	0
3146		0	0	3226	0
3147	UJP	3140.M	0414243	3227	0
3150		74	0	3230	0
3151		0677071	0414243	3231	0414243
3152		0	0	3232	0
3153		0677071	0414243	3233	0414243
3154		0	0	3234	0
3155		0677071	0414243	3235	0414243
3156		0	77	3236	77
3157		0677071	0	3237	0
3160		0	0	3240	0
3161		0677071	0	3241	0
3162		0	0	3242	0
3163		0677071	0	3243	0
3164		0	0	3244	0
3165		0677071	0	3245	0
3166		0	0	3246	0
3167		0677071	0	3247	0
3170		0	0	3250	0
3171		0677071	0	3251	0
3172		0	0	3252	0
3173		0677071	0	3253	0
3174		0	0	3254	0
3175		0677071	0	3255	0
3176		7277	0	3256	0
3177		0	0	3257	0
3200		3010	0	3260	0
3201	JPL	3742	0	3261	0
3202		3210	0	3262	0
3203	JPL	3730	0	3263	0
3204		0	0	3264	0
3205		0	0	3265	0
3206		0	0	3266	0
3207	UJP	3200.M	0	3267	0
3210		0	0	3270	0
3211		0414243	0	3271	0
3212		0	0	3272	0
3213		0414243	0	3273	0
3214		0	0	3274	0
3215		0414243	0	3275	0
3216		0	0	3276	0
3217		0414243	0	3277	0

値連ワ→ '2' = B8

3060		0	0
3061		0616263	0
3062		0	0
3063		0616263	0
3064		0	0
3065		0616263	0
3066		0	0
3067		0616263	0
3070		0	0
3071		0616263	0
3072		0	0
3073		0616263	0
3074		0	0
3075		0616263	0
3076		7277	0
3077		0	0
3100		3010	0
3101	JPL	3742	0
3102		3110	0
3103	JPL	3730	0
3104		0	0
3105		0	0
3106		0	0
3107	UJP	3100.M	0
3110		0	0
3111		0646566	0
3112		0	0
3113		0646566	0
3114		0	0
3115		0646566	0
3116		0	0
3117		0646566	0
3120		0	0
3121		0646566	0
3122		0	0
3123		0646566	0
3124		0	0
3125		0646566	0
3126		0	0
3127		0646566	0
3130		0	0
3131		0646566	0
3132		0	0
3133		0646566	0
3134		0	0
3135		0646566	0
3136		7277	0
3137		0	0

値連ワ→ '4' = B8

3200		3010	0
3201	JPL	3742	0
3202		3210	0
3203	JPL	3730	0
3204		0	0
3205		0	0
3206		0	0
3207	UJP	3200.M	0
3210		0	0
3211		0414243	0
3212		0	0
3213		0414243	0
3214		0	0
3215		0414243	0
3216		0	0
3217		0414243	0

4. TOF実験用オン・ライン・プログラムの仕様検討

第2節では、LI NACをパルス中性子源とする複数TOF 同時測定の際の、USC-3のコアの割当てについて検討した。適当な条件下では、3種類位いの同時測定が可能になる。また3節では、このような独立・同時測定を遂行するプログラムの骨格となるオン・ライン・モニターについて検討した。このモニターでは、USC-3の第4レベル割込みのみを用いて、3つの優先度まで許容することが出来るように設計しておいた。さらに、このモニターの正常動作を擬似的な仕事を与えて確認しておいた。

次の仕事は、いよいよ具体的な複数TOF 独立・同時測定用オン・ライン・プログラムの作成であるが、このプログラムは、筆者個人で全部を作成することは出来ない。と云うのは、各測定グループによつて、細部については、測定方式やデータ蓄積方式が異なるからである。したがつて、このような細部については、各測定グループに一任することにする。しかし、全体として同一システムを同時に利用すると云う立場から見ても、相当量の検討事項は残されている。こゝでは、それらについて考察することにする。

プログラム全体としては、次のような事柄を決めておかなければならない。1) 初期準備として、何を用意しておくか、2) 独立した測定の諸パラメータをどのように設定するか、3) 測定の各モードにおける一時データの記録フォーマットをどのようにするか、4) 全ての測定に共通するLI NACの運転状態や、経過時間の取扱いをどのようにするか、5) その他などが挙げられよう。以上は、極く一般的な事柄であるので、詳しく検討するには、或るモデルなり、テスト・ケースを設定するのが良いだろう。幸い既に単独測定の例があるので、それを借用することにする。この例では、第3節に述べたような優先度に対する制御は入っていないけれど、1測定が、いくつかのモードから成っている点で、代表的なケースと考えられる。具体的に云うと、このプログラムは、中性子補獲断面積測定用のもので、測定制御のブロック図を第7図に示す⁶⁾。この測定系では、計3ヶのサンプル交換器を用いている。検出器の方は、主検出器である大型液体蛍光γ線検出器と、中性子ビームのスペクトル測定用に⁶Li-ガラス中性子検出器の2つを用いている。これからの信号は、同じTOF-ADCの入力として、交番的に切換えられて利用されている。さらに、交番測定における1モードの測定時間は、普通の時間ではなく、中性子ビームの一部をモニターして、そのモニター・カウントで決定している。これは、LINACの中性子発生率の比較的短時間の変動を考慮しての処置である。したがつて、これらを適当に組み合わせると、この測定は、6つのモードに分けられる⁶⁾。これは次のよう第5表にまとめられる。

この表に見られるように、サンプル交換器上に取りつけられている3種類のサンプルの、中性子ビーム飛行通路内に有るか、無いか、またどの検出器を用いるかによつて、数多くの組み合わせ($2^4 = 16$ 通り)が出来る。しかし、中には無意味なものや、不要な組み合わせが出来るので、それらを最大限に省いて6通りの組み合わせで済ませている。或る与えられた測定テーマに対して、どの組み合わせを選ぶかは、別途決定するものとして、こゝで問題になるのは、分析器の機能と連動させて、サンプル交換指令や、検出器選択指令を発生し、それを伝達する部分や反対にサンプル交換完了や、検出器切換え完了、モニター・カウントが、設定値になつた時の信

号を割込みの形で USC-3 に知らせる系に関する事項である。上記したような、いわば USC-3 システムと測定附属装置間との接続系（インターフェース）の構成方式の問題である。前の例において、今サンプル A とサンプル B の交換が完了した時発生する信号について考えると、次の測定モードに切替える数は、6 モードの測定では、最少 6 種類の信号が関与している。2 つのサンプル交換器を同時に駆動させて次のモードに移るような場合には、全く同時に交換が完了しないかぎり、2 つの信号が発生する。モニター・カウント系などを含めると、更に増えて割込み信号の数は 10 位になる。これらの各々の割込み入力に対して、第 4 レベルの入力端子を 1 対 1 に対応させるのでは、この測定だけで端子数が不足してしまう。しかし、1 つの測定については、各々割込み信号発生は、時間的に重り合うことは絶対にあり得ないから、すなわちこれらの信号は、互に独立ではないので、これを 1 つの割込み入力と、高速デジタル入力に分割することができる。つまり 1 つの測定には、1 つの割込み入力が与えられて、それ以降の細分は、デジタル入力で行う方式を採用することである。このようにすれば、現在の端子数で充分間に合うし、一方デジタル入力の方も、コード化すれば充分間に合う。1 デジタル入力のビット数は 8 で、今仮にこれを 2 分割して、各測定に 4 ビットずつ割当て、コード化すれば、 $2^4 = 16$ 通りの種類に入力に対応させることが出来る。1 測定 1 割込み入力の規定は、TOF シングル測定の場合で、USC-3 システム導入時から固定しているものは、除外して考えることにする。例えば、事象記録方式による 2 次元または 3 次元データ蓄積時には、2 つの割込み信号が発生する。TOF シングル測定では、割込端子が 1 対 1 に対応させてあるから、利用可能な端子は未だ残ることになる。これらの残りの端子には、全ての測定に共通するものの割込みに用いることにする。例えば、LI NAC の運転状態によるものとか、1 分毎のクロック割込みとかである。1 秒毎の第 1 レベル入力では、このプログラムを書き換える必要があるし、長時間測定では、1 秒毎は、やゝ頻繁すぎるきらいがある。したがって、1 分毎の時間割込み入力をを用いることにして、10 分毎に LI NAC の運転状況や、各測定装置系の状態のログを取るようになる。これはシステム全体に関するもので、各測定別のロギングは、各測定の各モードにおける割込み信号を判断して行えばよい。

上記した事柄は、各測定装置などから、USC-3 への割込み入力に関するものであるが、逆に USC-3 から、これらの装置への指令も発せられる。これは、高速デジタル出力部を介して行うのがよいだろう。デジタル出力 1 チャンネルも 8 ビット単位になつているから先程のデジタル入力の場合と同様に、コード化して利用するのがよいだろう。このように見てくると、1 つの測定に対して、1 つの割込み入力端子と、デジタル入出力の $1/2$ チャンネル程度を与えておくのが、ハードも含めたシステムとしてまとめ易くなる。この分をハード的な encoder と decoder 回路で構成しておけば、各測定装置系に附属するサンプル交換制御回路などとの接続が容易になり、各測定における変更も、他の系への影響なしに行えることになる。このコード回路は、USC-3 の割込み入力、デジタル入出力と、各測定装置の制御回路、例えばサンプル交換制御回路、検出器切換回路などとの間のインターフェースの機能をもつものである。具体的には、このような回路は、NIM-モジュールに組み込むのが便利であろう。計算機と測定装置間のインターフェースとして、CAMAC システム⁷⁾ が取り入れられつつあるが、現段階では普及度もあまり高くない。それに、先程述べた中性子補獲断面積測定系におけるサンプル交換器制御回路など

も既にNIM モジュールに組込んである。これらの回路には、TTL-ICやネオン標示管を多く用いるので、+5V（大容量）と+100Vの電源を、同じくNIM モジュールに組み込み、他のモジュールと同様にピンに挿入して用いている。このようにすれば、互換性もあるし、独立性も保障される。このような利用法は、別の測定装置系⁸⁾にも用いられている。

以上の議論は、ソフトウェアと云うより、サンプル交換器や、検出器切換回路などを制御するハード的なインターフェースに関するものである。次にこのような系が出来ているものとして、測定実行の手順について考察し、出来得れば、流れ図についても検討しておきたい。今測定の数として、TOF - シングル 測定2系統と、TOF - PHA の2次元測定1つを同時、かつ独立に行うものとする。

- 1) この場合、1時記録用磁気テープ装置は2台用いることになる。1台は2つのシングル測定用で、他は2次元測定用である。これらは、どちらに対応させても差支えないが、固定してしまってもよいだろう。TOF - シングル測定が2つあつて、各測定にはいくつかのモードがあるので磁気テープへの1時記録の際、何らかのヘッディングをつけなければならない。このヘッディング・フォーマットを統一しておくことが必要である。この様式については報告2)や、USC - 3磁気テープ・ベース・システム³⁾に用いられているものが便利であろう。
- 2) 3つの測定は、独立であつて、このシステム・プログラム開始後は、いつでも、各々の測定は、開始され得、また停止され得るようにする。
- 3) それに先立つて、このシステムが含む測定の種類、使用するADCの選択、記録コア・エリアの割振りなどを行う必要があるが、この程度のことは、プログラム中で固定しておいてもかまわない。このようにすると、各実験毎に1つのプログラムが対応することになる。こゝで実験とは、LINACの運転を中心にして、その運転条件で測定される複数個の独立・同時測定を指すものとする。このようにすると、次第にプログラムの数が増して来るがこれらの取扱いには報告3)のシステムの利用が便利である。またこの考えは、未確定要素が多く、一般的汎用的な完成した系の構成が一意的に定まらないことにも依つている。したがつて、各プログラム開始直後に、簡単な実験内容をロギング出力させておくのがよいだろう。
- 4) 第3節のオン・ライン・モニターをベースにすれば、全てが第4レベル割込みのみ用いているから、各測定におけるパラメータ指定や、各モード毎の磁気テープへの1時記録データのヘッディング指定などは、入力タイプライターを用いず、割込操作パネル^{註4)}上のデジタル・スイッチを用いるのが便利であろう。この方式では、一時多くのパラメータを指定出来る。一方タイプライター入力では、キー・インするのに時間が掛り過ぎる。このパネルには、またマニュアル割込入力用の押釦スイッチが8ケついているので、各測定の開始・停止や、パラメータ、ヘッディング指定・変更などに用いることにする。この際、複数個の測定があり

註4) 操作者と計算機との間で情報のやりとりを簡便に行うために設けた入出力部である。このパネルにおいて、数値設定用として20チャンネル分のスイッチ・デジタル入力、数値表示器用として(7桁)の低速デジタル出力と押釦スイッチ式の8チャンネルの割込み入力が取扱えるようになっていいる。数値設定は、10進表示のデジタル・スイッチで行なわれる。2桁1ケ、5桁1ケ、7桁4ケの計6ケがあり、一度に、6つのパラメータ指定が出来る。

各測定には数種のモードがあり、それらにはまた別々のパラメータやヘッディングが附随しているので、操作には相当注意を要する。誤った割込みをしないようにしたプログラムにしておく方が望ましい。その具体的1例として、次のようにすることが考えられる。今1つの測定の実行を考えるに、1) まずパラメータ、ヘッディングの指定、2) 測定開始、3) 測定停止、4) パラメータ等の変更か、再測定開始……の順になつているから、1) が終了した状態では、3)の指令は無意味であり、誤りであるような場合、この割込み入力に対しては、エラー表示をすとか、スキップすとかのプログラム上での対策を立て、おいて、誤入力に対する悪影響を出来るだけ少なくするようにする。このような処置は、パラメータや、ヘッディングの設定時についても必要であろう。

次に、1つの測定について、やゝ詳細な点に関して検討してみることにする。TOF - シングル測定の場合は、既に例があるので、TOF - PHA 2次元測定の場合を取り挙げることにする。この測定では、磁気テープへの記録方式は、定まつていて、事象毎に、2つのADCからのチャンネル数出力を、1組として、アドレスのまゝ記録する方式である。したがつて、得られた生データのまゝでは、スペクトルの形は想像も出来ないものであり、後程sortして所要のスペクトルを得なければならない。これは、例えば常にsorted dataとして記憶するには、1000チャンネル×1000チャンネルの場合でも百万チャンネルが必要になつて、実現不可能であるからである。一方、2つのアドレスを1組として、事象毎に記録する場合でも、2400フィートの磁気テープには、約200万エヴェント(事象)記録される。この場合の制限は、ADCのチャンネル数の大きさではなく、事象数である。この方式は、USC - インターフェースのお陰で、コア・エリアとしては、バッファ-としての2ブロック(2000語)のみを用いるだけで済み、片方の1ブロック・エリアが、満杯になる毎に、割込みが発生し、その分を磁気テープに書き込むようにしてやればよい。これだけのプログラムならば極めて簡単である。しかし、第2節で、コア割振りについで述べたように、この2次元測定をTOF - PHAの形にして、検出器として、Ge(Li)検出器を用いる測定系を想定すれば、PHA側の系に対して、スペクトル安定化をほどこななければならないと思われる。スペクトル安定化を行う際、全てをハード的に組み合わせることも出来るが⁹⁾、計算機の長所を利用して、大半の処理を計算機で済ませ、最終的なPHA-ADCへの補正信号を帰還する部分のみを、ハード的に構成することにする。このようにするためには2次元の事象記録データが、各バッファ-ブロックに蓄積され次第、適当なTOFチャンネルをゲートにしてsortしなければならない。つまり、測定が終つてから、オフ・ラインで行うsorting処理の一部を、オン・ライン的に行なわせることである。1つのバッファ-・エリアのみでは、PHA-スペクトルとしては極くカウントが少ない(256事象)ので、このsortは、エリアが満たされる毎に行われなければならない。それと同時に、磁気テープにも記録しておく。このプロセスを附加すれば、第2節で述べたようにPHA-スペクトルのモニターとしても役立つ。

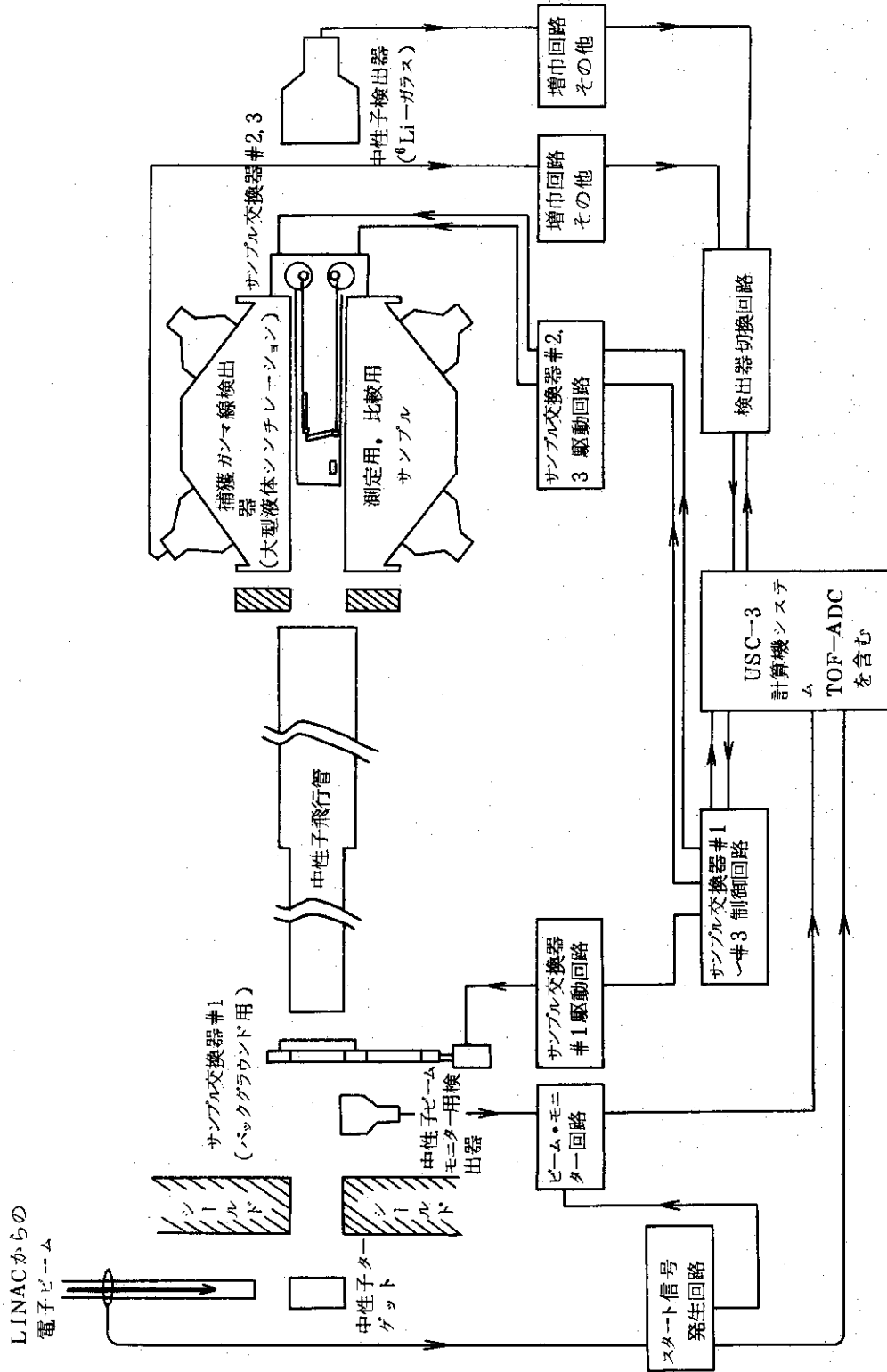
以上の事柄から、TOF - チャンネルをbase gateにして、PHA - スペクトルのモニターと、スペクトル安定化プロセスに必要なパラメータが出て来る。USC - 3コア配分で、sortされたスペクトル・エリアとして残されている分は、1024チャンネル分のみであるから、常にガンマ・スペクトルの全域(全チャンネル)をsortするわけにはいかない。モニターとしても、安定化に必要な基準ピークが含まれる部分の1024チャンネル分だけが表示可能になる。PHA - スペクトル安定化

には、系の gain のみではなく、base line の設定値の補正も必要になるが、今の場合前者のみを考慮することにする。経験によると、後者の影響は、一般に前者よりずつとわずかで、省いても支障ない程度であることが判っている。

パラメータとしては、1) sort する際に必要な TOF-gate の 2 つのチャンネル（これは、中性子エネルギー範囲を指定するもので、ひいては中性子共鳴準位に対応する）、2) sorted PHA-スペクトルのモニター・エリアへの表示する範囲（モニター域が 1 k チャンネルであるから、最初のチャンネルのみで、1 組 2 チャンネルを必ずしも指定する必要はない）。この 2 種類で、モニターとしての sorted γ -線スペクトルは、得られるが、このような方式によるスペクトル安定化のためには、3) 基準として選ぶピークの位置を指定しなければならない。この場合、安定化の方式にも関係するが、指定の仕方として、何通りかがある。安定化には、基準チャンネル点に対して、現在蓄積しつつあるスペクトル中の、対応するピークが高いか、または低い方にずれていることを検出する方式がよく用いられている。ずれの検出には、基準チャンネルの上、下に適当な巾（ウィンドウ）を取り、この 2 つのウィンドウ内に入るカウント数の差を見ていれば、ずれが検出出来る。もし、gain が高くなれば、当然ピークも高いチャンネル域の方にずれて行く。したがって、上のウィンドウ内に入るカウント数が、下のものより増してくる。gain が安定しているときは平均として両者の差は零になる。したがって、上下のウィンドウの指定と、4) ずれの検出の際の統計的変動分の影響を防ぐようにするための値の指定が必要である。2 つのウィンドウ設定には、基準点チャンネルと、ウィンドウ巾の 2 つの値だけでもよい。この場合、上下ウィンドウ巾は等しく取ることに対応する。ずれ検出用の設定値は、計数率にも関係するが、2 つのウィンドウ内に入るカウント数の差が、この値より大きくなつたとき、1 ステップ分の補正信号を発生するようにしておく。1 ステップの帰還信号による PHA-系の gain の変化率はハード的に調整出来る。したがって、安定化のためのパラメータはハードの回路とも複雑に関係してくる。具体的には、予備測定でこれらを決定するのがよいだろう。

今までに検討して来た事柄を中心として、この 2 次元測定の動作の流れをまとめてみると、第 8 図のようになるだろう。この図では、細い部分は、充分尽せていないが、それらは実際プログラムする際に考慮すればよいし、またそれらを含むサブ・プログラムがオフ・ライン的なものであれば、別個に作つて、テストし、転移法²⁾によつて所定の場合にはめ込み、モニターと接続すればよい。

この測定実行の流れは、1) 諸パラメータを設定し、2) 測定を開始する。3) 1 つのバッファ・エリアが満杯になると、その分を磁気テープに書込み（高速ワーク）、4) 与えられたパラメータによつて、sort して、スペクトル・モニター表示 エリアに入れる（中速ワークの 1）。5) sorted γ -スペクトルから、スペクトル安定のための処理をする（中速ワークの 2）。6) 流れは、途中色々に分岐して行くが、a) 他のバッファ・エリアが満杯になり、3) の項目以降と同じことを繰り返すか、b) ストップの割込みが入り、測定が中止される。7) 各割込み毎に必要な事項のタイプ・アウトの仕事があれば、上記項目の実行の合間で行なわれている。



第7図 中性子捕獲断面積測定装置系のブロック図

第5表 中性子補獲断面積測定におけるモード内容表

モード NO.	1	2	3	4	5	6
(記 号)	Sample (SO)	Open (OO)	Reference (RO)	Reference Bkg. (RB)	Open Bkg. (OB)	Sample Bkg. (SB)
バックグラウンド	無	無	無	有	有	有
測 定	有	無	無	無	無	有
比 較	無	無	有	有	無	無
検 出 器	捕獲	Li-6	捕獲	捕獲	Li-6	捕獲

註) サンプル状態の項目において、無とは、中性子ビーム通路中に該当サンプルが挿入されていない(即ち out)状態であり、また有とは、挿入されている(in)状態である。

5. あとがき

USC-3 を複数の分析器として利用するためのプログラムについて検討して来た。このプログラムを作るのには、まずオン・ライン・モニターが必要である。ハード的に規定されている割込み機能の特徴によつて、種々の構成法が可能になる。しかし場合によつては、あまり有効であるとは云えないことがある。例えば、現在のUSC-3には、4レベルの割込みがついていて、優先順位も決つている。ところが実際問題としては既に第1と第2レベル割込みは、内部的に使用されていて、これらを用いることは出来ない。また第3レベルでは、入力端子が1つしかなく、これまでに述べて来たようなシステムの構成には役に立たない。したがつて、第4レベルのみを用いて、いくつかの優先度をもたせるようなオン・ライン・モニターを作らなければならないことになつた。その方式として、第2節で述べたようなものが、考え方としても、また実際モデル的にテストしてみた上でも、良好なものであると思われる。

この報告では、TOF-測定を中心に検討して来たが、このモニターの利用は、上記のような測定のみに限つたことではなく、オン・ライン的に操作する必要のある全ての仕事に利用出来るものと考えられる。オン・ライン・プログラムを分解してみれば、多くのオフ・ライン的なサブ・プログラムと、これらを実行時間順に並び換え、つなぎ合わせるオン・ライン・モニターから成つているから、逆に目的とするオン・ライン・プログラムの作成は、オフ・ライン・サブプログラムのモニターへの接続をどうするかと云う点にしばられる。この点については、こゝで開発されたモニターにおいては、高中低の各ワークは、全くのオフ・ライン・サブ・プログラムであつてよいので、便利な形態になつていると云えよう。

多種TOF 測定の独立・同時遂行プログラムについては、概略の検討で終つている。具体的なプログラミングには、更に詳細な項目についての検討が必要であり、それらは各測定の計画・方式などが固まるのを待たなければならないからである。しかし一時に全ての測定を包含する汎用のプログラムではなく、既に具体化している個々の測定を対象にして、オン・ライン式にコーディングし、実用に供するのが良策と思える。したがつて、第4節で述べた中性子補獲断面積測定とTOF-PHA 2次元測定用のプログラム作成が次の仕事になるであろう。この場合更にもう一つの測定、例えば全断面積測定のことにも念頭においてプログラム・エリアに余裕を残しておくのが望ましい。このようにすれば、実験の実状に合わせて、プログラムの拡張が容易に出来るからである。プログラムの数が増して来る場合の、これらの保管、利用には磁気テープ・ベース・システム³⁾を利用すれば取扱いがずつと便利になる。

以上の事柄を要約すると、こゝで開発したオン・ライン・モニターを骨格として、それに肉付けしてオン・ライン・プログラムを作成する際の要点をまとめてあり、オン・ライン・モニターの重要性を強調して来た。現在のモニターで被い得るエリアは/3777番地までであるが、測定用ではなく別の仕事をさせるために更に広いエリアを必要とする場合は、高中低速の各ワークの範囲を再定義すればよいことになる。また更に優先度分割数を増すことも容易であり、この点については、本文にも詳述しておいた。

"まえがき"でも述べたように、LI NAC をパルス中性子源とするTOF 実験の効率を上げるためには、複数のTOF測定を同時にかつ独立に遂行しなければならない。データ収集装置と

してのUSC-3 計算機システムも上記の要求を満たすように利用しなければならない。そのためのオン・ライン・プログラム作成に関して検討して来たが、全てがソフト・ウェアだけで構成されるのではなく、一部に測定装置とUSC-3との間のインターフェースも含まれる。これについても、簡単に述べておいた。

最終目標とする全測定システムを、一時期に完成させるのでなくとも、それらのうちの或るものについて部分完成させ、実用に供すれば、それだけLI NACとUSC-3の系の利用効率が高まることになる。測定データの量が増して来れば、データ処理のためにUSC-3の利用率も高まるわけである。ただし、現在でも、USC-3の使用時間は満杯に近いので、一見矛盾しているようにも受け取れるが、測定で使用する時間が少なくなるので、必ずしもそうとは云えない。つまり、単位時間当りの利用密度が高まるとでも云った方が適切かも知れない。このような観点から、こゝで述べて来たモニターおよび測定システムの検討が役立つものと思われる。

文 献

- 1) 竹腰秀邦その他 ; JAERI - 1238
- 2) 河原崎雄紀 ; JAERI - M 5435
- 3) 河原崎雄紀 ; JAERI - M 5980
- 4) 河原崎雄紀 ; 日本物理学会 1973年秋の分科会
予稿集 原子核関係 P. 81
- 5) 東芝 取扱マニュアル ; ICD-507 TIAP-507S 解説書
- 6) 水本元治 ; 私信
- 7) 金原節朗 ; 日本原子力学会誌 13 (1971) 635
- 8) Y. Kawarasaki, Nucl. Instr. and Methods 105 (1972) 37
- 9) Y. Kawarasaki and T. Shoji, Nucl. Instr. and Methods 96 (1971) 347