

Proceedings for the Skytop Conference on Computer
Systems in Experimental Nuclear Physics,
CONF-690301, EANDC(U.S.)121u(1969)

更田 豊治郎 (原研)

表記のコンファレンスは1969年3月3日~6日にSkytop Club, Skytop,
Pennsylvania で, USAECとColumbia University との後援によつて開かれ
その Proceedings が発行されたのが1969年10月であり, 筆者がそれを受取つたの
が今年の4月である。Proceedings は全頁646頁の大冊で, 19のinvited papers
と36のcontributed papers からなり,

- 1) Operating Nuclear Physics Systems (9),
- 2) Computer System for Acquisition of High Energy
Physics Data(2),
- 3) Developments in Computer Systems for Experimental
Nuclear Physics (20),
- 4) New Developments in Hardware for Nuclear Data
Acquisition Systems(9),
- 5) New Developments in Software (8),
- 6) Experiment - Experimentalist - Computer Interactions(7),

の6 Sessions に分れている。括弧内はそのセッションの論文数である。

例によつてJNDCニュース編集者中嶋氏からの原稿依頼を引受けてしまつたが; 一切の関係で

セッション5と6の論文には末だ眼を通していないことをおことわりしておいて、表記の Proceedings の紹介をこころみたい。なお個々の引用について reference を明確にするべきではあるが煩雑をさけるために、Proceedings の頁を示す以外は省略した。

Proceedings を読んだ第1印象は、このコンファレンスの前の二つの同様な会議：

- 1) Conference on the Utilization of Multiparameter Analyzers in Nuclear Physics, held at Grossinger, N. Y., November 12-15, 1962, NYO-10595-CU (PNPL)-227,
- 2) Conference on Automatic Acquisition and Reduction of Nuclear Data, held in Karlsruhe, Germany, July 13-16, 1964, EANDC(E)53 "S"

に比較して、実際に運転しているコンピュータ・システムの数が格段と増えており、これまでの会議で述べられていた期待がかなり着実に現実化されていることである。まづ、会議を通じて具体的にどんなシステムが話題になつたかという素朴な興味のために、会議で話題になつた低エネルギー実験関係のシステムの抜粋を下記の表に示した。但し、IBM-360/44 を使つた Yale/IBM Nuclear Data Acquisition System のように表に記入する意味でシステムの構成の記述が明確でないので表から割愛したものもある。

この表に関して少し説明する。そもそも多様なシステムを表で整理すること自体に限界があるうえに、表の項目を思い切り簡単にしたことをことわつておきたい。また、かなり速成の表であるから記入上の注意の密度も表にわたつて一様ではない。メモリー・サイクルタイムにしても $1\mu\text{sec}$ 以下のものから数 μsec のものまでが含まれているが頁のスペース上記入を省略した。実験のオンライン・システムのイメージのためには、波高分析および time-of-flight の ADC, multichannel analyzer, 実験の制御部分など、どんな装置がどの様にインターフェースされているかを示す必要があるが、これも表では省略せざるを得なかつた。インターフェースについては自家製の特殊なもので興味あるものが幾つかあつたとだけ述べておこう。磁気ディスク、磁気ドラム、磁気テープなどの補助あるいは付加記憶装置と表示装置の重要性は強調しておく必要を感じるので表中に欄をもうけた。

表において、計算機名の次の括弧内には主記憶装置の語長と語数を記入した。複数の計算機が書いてある場合は、それらは言うまでもなく一つのシステムにリンクされていることを意味している。補助記憶装置の欄で 4 Mag. Tape とは磁気テープ4台の意である。fast Disc は特に高速性能を強調している磁気ディスク装置、display Disc とは CRT による表示のため専用のディスク、1.5-M Disc とは容量が 1.5×10^6 語(字の場合もあり、その区別が明記していないものもある)のディスク、MB は 10^6 バイトの略である。全体を通してディスクの活用が

目立っている。小さな計算機ではディスクをつけることでFORTRANが使えるようになるというつたようなことばかりではなく、ディスクのような比較的高速の補助記憶の活用によつて、より手のここんだ実時間解析が可能になり、実験者とシステムとの間でもつと広汎且つ意味深い対話が出来るとなる(P. 384)。実験データを貯めるためにもディスクが活用されていることは言うまでもない。

少々話が拡がりかけたが表の略語解を先にすませよう。DEC TapeとはDEC社(PDPシリーズの製作会社)製の小型磁気テープ装置で安価で便利なものである。96K Ext. Coreとは96K語の外部磁気コアで、ANLの最初のもは無用になつた大型計算機のコアを利用したというエピソード付である。表示装置の欄で"ペン"とあるのはlight penのことで、当然CRT with light penとでも書くべきものであり、"2ペン"はCRT with light penが2台、"2CRT, 1ペン"とはCRT表示装置2台の内1台にlight penがついていることを意味している。"キャラクタ"とはCRT表示装置にcharacter generatorがついていることを意味するが、このような記入のないものについてその有無が確かめであるわけではないし、5インチのCRTだけの簡単なものから大きなCRTにfunction keyboardのついたものなどの多様性をこの表では示しようもない。2P. Tapeはpaper tape readerとpunchが各2台(各計算機に1台ずつ)の意であり、Printerはline printer, Card R.はcard reader, Plotterはdigital XY plotter, 単にPunchおよびReaderとあるのは多分紙テープのものであろうが明記してないのでそう記入したものである。備考欄の記入は全く任意性が大きい。

表をみれば表示装置においてlight penが如何によく使われているかが明瞭である。light pen付の簡単なCRT表示装置の米国製のものにはかなり安価なものがあるが、わが国の標準製品ではlight pen付のもので高級高価でないものを筆者は末だ知らない。この辺の事情は、磁気テープ装置にしても前述のDEC Tapeのようなものが国産計算機の標準周辺装置には見当らないことなど共通するところがあるように思われる。わが国でも計算機用の小型カセットテープの開発などが見られるから、この際近い将来に多様な周辺装置が得られるようになることを望んでおきたい。

前記のGrossingerにおける会議の頃は色付の表示がほしいと半分は冗談のように語り合つたものだが、BNLのSigma-7を使うシステムでは、青・緑・赤の三色のCRT表示が実現しており、そのdisplay consoleにはlight penを含む各種の表示モードの選択スイッチなどのデジタルな制御スイッチに加えて、rotation, tumble, zoom, Zamplitudeなどのアナログ制御がついている(P. 210)。

ともかくグラフィック表示なしに実験がうまく運ぶとは考え難い。当初の予想よりもその利用度

と必要性が上まわつたため、表示装置を一段と高級なものにしたといった記述がある (P . 9 5) 。また、表示装置に文字発生装置を加えることによつて一度しか見ない種類の多量の hard copy を減らそうという考えがある (P . 8 1) 。ある計算・解析を考えた場合、計算センターの大型計算機に比べると実験に使つている小型機は一般に格段と遅い (勿論メモリー・サイクルについてではない) けれども、CRT と light pen を使う interactive な解析によつて、結果的には解析の完了を大型機によるよりも早くすることが出来るような場合が少なくない (P . 4) 。これは計算機と人の communication の程度がからむ問題である。実時間表示こそは計算センターの通常サービスでは得られぬものといった表現も出来る (P . 3 0 4) 。

ソフトウェアに関しては、まず FORTRAN の重要性が挙げられる。データ取得 (acquisition) および解析に対する全プログラムが FORTRAN あるいは FORTRAN-like な言語で書けることが望ましい。機械語で書かれたサブルーチンが FORTRAN で呼び出せることが大切である。また、システム・プログラムのもとに完全に仕組まれた運転状態の途中で、新しいパラメータやオペレーションを導入することが可能であるべきである (P . 2 6) 。

IBM-360/44 を中心とするシステム (P . 9 1) で開発されたソフトウェアでは、プログラムにあらかじめ変更に対する用意をしておかなくても、殆んどの executable statements は compilation あるいは assembly をし直す必要なく、プログラムの遂行中でも communications terminal を通して修正することが出来る (P . 9 3) 。このシステムは最初 Yale University の Van de Graaff 加速器の実験に関して開発されたが、システムの構成要素はハードウェア・ソフトウェア共に充分よくモジュール化されているので、装置や使い方がかなり異なる NASA の synchrocyclotron の実験にも同じシステムがわずかな修正を行つただけで用いられている (P . 9 4) その後開発された modular multiprogramming system は、(言葉の列記だけでは大して役には立たないかもしれないが) , dynamic storage allocation, a fully re-entrant supervisor, language and device independence, dynamic priorities, virtual device utilities, extensive intertask communication facilities などといった特徴を含んでいる (P . 9 7)

on-line operation に深入りすればするほど standard commercial software はより非効率的になるという経験が述べられている。インターフェースの水準の所で効果的なソフトウェアの開発が肝要である (P . 8 2) 。よく言われていることではあるが、具体的把握がむつかしいために、プログラミングに要する人力と時間は低く評価しがちである。

今日のコンピュータ・システムの進歩による価格の低下と多様性の増加は、核物理実験や同様の

実験におけるデータ収集と制御の自動化を促進しているが、同時に特定のシステムの現実の選択はますますむつかしくなつてきている。コア・メモリーの大きさと早さ、語長、価格などといったこれまでの多くの選択基準は、プログラムに要する労力、実験および同時計算の要請の複雑性、実験者の介在に対する便宜、入出力および割込みの必要条件などといった要因にくらべて二次的なものとなつてきている（P. 380）。前述の計算機システムの抜粋の表は、つまりは二次的要因の表ということになる。同じ目的に対しても選定者が異なれば同じ装置を選ぶことは少ないだろう（P. 381）。

1台の小型計算機からなるシステムにもう1台の小型機を加えて dual system としても、それによつて実験の展開自体には定性的な大差は起らないかもしれないが、システムの威力は一桁ぐらい強力になるといった表現がみられる（P. 3）。実験データをディスクに貯める方式の場合、ディスク中のデータの updating に時間をくうので、より小型の計算機にディスクの中味の updating を含むデータ取得を受持たせ、リンクしているより大型の計算機をより複雑な仕事に使うことが考えられる（P. 6）。

タイムシェアを行う大きなシステムになるとプログラミングに要する労力が急に増大する。ある実験から入ってくるデータは一般に sorting, totalizing その他の logical operations によつて類別、換算される。此等の logical type programs は、主に jump, load, store, increment, shift などといったものを含み、小型計算機においても大型機と同程度に早く行える。そこで、全ての logical type programs は小型機にまかせ、computational programs をより大きいシステムにまかせるといふシステムをとることが妥当と思われる（P. 392）。

複数の装置や実験がタイムシェアで扱われる場合には、それらの間の cross-talk が起る心配があり、殆んど正しいような結果を与えるような誤りの検出は一般にかなり困難である。複数の装置からのデータがシステムで相互に誤つた影響を起すことを防ぐ直接的方法としては、充分な hardwired buffering をもうけるか、あるいはそれぞれの実験に個別の小型計算機を対応させ、それらをより大きいシステムにまとめあげることが考えられる。このようなシステムではそれぞれの実験屋はそれぞれの小型機の中までは信号あるいはデータが実際にどうなつているかを検出器や弁別器などの実験の他のエレクトロニクス同様に熟知することが可能で、システム屋はその後の面倒をみるといつた分業がやり易くなる（P. 473）。しかし、中型以上の計算機をタイムシェアで複数の実験に使うのと、最近の小型安価な計算機を複数台リンクして使う場合との優劣は一概に言えない問題である。

小型機で同程度に出来るような仕事を大型機にやらせる手はないし、また大型機が手近にある場合に、大型でより容易によりよく行える仕事を小型機に労力をつぎこんでやらせるのも馬鹿げてい

る (P . 3 4) 。今後小型機と大型機とのリンクの問題は増えてくるであろうが、現実には小型システムの磁気テープ装置をもう1台増設することが大型機とのリンクより当分は得策であるといった場合もある (P . 7 6) 。

早さの必要性が本質的でない場合には投資を極小に保ちやすいが、信頼度が優先する場合には redundancy を sin とは考えるべきでない (P . 8 1) 。リニアックのようなパルス運転の加速器の、チャネル数が極めて多く計数率も高い実験のためのシステムでは早さの必要性もかなり本質的である。

実験の機能的な性質がシステムを選定し実施する人によつてよく理解されていなければならないことは言うまでもないが、システムの将頼の限界は一般に予期し難いものである。あるシステムの実験法上の実際の効果については、実験屋にもシステム屋にもそのシステムで経験を得るまでは充分に予期し得ない。その経験の結果一般にシステムの拡張が行われるが、それは必ずしも貧弱な最初のデザインの誤りによるものとは言えない (P . 3 8 3) 。

セッション1の終りに座長の J . Pasta が次のようなコメントをしている。初期には nuclear data acquisition systems には単独の小型計算機が使われ、その後次第に複数の小型機グループが使われるようになってきた。さらに洗練化が進んで、今度は単独の大型計算機を多数の小型機の如くに働かせることが出来ることがわかつて来た。Illinois ではもう一歩進めて、多くの計算機をつなぎ合せて ILLIAC IV という一つの大型計算機 (の如く) にするという仕事をしている。これは network computer の基本であり、ある程度までは computer network とも言えるものである。多分、実験の制御やデータの取得 (acquisition) もまたこの方向をとりつつあるのであろう (P . 1 2 3) 。

近い将来システム・デザインの理論に広汎な寄与をすべき分野として次のようなものが挙げられる。

- 1) システムの dynamic behavior についての定量的情報を詳しく知るため system performance をハードウェア・ソフトウェアのいづれに 関してもモニターすること。もつと効果的に特徴づけられたシステムを、もつと定量的に選べるような情報が得られるべきである (ほしい) 。
- 2) real-time data acquisition and control environment におけるコア、ディスクなどの記憶装置の階層的利用のよりよい方法の開発。
- 3) 計算機で実際にプロセスされるデータの量を減らすためデータをふるいにかけ、あるいは短縮するといった問題により大きな関心をはらうこと。
- 4) 小さなシステムの利用者に対してもつと良い language facilities を開発すること。

などである。(P . 385)。

例えば、ある番地におけるデータの overflow を associative memory の方法で処理することなど、もつと具体的詳細で興味のあることも少なくないが、そろそろ筆を置きたい。同程度の投資額で考えても、使い得る計算機の機種範囲や、I/O装置の多様性、改変の要求に対するメーカーの融通性、そのほか広い意味でのバックグラウンドにおいて米国とは事情が異なるから、参考にしても現実の条件のもとでは容易に取り入れ難いことも少なくはない。以上は筆者のコンピュータについての経験的知識不足もさることながら、コンファレンス・ペーパーにありがちの、要点は書かれていても具体的な記述がなくて難解といった箇所にこだわらない飛ばし読みの結果の紹介である。

計算機システムの抜粋

(CONF-690301 (1969)より)

場 所	実 験	計 算 機	補 助 記 憶	表 示	他 の I/O	備 考
Rutgers-Bell	Tandem	SDS-910(24b, 8K) とSDS-925(24b, 8K)	4Mag. Tape	2ペン	2P. Tape Printer Card R. Plotter	このシステムは目下下記のシステムに移行中, 現在の暫定システム省略
同 上	同 上	Sigma-5(32b, 32K) とSigma-2(16b, 12K)	fast Disc display Disc 2Mag. Tape	4 台	4Teletype Printer Card R.	上記のものから移行, 未完成
Chalk River	Tandem	PDP-1(18b, 24K)	Mag. Tape DEC Tape	2ペン	P. Tape Card P. Typewri. Plotter	
同 上	同 上	PDP-10(36b, 48K)	15-M Disc Mag. Tape DEC Tape	2 台	P. Tape 3Teleprint. Plotter	上記 PDP-1と インターフェースあり, 今年完成
A N L	Tandem	ASI-210 ↑ リンク	96K Ext. Core Mag. Tape	ペン	P. Tape 2Typewri. Printer Card R/P Plotter	CDC-3600 ともリンク, 独立の4096 Ch. Analyzer などもインターフェース,

場 所	実 験	計 算 機	補 助 記 憶	表 示	他 の I / O	備 考
	Dynamitron	AS I - 2100	96K Ext. Core Mag. Tape	ペ ン	2 Typewri. 2 Printer 2 Card R/P Plotter	発展の 3段階目
		AS I - 2100(21b, 8K?)	Mag. Tape	2 ペン	Typewri. Printer Card R/P Plotter	
Texas A & M Univ	Cyclotron	IBM-7094(36b, 32K) と IBM-1401	12 Mag. Tape	ペ ン	Printer Card R/P	払下げ利用, 早い Data Channel や Incrementer を付加
BNL	HFBR 中性子回析 8 と X線回析 1	SDS-920(24b, 12K)	32-K Drum Mag. Tape	ペ ン	2 Teletype Punch Reader	Varian 620 を 通して 16 台までのテレタイ プをつなぐ改良進行中
BNL	HFBR fast & slow choppers	SDS-910(24b, 12K)	3 Mag. Tape	2 CRT 1 ペン	2 Typewri. Reader Punch	

場 所	実 験	計 算 機	補 助 記 憶	表 示	他 の I/O	備 考
ANL	VdG	CDC-160A(12b,8K) 2 台	SK Shared Core 2Mag. Tape	あり	2 P. Tape Typewri. Printer Card R. Plotter	Dual CPU 下記のシステムに移行
同 上	new VdG(?) と critical facilities	SEL-810B(16b,16K) ↑ CPU to CPU SEL-810B(16b,16K) ↓ I/O 通してリンク	1.5M Disk (removable) 1.5M. Disk (removable) 2Mag. Tape	キヤラクタ	Typewri. P. Tape 2P. Tape 3Typewri. Printer Card R/P 2Plotter	上記のシステムより移行 加速器も新しくなり 臨界実験装置ともつながる
		SEL-840MP(24b,16K)	1-M Disk (removable)	キヤラクタ		
Univ. of Rochester	Tandem	PDP-6(36b,32K) と2 satellite PDP-8(12b,4K)	4DEC Tape	2 CRT 1 ペン キヤラクタ	3Teletype Plotter 他のもの不明	IBM式 Mag Tape が無い欠点, 但し拡張計画あり
Univ. of Minnesota	accelerator (サイクロ?)	CDC-3100(24b,16K)	3Mag. Tape	ペ ン	P. Tape Typewri. Printer Card R. Plotter	

場 所	実 験	計 算 機	補助記憶	表示	他のI/O	備 考
BNL	Cyclotron と VdG (2つの Tandem 建設中)	SDS Sigma-7 (32b, 32K)	fast Disc display Disc (3色) 3Mag. Tape	カラー ペン	5 Teletype Card R. Printer	2つの独立な I/O Processors, multiparameter multichannel の 割りふりのインターフェース に特徴
ORNL	Linac	SEL-810B(16b, 8K) とSEL-810B(16b, 16K)	393-K Disk 786-K Disk 2Mag. Tape	2 ペン	2P. Tape 2Typewri. Card R. Pletter	4種の実験とインター フェース, disks 利用に特徴 PDP-4もリンク, 大型とのリンク(未完?)
Karlsruhe	FR 2 reactor	CDC-160A(12b, 8K) とCDC-8090(12b, 8K)	shared 16K Core Drum 2Disc 2Mag. Tape	あり	2P. Tape Typewri.	10個の実験まで
Karlsruhe	Isochronous Cyclotron	CDC-3100(24b, 16K)	Disk 2Mag. Tape	あり	P. Tape	neutron TOF 実験を含む
Yale Univ.	Linac	PDP-7(18b, 8K) とPDP-8(12b, 4K)	32-K Disk Mag. Tape 2DEC Tape	2 ペン	P. Tape 2Teletype	
Rice Univ.	Tandem と CN VdG	IBM-1800(16b, 32K)	3Disk(15M) 2Mag. Tape	あり	Printer Card R/P	

場所	実験	計算機	補助記憶	表示	他のI/O	備考
Duke Univ,	VdG 2台 (30 MeV Cyclotron が運転開始)	DDP-224 (24b,16K)	2Mag. Tape	2ペン	P. Tape Typewri. Printer Card R.	2台目の DDP-224 (8K)が 昨年中にリンク,
National Reactor Testing Station (Idaho)	代表例	PDP-9 (18b, 8K) がSPC-12 (8b, 4K) を通してPDP-8および RIOT terminal (下記)ともリンク	128-K Drum Mag. Tape 2DEC Tape	ペン	P. Tape Teletype Data Phone など	
同上	RIOT terminal の代表例	IBM1130 (16b, 16K) (SPC-12, PDP-9 ともリンク)	Disk 2Mag. Tape	ペン	Printer Card R/P Plotter 40KB Data Set (IBM 360/75とリンク)	数箇所にある RIOT terminals が IBM 360/75 central computer と micro-wave datalink でつながつ ている (ターミナルとター ミナル間最大47マイル)
Columbia Univ.	Nevis Synchro cyclotron neutron TOF (1実験)	EMR 6130 (16b, 24K)	Disk Mag. Tape	ペン	Teletype Printer Card R. Plotter	
ORNL	Isochronous Cyclotron	SEL840A (24b, 16K)	1-M Disc 2Mag. Tape		Typewri. Printer Card R/P	Victoreen 20,000 Channel Analyzer をつないでいるのは威力, IBM360/75 とリンク

場 所	実 験	計 算 機	補 助 記 憶	表 示	他 の I/O	備 考
Michigan State Univ.	Cyclotron	SDS Sigma-7 (32 b, 32K)	1.5-MB Disc Mag. Tape	2CRT 1ペン	2Teletype Printer Card R/P Plotter	6 users 同時は しばしば、3-MB Disc Mag. Tape など追加 の予定
Ohio State Univ	VdG	IBM-1800(18 b, 16K)	0.5-M Disk 2台 (removable)	あり	Typewri. Printer Card R/P Plotter	
Florida State Univ.	Tandem	EMR-6130(16 b, 16K)	1-M Disc Mag. Tape	ペン	P. Tape Teletype Printer Card R	TMC4096 Analyzer など interface
ANL	Pulse Height Analyzerとして	DDP-116(16 b, 4K)				
Gulf General Atomic Inc.	Linac	CDC-1700(16 b, 16K)	1.5-M Disc Mag. Tape	あり	P. Tape Typewri. Card R/P	neutron C.S. measurements, 1度に1実験
Los Alamos Sci. Lab.	Tandem 2台	SDS-930(24 b, 24K)	2Mag. Tape 4¼" Mag. Tape	ペン	P. Tape Typewri. Printer Card R. Plotter	

場 所	実 験	計 算 機	補助記憶	表示	他のI/O	備 考
Harvard Univ.	Electron Accelerator と Cyclotron	PDP-1(18b, 32KW)	5Mag. Tape	ペン	P. Tape Teletype Typewri	最近Sigma-7をつなぐ Sigma-7がmaster
ANL	Emulsion Plate Scanner として	PDP-9(18b, 8K)		あり	P. Tape	broad-range magnetic spectrograph
ANL	Mossbauer 効果実験	SCC-650(12b, 4K)		あり	P. Tape	4実験同時
ANL	中性子回析と X線回析(7台)	IBM-1130(16b, 4K)	0.5M Disk	あり	P. Tape Strip Chart	
Saclay	Cyclotron	PDP-8(12b, 4K) 2台(独立的使用, DECtapeでつながる)	DEC Tape (複数)	2ペン		小~中規模 実験用
Saclay	Cyclotron	C90-10(12b, 16K)	4M Disk	ペン		polarized proton beam 散乱の実験
RPI	Linac	PDP-7(18b, 8K) PDP-9/L(18b, 4K) IBM-1130(16b, 8K) いずれもリンク	3DEC Tape 262-K Disk 512-K Disk		そろつているが このコンファレ ンスでは記述 がない。	IBM-1130が 150マイル離れた CDC-6600と 電話線でリンク