

デジタル形電子計算機HITAC-102-Bについて

On the Digital Computer HITAC-102-B

矢島 修三* 太田 栄一** 伊与部 真一**
 Shūzō Yajima Eiichi Ōta Shin'ichi Iyobe

内 容 梗 概

HITAC-102-B 形デジタル形電子計算機は、すでに実用化されている HITAC-301 形電子計算機および HITAC-102 A 形電子計算機の技術、経験を基礎とし、さらに従来、研究開発に努力してきた高速度コア記憶装置、磁気テープ記憶装置などを加え、汎用計算機として計画された、固定、浮動小数点演算方式、オールトランジスタの電子計算機である。

今回、本機の完成を機会に、HITAC-102-B 形電子計算システムの構成および機能について説明する。

1. 緒 言

HITAC-102-B 形デジタル電子計算機は中形汎用電子計算機として計画され、コアによる高速度記憶装置、磁気テープによる大容量記憶装置を有し、計算能力の増大につとめている。

また、従来の計算機使用経験に基づき、計算機の使用を容易にするために、命令体系そのほか種々のくふうがなされている。

第1図にこのシステムの写真を示す。

おもな特長を列記すると下記のとおりである。

(1) Block-Building 方式の採用

演算装置、磁気テープ接続装置 (core 使用) 磁気テープ記憶装置などおのおの別筐体に収納されているので、目的に応じた適当な計算システムを構成できる。

(2) Check 方式

下記のように十分な Check 機構をもたせ、信頼度を確保している。

(a) 演算装置内では随所で、パリティチェック、バリディティチェックを行っている。

(b) 磁気テープにおいては、縦方向、横方向と二重にチェックを行っている。

(3) 記憶装置の大容量化

(a) 大形磁気ドラムの採用 4,200 語

(b) 高速度コア記憶装置 50 語 (約 6,000 語まで増設可能)

(c) 磁気テープ記憶装置 9 台まで増設可能

(4) 時分割方式の採用

入出力装置、磁気テープ記憶装置関係の命令語では時分割方式を採用しているので、計算時間の短縮が可能である。

(5) 数値語は10進絶対値方式になっている。

(6) プログラムが容易になるように、命令語については特に検討を行い、合理的、かつ、十分な命令語体系を有している (第2表参照)。

(7) プログラム・チェックを容易にするために、命令語ごとのブレイク、ポイント指定、命令語 JSW が設けられている。

(8) シンボリック・コーディング・システム

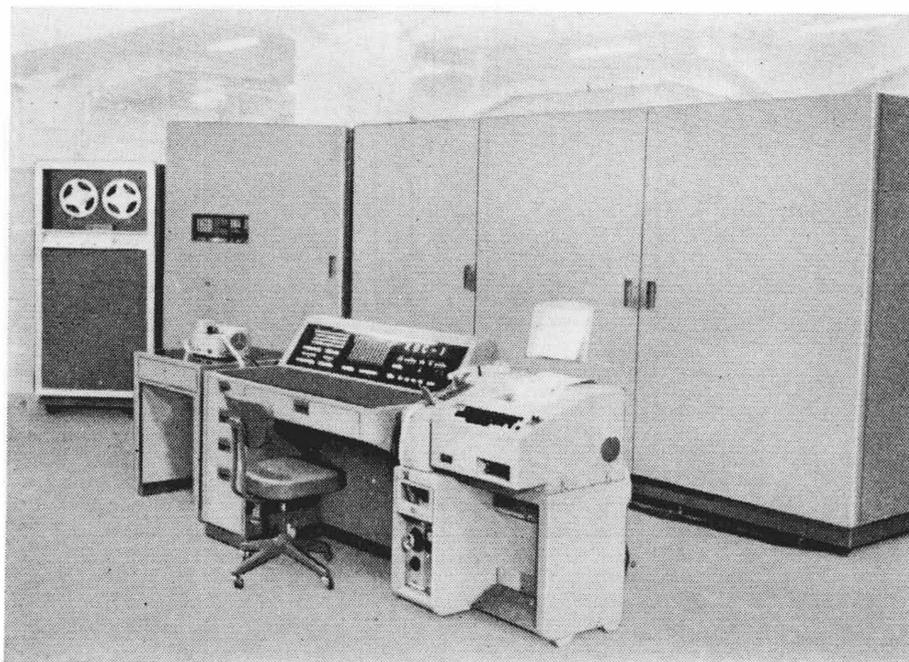
シンボリック・コーディングが準備されつつあり、これの使用により、プログラミングの容易化、プログラミミスの防止が期待できる。

2. 機能と構成

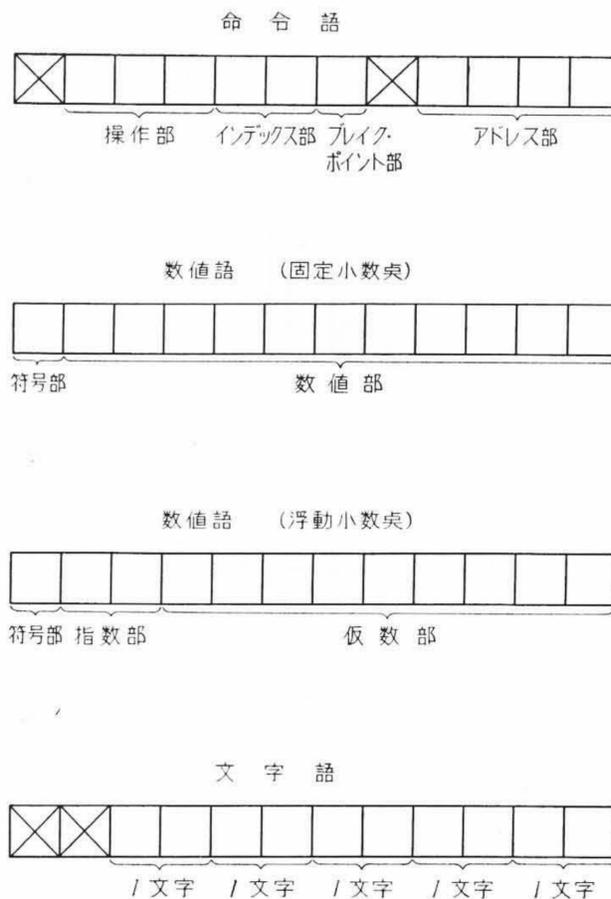
本計算機はプログラム内蔵形のデジタル形計算機で、固定小数

* 京都大学

** 日立製作所戸塚工場



第1図 HITAC-102-B システム



第2図 語の構成

点および浮動小数点の数と文字を扱うことができる。命令語、数値語、文字語はそれぞれ10進法12けたよりなる。これらの構成を第2図に示す。一つの数値語で11けたの固定小数点の数または 10^{-100} から 10^{99} の間の有効数字9けたの浮動小数点の数を表わすことがで

きる。

おもな仕様は次のとおりである。

- 演算速度： 加減算 0.3 ms (固定小数点)
1.2 ms (浮動小数点)
- 乗算 5.1 ms (固定小数点)
5.8 ms (浮動小数点)
- 除算 5.8 ms (固定小数点)
4.9 ms (浮動小数点)

以上はアクセス・タイムを含まず。

- 記憶装置： 磁気ドラム 4,200 語
6,000 rpm
うち 4,000 語
平均待合時間 5 ms
200 語
平均待合時間 1.25 ms

磁気コア： 50 語 (6,000 語まで増設可能)

- 磁気テープ・ユニット： 4 台
- テープ長 約 1,000 m
- テープ幅 1.27 cm
- テープ速度 約 150 cm/s
- 記録密度 64 字/cm
- 起動停止時間 約 5 ms

- 入出力装置： 万能入出力装置 450 字/min
- 光電式テープリーダ 200 字/s
- 8 単位標準紙テープを使用

回路方式： トランジスタとダイオードによる同期制御方式 (230 kc)

命令方式： 1½アドレス方式

本計算機は次の機器よりなる (第1図参照)。

- 計算機本体 (磁気ドラム内蔵) 1 台
- 操作卓 1 台
- 万能入出力装置 1 台
- 光電式テープリーダ 2 台
- 磁気テープ接続装置 (磁気コア内蔵) 1 台
- 磁気テープユニット 4 台
- そのほか付属装置 1 式

これらの機器のうち計算機本体、操作卓、万能入出力装置の3機器で基本的なセットを構成する。そのほかの機器も随意に接続することができる。

機能的にはほかの多くのデジタル形計算機と同様に演算装置、制御装置、記憶装置、入出力装置よりなる。

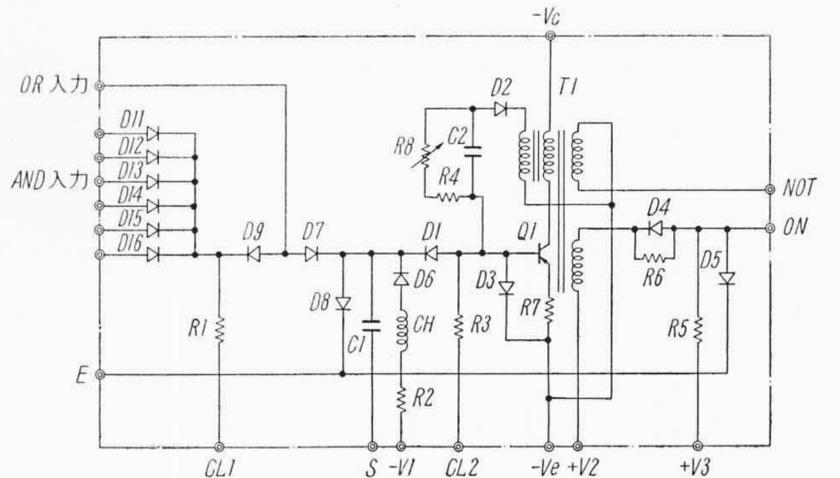
演算装置と制御装置はすべて 230 kc 1 相の同期制御方式の素子で構成されている。この構成素子の回路を第3図に示す。

これらの装置間の情報移動経路と一つの命令で有効に移動しうる情報量を第4図に示す。

演算装置内では数は2進符号化10進で表わされ、文字は2けたの数で表わされる。磁気テープユニットを除く記憶装置内では2進符号化10進数にパリティ・ビットを付して数を記憶する。

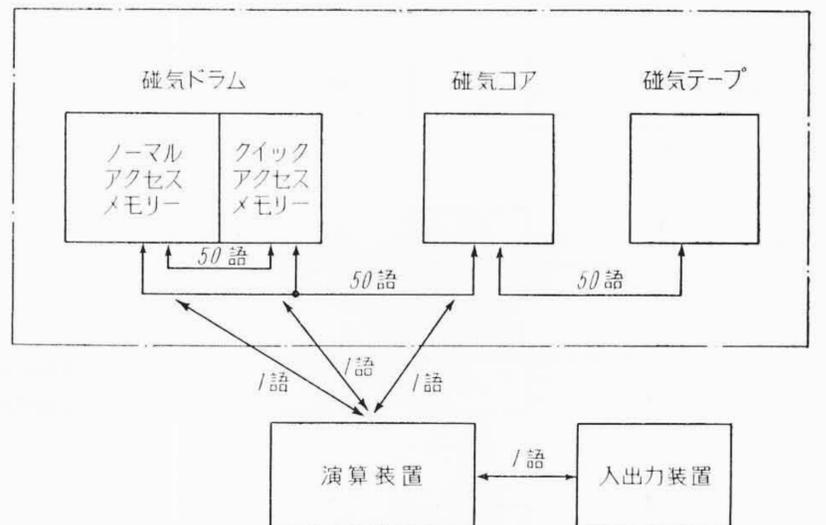
入出力装置で扱う8単位標準紙テープと磁気テープのコードを第1表に示す。

本計算機では可能なあらゆる場所でバリディター・チェックとパリティ・チェックを行っている。これらのチェックにより誤が検出されると、原則として計算機は休止し、誤の内容を操作卓のランプで表示する。ただし磁気テープの読取りにおいて誤が検出されるとテープエラーの表示がなされる。磁気テープ関係の命令にはテープエラーか否かを判定するもの JTG があり、これを用いて誤った



第3図 基本回路

記憶装置



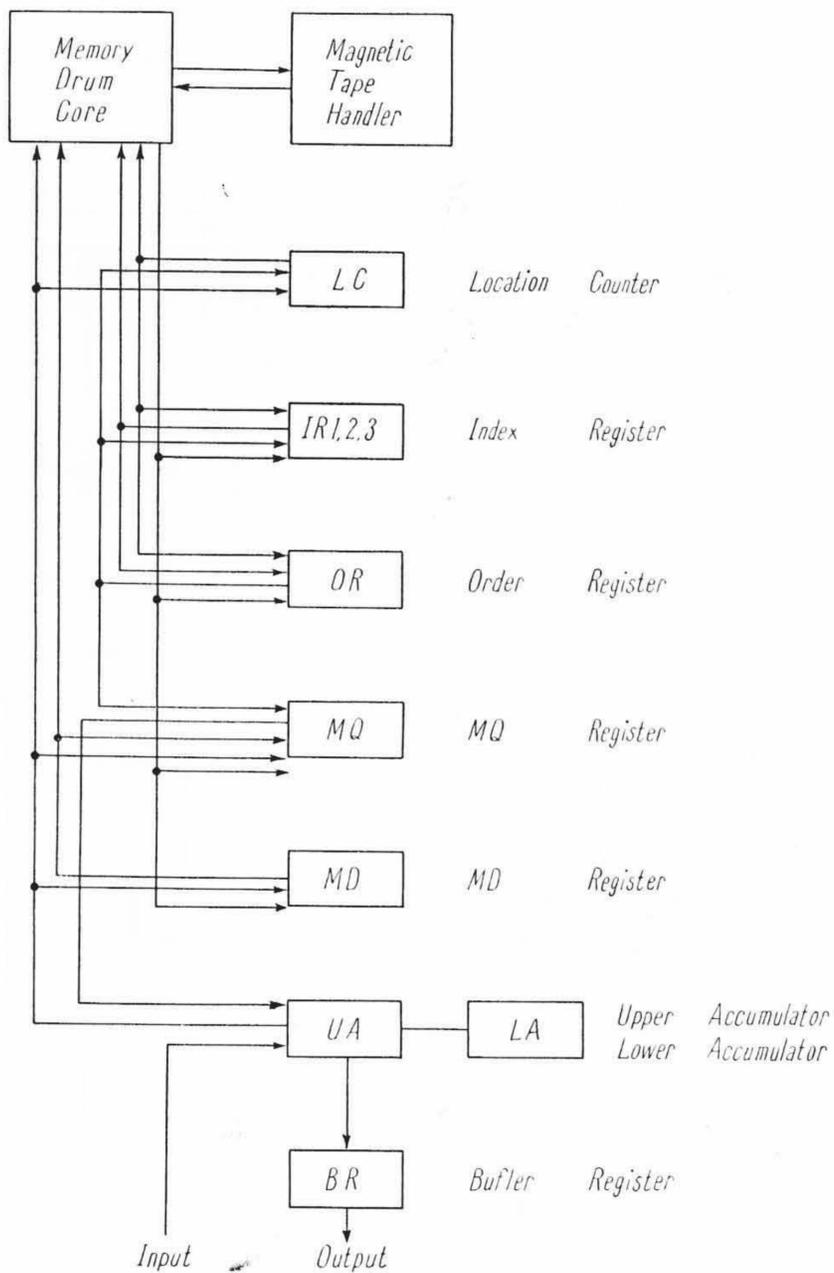
第4図 情報経路

第1表

Character	Channel								Character	Channel							
	1	2	4	8	16	P	32	64		1	2	4	8	16	P	32	64
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	,	0	0	0	0	0	1	1	0
SP	1	0	0	0	0	1	0	0	,	1	0	0	0	0	0	1	0
CR	0	1	0	0	0	1	0	0	A	0	1	0	0	0	0	1	0
	1	1	0	0	0	0	0	0	B	1	1	0	0	0	1	1	0
#	0	0	1	0	0	1	0	0	C	0	0	1	0	0	0	1	0
=	1	0	1	0	0	0	0	0	D	1	0	1	0	0	1	1	0
.	0	1	1	0	0	0	0	0	E	0	1	1	0	0	1	1	0
/	1	1	1	0	0	1	0	0	F	1	1	1	0	0	0	1	0
(0	0	0	1	0	1	0	0	G	0	0	0	1	0	0	1	0
)	1	0	0	1	0	0	0	0	H	1	0	0	1	0	1	1	0
ω	0	1	0	1	0	0	0	0	I	0	1	0	1	0	1	1	0
α	1	1	0	1	0	1	0	0	J	1	1	0	1	0	0	1	0
β	0	0	1	1	0	0	0	0	K	0	0	1	1	0	1	1	0
γ	1	0	1	1	0	1	0	0	L	1	0	1	1	0	0	1	0
δ	0	1	1	1	0	1	0	0	M	0	1	1	1	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0	N	1	1	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	0	1	0	0	0	O	0	1	0	0	1	0	1	0
2	0	1	0	0	1	0	0	0	P	1	0	0	0	1	1	1	0
3	1	1	0	0	1	1	0	0	Q	0	0	0	0	1	1	1	0
4	0	0	1	0	1	0	0	0	R	1	1	0	0	1	0	1	0
5	1	0	1	0	1	1	0	0	S	0	0	1	0	1	1	1	0
6	0	1	1	0	1	1	0	0	T	1	0	1	0	1	0	1	0
7	1	1	1	0	1	0	0	0	U	0	1	1	0	1	0	1	0
8	0	0	0	1	1	0	0	0	V	1	1	1	0	1	1	1	0
9	1	0	0	1	1	1	0	0	W	0	0	0	1	1	1	1	0
+	0	1	0	1	1	1	0	0	X	1	0	0	1	1	0	1	0
-	1	1	0	1	1	0	0	0	Y	0	1	0	1	1	0	1	0
LF	0	0	1	1	1	1	0	0	Z	1	1	0	1	1	1	1	0
SP	1	0	1	1	1	0	0	0	?	0	0	1	1	1	0	1	0
CR	0	1	1	1	1	0	0	0	!	1	0	1	1	1	1	1	0
(ER)	1	1	1	1	1	1	0	0	*	0	1	1	1	1	1	1	0
									ER	1	1	1	1	1	1	1	1

情報を修正することができる。

演算装置の構成を第5図に示す。この演算装置の特長の一つは指数レジスタを特に持たないことである。これにより装置自体が簡単になるとともに、四則演算以外の命令では浮動小数点数と固定小



第5図 演算装置構成図

点数とを同一に扱うことができ、プログラム上の煩雑さが軽減される。

四則演算は直列加算方式により行い、その結果はすべて23けたのアキュムレイタ (UA, LA) に表われる。

四則演算の結果、固定小数点数または浮動小数点数の指数部がオーバーフローしてもオーバーフロー部を数値の最上位けたとみて演算するので、この数値をそのまま次の四則演算に関与させることができる。

記憶装置は4,200語の磁気ドラム、50語の磁気コアと4台の磁気テープユニットよりなる。

磁気ドラム、磁気コアの番地付けは次のとおりである。

磁気ドラム 0~4,199
うち 0~3,999 (平均待合時間 5 ms)
 4,000~4,199 (平均待合時間 1.25 ms)
磁気コア 4,200~4,249

平均待合時間 5 ms のノーマル・アクセス・メモリーと平均待合時間 1.25 ms のクイック・アクセス・メモリーとの間および磁気ドラムと磁気コアの間では50語以下の任意の語数のブロック・トランスファーが可能である。

磁気テープユニットは大容量の補助記憶装置である。本機で扱う磁気テープは幅 1.27 cm (1/2 吋)、長さ約 1,000 m (3,600 呎) のポリエステルベース (マイラベース) に磁気コーティングしたものである。テープ速度は約 150 cm/s であり、情報は 64 字/cm の密度で書かれる。磁気テープ上の情報は50語を単位として読み書きされ、磁気テープ1巻に50語ブロックが約 8,000 書き込める。なお磁気テープ上のブロックには4けたの任意のブロック番号をつけることができる。

磁気テープと磁気コア間で情報の授受を行いながら、計算機本体に関する命令を実行させることができる。このため実質的な計算時間を短縮させることができる。

入出力装置は万能入出力装置と光電式テープリーダーよりなり、8単位標準テープを扱う。

万能入出力装置はけん盤部、機械式テープリーダー、さん孔部、印字部よりなる。

万能入出力装置の各部と光電式テープリーダーは命令または操作点のスイッチ操作により自由に選べる。

光電式テープリーダー、けん盤部と機械式テープリーダーはインプットレジスタを介しアキュムレイタに接続している。これらを二つ以上同時に動作させることはできない。

さん孔部、印字部はアウトプットレジスタとバッファレジスタを介しアキュムレイタに接続している。これらを同時に動作させることができる。バッファレジスタを介し、情報を取出すので出力動作を行いながら読み込みを含むほかの演算を実行できる。

本計算機では若干のテープ・コントロールコードを備え、読み込みに関する各種の処理を簡略にした。たとえば一つの命令で固定小数点および浮動小数点の数値も命令語も読み込める。また命令語はプログラムによらずにインデックスレジスタによるアドレス部の修正を行いながら読み込めるようにした。

3. 命令構成とプログラム

プログラム作成とテストの難易が実質的な計算時間に及ぼす影響はきわめて大きい。

本計算機ではプログラムのテストを容易にするため、命令語にブレイク・ポイント部を設け任意の箇所で計算機を休止させようようにした。また命令 JSW (Jump by Switch) を設け操作卓の5個のスイッチ指定により5通りの jump を行わせようようにし、たとえばプログラム中のテスト済みのループをふたたび無用にテストすることを避けてテストに要する時間を短縮しようようにした。このほか京都大学プログラミング研究小委員会によるプログラム・テスト用プログラムを備え能率的にプログラム・テストを行えるようにした。

本計算機はプログラムの作成を容易にするため、平易な命令体系をとる一方、京都大学プログラミング研究小委員会によるサブルーチン・ライブラリとシンボリック・コーディング・システムを備えている。

命令の特長を次に述べる(第2表参照)。

(a) 命令語のアドレス部の修正が容易である。第2図に示すように命令語には2けたのインデックス部があり、インデックス・レジスタおよびロケーション・カウンタ (命令の所在番地) による二重修正が可能である。インデックス・レジスタが三つあるほか 4,250 語の記憶装置の任意の番地をインデックス・レジスタ化する命令 (Set Pseudo Index) を備えているのでアドレス部の修正はきわめて容易に行える。

(b) レジスタ間の経路が完備している。一つの命令で記憶装置を含む任意のレジスタから任意のレジスタへ情報を移動することができるので、短いプログラム・ステップで各種の計算を行える。たとえば SLA (Store Lower Accumulator), ADL (Add to Lower Accumulator) などを設けてあるので倍長演算なども容易に行える。

(c) 独立した浮動小数点四則演算命令があるので容易に精度計算を行いながら浮動小数点計算が行える。

(d) Shift 命令が完備している。アキュムレイタのけた移動命令には Long Shift, Short Shift, Cyclic Shift などがありアキュ

第2表 命令コード表

DEC. CODE	SYM. CODE	TITLE	DEC. CODE	SYM. CODE	TITLE
100	ADD	Add	512	CHS	Change Sign
102	ADA	Add Absolute	514	NOP	No Operation
104	SUB	Subtract	516	NOT	NOT
106	SBA	Subtract Absolute	518	SCT	Shift and Count
110	ADM	Add MD	520	AND	AND
114	SBM	Subtract MD	522	I OR	Inclusive OR
120	MPA	Multiply and Add	530	SLS	Short Left Shift
122	MPS	Multiply and Subtract	532	LLS	Long Left Shift
130	RAA	Raise Address	534	LCS	Long Cyclic Shift
134	LWA	Lower Address	536	SRS	Short Right Shift
138	RND	Round	538	LRS	Long Right Shift
140	ADR	Add, Divide and Round or Halt	550	WAN	Weighted AND
150	DVJ	Divide or Jump	552	WOR	Weighted OR
152	DRJ	Divide and Round or Jump	630	SEL	Select Component
160	ADL	Add to LA	632	RIN	Read In
162	AAL	Add Absolute to LA	634	WRT	Write
164	SBL	Subtract from LA	636	WSP	Write Special
166	SAL	Subtract Absolute from LA	638	FWR	Floating Write
200	FAD	Floating Add	710	HJM	Halt and Jump
202	FAA	Floating Add Absolute	712	J SW	Jump by Switch
204	FSB	Floating Subtract	714	JMP	Jump
206	FSA	Floating Subtract Absolute	750	JMI	Jump on Minus
210	FAM	Floating Add MD	752	JUN	Jump on UA No Zero
214	FSM	Floating Subtract MD	754	JNZ	Jump on No Zero
221	FMP/	Clear and Floating Multiply	756	JOV	Jump on Overflow
223	FMC/	Clear, Fl. Multiply and Change Sign	758	JEO	Jump on Exponent Overflow
238	FRD	Floating Round	820	LXA	Load Index from Address
240	FAV	Fl. Add, Divide and Round or Halt	822	STX	Store Index
250	FDJ	Floating Divide or Jump	830	SEX	Set Index
252	FDR	Fl. Divide and Round or Jump	832	RAX	Raise Index
300	STO	Store	834	LWX	Lower Index
302	SLA	Store LA	850	JXL	Jump with Index Lowered
304	STM	Store MD	852	JXR	Jump with Index Raised
306	STA	Store Address	854	JXU	Jump on Index Unequal
308	STL	Store Location	856	J SX	Jump and Set Index from LC
310	PAM	Place AC to MD	860	PSX	Set Pseudo Index
320	LDM	Load MD	910	BTP	Buffer to Tape
322	LDA	Load Address	912	TPB	Tape to Buffer
324	CMP	Compare	914	BLS	Block Search
340	FSL	Floating Store LA	920	DMB	Drum to Buffer
360	TLU	Table Look Up	922	BDM	Buffer to Drum
364	LDQ	Load Quick Access	930	RWD	Rewind
366	STQ	Store Quick Access	932	BST	Back Space Tape
410	FFL	Fixed to Floating	934	TTP	Test Tape
450	FFX	Floating to Fixed or Jump	936	ETP	Erase Tape
500	EAD	Extract and Add	950	JTG	Jump on Tape Good
502	ERE	Extract and Replace	952	JTE	Jump by Tape End
510	SSP	Set Sign Plus			

ムレータ内での情報の処理が簡単に行える。

(e) 判断命令が完備している。

各レジスタの状態を判定し、jump する命令を持つほか、二つのレジスタ間の比較命令 (Compare) をもつ。

(f) インデックス・レジスタの内容変更が容易である。

アドレス部修正については(a)で述べたが、これに関連する問題としてインデックス・レジスタの内容変更がある、本計算機ではインデックス・レジスタに任意数をセットする命令のほか、任意数だけこれを増減する命令をもつ。

(g) 索表命令と若干の論理演算命令をもつ。

4. 結 言

以上述べたように、HITAC-102-B 形電子計算機はプログラムの

容易化、および実質的な計算時間を短縮できるように系統的に種々のくふうがされているので、これらの特長を有効に利用することによって一回限り使用されるような計算に応用される場合にも、きわめて使用しやすい汎用中形計算機となっている。

なお本システムの第1号機は京都大学(京都大学においてはKDC-1形と呼称)、第2号機は経済企画庁において使用される。

本文を草するにあたり、長期間にわたって、ご指導とご協力を賜わった京都大学の前田、清野、西原、坂井、荻原各先生、および多数の関係各位に厚くお礼申上げる。

なおこの電子計算機の基本技術に関しては、さきに電気試験所に納入した MARK-V とともに同所より多大のご指導をいただいたものであり、ここに電気試験所各位に深甚の謝意を表する次第である。