

HARP 103 (HIPAC 103 の自動プログラミングシステム)

HARP 103 (Automatic Programming System for HIPAC 103)

島田 正三*
Shôzô Shimada

吉村 一馬**
Kazuma Yoshimura

高橋 延匡**
Nobumasa Takahashi

中田 育男**
Ikûo Nakata

多田 敬子**
Takako Tada

内 容 梗 概

HARP 103 は HIPAC 103 のために作成した自動プログラミングシステムで、これは日常使用する書き方とほとんど変らぬ書き方で計算したい式が書け、また答の印字形式も簡単に、種々の表現ができるので、プログラミングに要する時間は非常に短縮される。

この段階の言語としては IBM 社で開発した FORTRAN と世界共通語たる ALGOL があるが、種々検討の結果、FORTRAN 語を採用した。ここでは IBM 社の FORTRAN との比較、および、二、三の実例で、HARP 103 の全ぼうを明らかにする。

1. 緒 言

「日常使用している数式や言語で問題をかけばその解答を自動的に出してくれる」ことは人工頭脳への道である。これの一つの段階として電子計算機に問題を解く手順を教え、答を自動的に出せる方法が考えられた。ところで電子計算機は機械語と呼ばれる固有の言葉を持っていて、これ以外の言葉を理解できない。その上この言葉は日常使用する言葉とは縁遠いだけでなく、計算機によって異なるというやっかいなものである。そこで ALGOL とか、IBM 社による FORTRAN など、計算機の種類によらない、日常使用する言語に近い言語を作り、その言葉で書けば、対応する機械語に翻訳する自動プログラム (compiler) が考えられる様になった。HARP 103 も以上の趣旨に沿って作られた HIPAC 103 のための自動プログラムで、言語としては FORTRAN のものを採用した。

この HARP 103 の compiler は HARP 103 で書かれたプログラム (source program) を機械語に翻訳するに際して他社で試みられているような中間語を作り、それをテープに打ち出してもう一度計算機にかけるといような手間は必要なく、一度 source program を計算機にかければ計算機の内部で直接機械語に翻訳し、直ちに演算を開始することができるようになっていた。したがって source program が機械語に翻訳されるまでの時間が速く国産の電子計算機のために作られたコンパイラとしては実用的なものとしてほかに類を見ないものである。HARP 103 のシステムプログラムの働きを簡単に図示すれば、第 1 図のようになる。

HARP 103 の文法とか、その機械語との対応をくわしく述べる紙数がないので、文法は IBM 社の FORTRAN との文法上の比較を述べることによって説明に代え、機械語にどの様に翻訳されるかを簡単な例によって表わすことにした。

2. HARP 103 と IBM 社の FORTRAN との文法上の比較

すでに述べたように HARP 103 は、その言語として IBM 社の FORTRAN を採用したので、ここでは、その文法を説明する代りに IBM 社の 650, 7070, 709 の FORTRAN との比較を述べるにより、その全ぼうを明らかにする。

比較の対象に、これらの FORTRAN を選んだ理由は

- (1) FORTRAN の文法を知っている人口が多いこと。
 - (2) 少しの注意でほとんど HARP 103 に許されること。
- である。

FORTRAN で書かれたプログラムが HARP 103 に許されるかどうか見るには

- (1) HARP 103 に許されないステートメントがないか。
- (2) ステートメントとしては HARP 103 に許されるが、その制限を越えていないか。

を調べれば十分である。(1)によってプログラムに修正を要するようになるのは

- (i) CÔMMÔN
ASSIGN
ASSIGNED GÔ TÔ
IF SENSE SWITCH
EQUIVALENCE

- (ii) 磁気テープ関係の命令
- (iii) HARP 103 には組み込まれていない組み込みの関数
- (iv) 機械語で書かれたサブルーチンを必要とするもの
SUBRÔUTINE

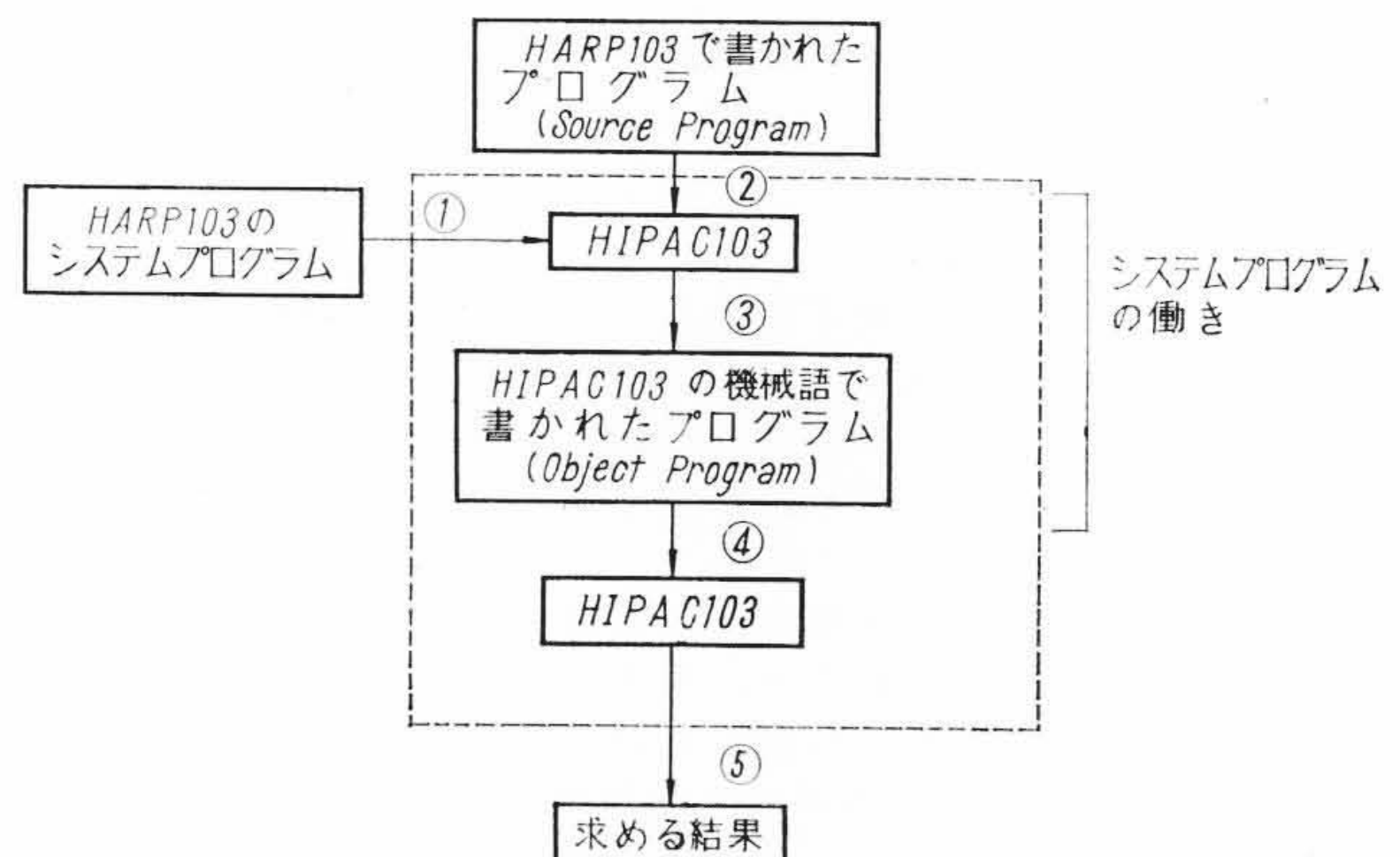
である。

(2)は種々あるが、特に注意のいるのは

- (i) 変数名、関数名の字数が制限を越えていないか。
- (ii) 添字に三次元を用いていないか。
- (iii) DIMENSION で確保するものが多過ぎないか。

である。特に 650 FORTRAN で書かれたプログラムを使用するときは

- (1) 使用している数の指数部が 38 をこえていないか調べ、越えているものは適当な尺度因子 (Scale factor) を掛けて 38 以内にするとする。
- (2) ステートメント・ナンバーの大きさが 8191 をこえている



第 1 図 HARP 103 のシステムプログラムの働き

* 日立製作所中央研究所 工博

** 日立製作所中央研究所

第1表 HARP 103 と FORTRAN のステートメントごとの制限事項

	HARP 103	I B M 650	I B M 704	I B M 7070	I B M 709
定数	整数形 区間 $(-a, a)$ 内の整数 ここで $a=2^{47} \div 10^{14}$	$a=10^{10}$	$a=2^{17}$	$a=10^{10}$	$a=2^{17}$
	実数形 0 および区間 $[b^{-1}, b]$, $[-b, -b^{-1}]$ 内の数 が有効数字 11 けたで表わされる。 ここで $b=10^{38}$	有効数字 8 けた $b=10^{50}$	有効数字 8 けた $b=10^{38}$	0 および $[10^{-50}, 10^{49}]$ $[-10^{49}, -10^{-50}]$ 有効数字 8 けた	有効数字 8 けた $b=10^{38}$
	517 個以上の定数を使用してはいけない。	一つのステートメントに 9 個以上の異なった定数を書いてはいけない。	整数形では異なる定数は 10 個以下のこと。実数形では異なる定数は 450 個以下のこと。 (ただし符号のみ異なるものは同じものと計算する)	一つのステートメントで利用できる異なる定数の個数は 40 以下のこと。 (ただし符号のみ異なるものは同じものとみる)	整数形では異なる定数は 100 個以下のこと。実数形では異なる定数は一つのステートメントで 50 個以下で全体で 450 個以下のこと。(ただし符号のみ異なるものは同じものとみる)
変数	変数の個数は 5 文字以下のこと。	103 と同じ	6 文字以下のこと。	103 と同じ	6 文字以下のこと
	添字付変数でないときは関数名に使用したものを使ってよい	103 と同じ	使用する関数名の最後の F を除いたものと一致するものを使用してはいけない。	704 と同じ	704 と同じ
	ステートメントで関数を定義するときはその関数を数式で使用する前に書かねばならない。				
	DO の範囲内で関数を定義してはいけない。				
				ユーザーの関数サブルーチンで利用できるのは 20 個以内	
添字	二次元まで 添字の許される形は V を整数型変数, C, C' を整数型定数とすると V C V+C' V-C' C*V C*V+C' C*V-C'	二次元まで HARP 103 と同じ	三次元まで HARP 103 と同じ ただし C' は 99 以下のこと	二次元まで HARP 103 と同じ	三次元まで HARP 103 と同じ
	添字は 8192 を法とする。	不明 添字の値は 3 けた以内のこと	2 ¹⁵ を法とする。	10 ⁴ を法とする。添字の値は正または 0 のこと	2 ¹⁵ を法とする。
変数の個数についての制限	X: 添字のつかない変数の個数 Y: 添字のついた変数の個数 $X+2Y \leq 512$	X に制限はない $Y \leq 20$	添字付変数を 1,500 個以上使用してはいけない。 添字のない整数型変数の総数は右辺全体で 750 個以下左辺全体で 500 個以下のこと	添字の数は一つのステートメントで 64 個以下であること。 $X+2Y \leq 150$	704 と同じ
関数 (built-in あるいは一つのステートメントで定義されたもの)	関数名の字数について 整数型のものは 7 文字以下 実数型のものは 6 文字以下	4 または 5 文字	4 ~ 7 文字	2 ~ 5 文字	4 ~ 7 文字
	組み込みの関数 1) ABSF 2) XABSF 3) FLÔATF 4) XFIXF 5) LÔGF 6) LÔGEF 7) EXPF 8) EXPEF 9) SIN F 10) CÔSF 11) SQRTF	1) ABSF 2) XABSF 3) FLÔTF 4) XFIXF 5) LÔGF 6) EXPF 7) LÔGEF 8) EXPEF	1) ABSF 2) XABSF 3) INTF 4) XINTF 5) MÔDF 6) XMÔDF 7) MAXOF 8) MAX1 F 9) XMAXOF 10) XMAX1 F 11) MINOF 12) MIN1 F 13) XMINOF 14) XMIN1 F 15) FLÔATF 16) XFIXF 17) SIGNF 18) XSIGNF	1) LÔGF 2) LÔGEF 3) EXPEF 4) EXPF ほかに ABSF XABSF が Open サブルーチンとしてはいつている。	704 で組み込まれているもののほかに 19) DIMF 20) XDIMF
	組み込みの関数はすべて Closed サブルーチンである。		組み込みの関数はすべて Open サブルーチンである。	Closed サブルーチンである。	組み込みの関数はすべて Open サブルーチンである。

	HARP 103	I B M 650	I B M 704	I B M 7070	I B M 709
	一つのステートメントで定義するとき、変数の個数は7まで、定義できる個数20以内	一つのステートメントで関数を定義することはできない。	50 以内		特になし、 35 以内
ステートメント・ナンバー	大 き さ 8191以下の自然数 個 数 256 個以下	9999以下の自然数 Symbol Table の個数 300 以下	32768 以下の自然数 1,500 個以下	9999以下の自然数	32768 以下の自然数 750 個以下
GÔ TÔ	制限なし	computed GÔ TÔの岐数は25以内のこと。	(1) computed GÔ TÔ と assigned GÔ TÔに使用するステートメント・ナンバーは250 個を越えないこと。 (2) ASSIGN 型 IF型,GÔ TÔ 型のステートメントの総数は 300 以下のこと(709 と同じ)	不 明	(1) computed GÔ TÔ と assigned GÔ TÔに使用するステートメント・ナンバーは250 個を越えてはいけない。 (2) ASSIGN 型 IF 型 GÔ TÔ 型のステートメントの総数が 300 以下のこと。
DÔ	DÔ の個数 制限なし DÔ の深さ 15 以内 DÔ の変数はループの途中でDÔ から出るときはそのときの値を持っているが、ループを全部終えて出るときは必ずしもそのときの値をもっていない。 DÔ の変数の値をDÔ の内部で変えること。またDÔ の変数の初期値、終りの値、きざみ幅をDÔ の内部で変えることは許されない。 DÔ の最後は飛越しのステートメントであってはならない。 DÔ の内部に関数を用いた数式を書いてよい。	DÔ の個数 制限なし 4 以内 I B M 709 と同じ 103 と同じ DÔ の変数の初期値、終りの値、きざみ幅で定数のものは4 けた以内の数のこと。	DÔ の個数 150 以内 (I/O での Listにおける対応するものを含む) 50 以内 103 と同じ 103 と同じ 103 と同じ	27 以下 103 と同じ (ただしそれは添字として使用のときであって、普通の変数として使用するときとは別欄参照) 103 と同じ 103 と同じ DÔ の変数の内容は (1) IF型またはGÔ TÔ 型のステートメントでDÔ から出たとき (2) その変数がDÔ の内部で添字付でない変数として使用されたとき (3) 他のDÔ の変数でなく、しかもDÔ の内部で変わる変数との組み合わせで添字に使用されたときを除いて変わらない	DÔ の個数 704 と同じ 50 以内 103 と同じ 103 と同じ DÔ のはじめのステートメントに実行しないステートメントを書いてはいけない。 103 と同じ 103 と同じ
PAUSE n	n は17777 以下の8 進法正整数または0, n はオーダーレジスタの右アドレス部に表わされる。	n は1999 以下の正整数である。	n は77777 以下の8 進法正整数。	n は 10^5 以下の符号のつかない整数。	77777 以下の8 進法正整数または0, n はストレーレジスタのアドレス部に表わされる。
STÔP n	n はPAUSE の n と同じ、表現される所も同じ 個数についての制限なし	n は9999 以下の正整数または0	STÔP の総数は300 個以下のこと	n は 10^5 以下の符号のつかない整数	PAUSE n と同じ STÔP ステートメントの総数は300 以下であること。
END	END (I_1, I_2, I_3) $I_i=0$ のとき, COMPILE のとき SWITCH I_i を OFF にする。 $I_i=1$ のとき, COILPIPILE のとき I_i を ON にする。 $I_i=2$ のときは何もしない。	ENDの形しかない。意味は103 と同じ	709 と同じ	END ($I_1, I_2, \dots, I_5$)	$i=1, 2, \dots, 5$ 外は103 と同じ。 ただしそれによる処理は異なる。
一つのステートメントの長さ	200 字以内	125 字以内 (Sp は含まず)	660 字以内	660 字以内 (Sp も含む) カードで10 枚以内のこと	750 字以内
HARP 103 に無い制御ステートメントまたはHARP 103 にあるが、その他のFÔRTTRAN にないステートメント		IF (SENSE LIGHT) n_1, n_2 IF ACCUMULATOR OVERFLOW n_1, n_2 IF QUOTIENT OVERFLOW n_1, n_2 は650 にない。	ASSIGN i TÔ n GÔ TÔ $n, (n_1, n_2, \dots, n_m)$ IF (SENSE SWITCH i) n_1, n_2 IF DIVIDE CHECK n_1, n_2	IF DIVIDE CHECK	704 と同じ
READ	READ k , list 紙テープ	103 と同じ	カ ー ド あとは103 と同じ	カ ー ド あとは103 と同じ	704 と同じ

	HARP 103	IBM 650	IBM 704	IBM 7070	IBM 709
LIST	行ごと (フルマトリックスを 考えるとき)	列ごと	列ごと	列ごと	列ごと
TYPE	TYPE <i>k</i> , list 頁式プリント	なし	なし	HARP 103 と同じ	なし
PRINT		なし	103 と同じ	HARP 103 と同じ	HARP 103 と同じ
FORMAT		なし	FORMAT のカッコの中の 字数はそれを6で割ったとき の商を切り上げたものが714 をこえてはいけない。	HARP 103 と同じ	HARP 103 と同じ
HARP 103 以外のもの にあるもの (制御ステートメントを除く)			1) READ INPUT TAPE <i>i</i> , <i>n</i> , List 2) PUNCH <i>n</i> , List 3) WRITE OUTPUT TAPE <i>i</i> , <i>n</i> , List 4) READ TAPE <i>i</i> , List 5) READ DRUM <i>i</i> , <i>j</i> , List 6) WRITE TAPE <i>i</i> , List 7) WRITE DRUM <i>i</i> , <i>j</i> , List 8) END FILE <i>i</i> 9) REWIND <i>i</i> 10) BACK SPACE <i>i</i> 11) EQUIVALENCE 12) FREQUENCY 13) CALL name 14) COMMON 15) SUBROUTINE name 16) FUNCTION name 17) RETURN	1) READ INPUT TAPE <i>i</i> , <i>n</i> , List 2) PUNCH <i>n</i> , List 3) WRITE OUTPUT TAPE <i>i</i> , <i>n</i> , List 4) READ TAPE <i>i</i> , List 5) WRITE TAPE <i>i</i> List 6) END FILE <i>i</i> 7) REWIND <i>i</i> 8) BACK SPACE <i>i</i> 9) EQUIVALENCE 10) TYPE <i>n</i> , List	704 と同じ

第2表 例1のHARP 103によるプログラム

```
# INNER PRODUCT
DIMENSION A(10),B(10)
READ10,N
DO 20 I=1,N
  READ1,A,B
  PROD=0
  DO 30 J=1,10
    PROD=PROD+A(J)*B(J)
  20 PRINT 40,N,A,B,PROD
  STOP
  10 FORMAT(I6)
  40 FORMAT(I4,20F5.1,E14.2)
  END(0,1,1)
```

第3表 例1のオブジェクト・プログラムの番地割付を示す表

VARIABLES				
NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.
PROD 372 00564	S 8 359 00547	S 4 349 01536	N 370 00562	J 373 00563
1 371 00563				
Sは添字付なることを表す				
STATEMENT NUMBERS				
NO. DEC. OCT.	NO. DEC. OCT.	NO. DEC. OCT.	NO. DEC. OCT.	NO. DEC. OCT.
40 1751 0327	30 1721 03271	20 1720 03276	10 1748 0321	
FUNCTIONS				
NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.
STORAGE NOT USED BY PROGRAM				
DEC. OCT.	DEC. OCT.	DEC. OCT.	DEC. OCT.	
574 00566	1693 03235	1762 03340	1191 17777	
CONSTANTS				
DEC. OCT.	DEC. OCT.			
1694 03236	1699 03243			
STARTING ADDRESS				
DEC. OCT.				
1700 03244				

ものは8191以下の適当な数に直す。

(3) PAUSE *n*, STOP *n*の*n*を8進法17777以下の適当な8進数に直す。

の三項を行なえば十分である。

以下に HARP 103 と FORTRAN のステートメントごとの制限事項一覧表を次の第1表に示す。

3. 実際の計算例

次に実際の計算例として、HARP と機械語との対応を示すための2例と、実際に問題を解いたプログラムの例を示す。

ただし、第4表と第7表は、機械語にコンパイルされた命令を、SIPに翻訳し直してプリントさせたものである。

3.1 機械語との対応を表わす例

例1 内積 $\sum_{i=1}^n a_i b_i$ を *n* 組のデータについて求めるプログラム。
n は紙テープより入れるものとする。

例2 *x* を 0.001 から 0.001 きざみに変えてそれに対する *x*, sin *x*, 平方根, log_e *x*, 2^{*x*}, *e^x* を計算して印字するプログラム。

3.2 実際問題を解いた例

例3 ディーゼル機関の燃焼率の計算
この計算は、参考文献(10)の中の計算の一部であり、着火後A度(クランク角)における燃焼室内の圧力*P*, その他のデータを与えて、着火後A度までに燃焼した量の1サイクルの全燃料噴射量に対する割合*X* A, およびその他のデータを求めるものである。

4. 考察

HARP 103 の諸性能を比較検討するために、実際に使われているほかの計算機(以下 COM. P と略称する)とプログラム・ステップ数, コンパイル時間および計算時間について比較を行なった。同一の問題について調べたものであるが、比較例

第4表 例1のHARP 103から翻訳されたオブジェクト・プログラム

1700 03244	JDI/H101.5	JDI/ 1.15	5321 7777 5555 0010	} スウィッチのclear READ 10,N DO 20I=1,N READ1,A,B PR0D=0 PR0D=PR0D+A (J)*B(J) PRINT 40,N,A,B,PR0D DO 20I=1,Nのあと処理 STOP FORMAT (I6) FORMAT (I4,20F5.1,E14.2)
1701 03245	13J/ 1.0	HE/ 1.15	5410 0000 5555 3321	
1702 03246	111/ 22.	T12/ 23.	1210 0020 1241 0027	
1703 03247	13J/ 33.	HE/ 0.	4110 0041 5555 0000	
1704 03250	T/ 370.	L11/ 22.	3010 0512 2201 0025	
1705 03251	L12/ 23.	13J/ 257.	2240 0027 4101 0041	
1706 03252	125/ 1.1	27/ 371.	5440 0001 3041 0003	
1707 03253	T12/ 371.	13J/ 252.	1240 0563 4101 0374	
1708 03254	T11/ 22.	T12/ 23.	1220 0006 1241 0027	
1709 03255	115/H182.	HE/ 0.	5441 7766 5555 0000	
1710 03256	13J/ 66.	HE/ 0.	4110 0104 5555 0010	
1711 03257	115/ 1.1	T/ 350.1.	5412 0001 3002 1547	
1712 03260	115/H189.3	115/H182.	5421 7775 5401 7766	
1713 03261	13J/ 66.	HE/ 0.	4110 0104 5555 0010	
1714 03262	115/ 1.1	T/ 350.1.	5412 0001 3002 1547	
1715 03263	115/H189.3	L11/ 22.	4621 7775 2201 0025	
1716 03264	L12/ 23.	13J/ 257.	2240 0027 4101 0041	
1717 03265	XA/ 1196.	13J/ 242.	0440 3236 4101 0362	
1718 03266	T/ 372.	115/ 1.	3010 0564 5401 0041	
1719 03267	XT/ 373.	HE/ 0.	3040 0565 5555 0000	
1720 03270	T11/ 373.	HE/ 0.	1210 0515 5555 0000	
1721 03271	L2/ 349.1.	FM/ 350.1.	2642 0535 0302 0747	
1722 03272	FA/ 372.	T/ 372.	0610 0564 3001 1564	
1723 03273	115/ 1.1	XAAR/ 0.1.	5412 0001 2542 0300	
1724 03274	B/ 1199.	JN/ 1720.	0010 3243 5041 3270	
1725 03275	JZ/ 1700.	HE/ 0.	5110 3270 5555 1000	
1726 03276	SEL/ 4.	13J/ 280.	5740 0004 4101 0041	
1727 03277	HE/ 0.	HE/ 1755.	3540 0007 5555 3327	
1728 03300	T11/ 22.	T12/ 23.	1210 0028 1241 0027	
1729 03301	XA/ 370.	13J/ 33.	0440 0562 4101 0041	
1730 03302	115/H182.	HE/ 0.	5411 7766 5555 0000	
1731 03303	XA/ 370.	13J/ 33.	0442 0562 4101 0041	
1732 03304	115/ 32.	HE/ 0.	4110 0040 5555 0000	
1733 03305	115/ 1.1	115/H189.3	5412 0001 4621 7775	
1734 03306	115/H182.	HE/ 0.	5411 7766 5555 0000	
1735 03307	XA/ 370.1.	13J/ 33.	0442 0562 4101 0041	
1736 03310	13J/ 32.	HE/ 0.	4110 0040 5555 0000	
1737 03311	115/ 1.1	115/H189.3	5412 0001 4621 7775	
1738 03312	XA/ 370.	13J/ 33.	0440 0564 4101 0041	
1739 03313	L11/ 22.	L12/ 23.	2200 0028 2241 0027	
1740 03314	13J/ 257.	HE/ 0.	4101 0401 5555 0000	
1741 03315	125/ 1.2.	XAAR/ 0.2.	5444 0001 2544 0000	
1742 03316	P/ 370.	JN/ 1707.	0010 0562 3040 3253	
1743 03317	JZ/ 1707.	HE/ 0.	5110 3273 5555 0000	
1744 03320	HJ/ 181.5	HE/ 0.	4421 7777 5555 0000	
1745 03321	13J/ 5.3.	JN/ 1707.	4120 0005 4500 2884	
1746 03322	XR/ 1.	B/ 0.	0010 0000 0000 0000	
1747 03323	RO/ 0.	B/ 0.	0110 0003 0000 0000	
1748 03324	JSW/ 0.	B/ 6.	4140 0000 0000 0000	
1749 03325	B/ 0.3.	B/ 1.	0020 0000 0000 0000	
1750 03326	115/H189.3	B/ 0.	0241 7776 0001 0000	
1751 03327	13J/ 9.3.	J/ 1800.	4120 0011 4501 2884	
1752 03330	XA/ 0.	B/ 0.	0040 0000 0000 0000	
1753 03331	RO/ 7.	B/ 0.	0010 0007 0000 0000	
1754 03332	JSW/ 0.	B/ 4.	4140 0000 0000 0000	
1755 03333	RO/ 2.	B/ 20.	0110 0002 0000 0000	
1756 03334	127/ 5.	B/ 1.2.	4240 0005 0004 0001	
1757 03335	115/H191.	B/ 20.	0241 7777 0001 0000	
1758 03336	117/ 14.	B/ 2.1.2.3.	4210 0018 0016 0000	
1759 03337	R/ 0.3.	B/ 1.	0020 0000 0000 0000	
1760 03340	HE/ 1185.	B/ 0.	0241 7772 0001 0000	
1761 03341	HJ/ 1700.	HE/ 0.	4410 3244 5555 0000	

第5表 例2のHARP 103によるプログラム

```

Y=1.0
SPRINT70,
DO20J=1,10
DO10I=1,5
X=0.001*Y
A=SINF(X)
B=SQRT(X)
C=LOGE(X)
D=2.1X
E=EXPE(X)
PRINT40,X,A,B,C,D,E
10Y=Y+1.
20PRINT50,
PRINT60,
GOTO 5
40FORMAT(F10.3,F15.10,4E18.9)
50FORMAT( )
60FORMAT( )
70FORMAT(97H 2.1X SIN(X) SQRT(X) LOGE(X)
EXPE(X) /)
STOP
END(0,1,1)

```

り、飛び越しのために1ステップ用いたりすること、四則演算において乗算が続けてできず1回の乗算の度ごとに作業用番地へ格納してQレジスターへもってくる命令が必要であることなどが原因であろうと思われる。

試みに、COM.PとHIPAC 103のステートメントの処理ステップをみると、DOの処理に両者とも7ステップ、IFの処理にはそれぞれ4ステップ、5ステップ、1次元の添字付変数の処理には、DOループの中にある場合は両者とも1ステップ、ない場合はそれぞれ4ステップ、2ステップを要している。

なおプログラムにFORMATの部分も入れた1ステートメント当たりのステップ数は第12表のBのようになる。

4.2 コンパイル時間

コンパイル時間は第13表に示すとおりであるが、HIPAC 103は約29倍程度速い。これは2者のメモリの語数の制約およびアクセス・タイムの違いなどが原因しているため、性能の比較は一概にはできないが実行する際の時間の大体の見当がつけられると思う。

コンパイルには2者とも2パスを要し、COM.Pの方は2パスとも結果をカードに出しているが、HIPAC 103では2パスとも計算機内部で行ない、結果も内部に貯えられたまま計算できる状態にあるので、オブジェクト・プログラムはプリントしてもしなくてもよい。したがって前者のコンパイル時間にはカードのパンチ・アウトおよび読み込みの時間も含めてある。

なおHIPAC 103ではコンパイルと同時に、ソース・プログラムのステートメントのエラー検出^⑧も行なっているため文法上の誤りは見つけ次第すぐに修正可能である。COM.Pではエラーの検出はコンパイルの際行なわず別の方法による。時間的な面からプログラムの修正は、COM.Pではオブジェクト・プログラムの段階で行なうことが多いが、HIPAC 103ではソース・プログラムの段階で行なう方が速い。

4.3 計算時間

同一の問題に、同一のデータを与えて1ケースの計算時間を調べたものが第14表であるが、HIPAC 103が約3～4倍速い。

ただし、COM.Pはドラムの、HIPAC 103はコア(4K)とドラム(8K)の計算機であるので一概に比較はできないが、今まで行なっていた計算がHIPAC 103ではどの位の時間で行なえるかという一つの目安にはなると思う。ここで計算結果は、COM.Pはカードにパンチ・アウトし、HIPAC 103は高速度印刷機によってプリントしているが、プログラムbのみは計算結果をプログラムcで使用するため紙テープにパンチ・アウトしている。

第6表 例2のオブジェクト・プログラムの番地割付を示す表

NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.
1 352 00535	2 352 00544	3 352 00545	4 352 00546	5 352 00547
1 352 00535	2 352 00544	3 352 00545	4 352 00546	5 352 00547
STATEMENT NUMBERS				
NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.
1 352 00535	2 352 00544	3 352 00545	4 352 00546	5 352 00547
1 352 00535	2 352 00544	3 352 00545	4 352 00546	5 352 00547
FUNCTIONS				
NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.	NAME DEC. OCT.
1 352 00535	2 352 00544	3 352 00545	4 352 00546	5 352 00547
1 352 00535	2 352 00544	3 352 00545	4 352 00546	5 352 00547
SYMBOLS NOT USED BY PROGRAM				
DEC. OCT.	DEC. OCT.	DEC. OCT.	DEC. OCT.	DEC. OCT.
352 00535	352 00544	352 00545	352 00546	352 00547
352 00535	352 00544	352 00545	352 00546	352 00547
CONSTANTS				
DEC. OCT.	DEC. OCT.	DEC. OCT.	DEC. OCT.	DEC. OCT.
352 00535	352 00544	352 00545	352 00546	352 00547
352 00535	352 00544	352 00545	352 00546	352 00547
STARTING ADDRESS				
DEC. OCT.	DEC. OCT.	DEC. OCT.	DEC. OCT.	DEC. OCT.
352 00535	352 00544	352 00545	352 00546	352 00547
352 00535	352 00544	352 00545	352 00546	352 00547

第8表 例2の計算結果

計算機	プログラム番号	ステップ数	COM.P	HIPAC 103
計	算	機	種	
ス	テ	ー	メント	数 (S)
93	98	59	64	40
22	60	30	44	44
—	28	—	26	—
16	—	34	36	25
364	450	468	622	254
32	34	32	28	38
—	84	—	154	122
434	562	564	756	361
434	646	564	910	361
186	156	186	156	41
410	1,624	410	1,624	410
15	15	—	—	—
1,045	2,441	1,160	2,690	812
4.7	6.0	9.6	12.8	9.0
4.7	6.6	9.6	14.2	9.0

第10表 例3の入力データ

13	0.55600+06	0.52300+06	0.47900+06	0.42000+06	0.33300+06	0.39000+06
0.35200+06	0.37800+06	0.35700+06	0.34800+06	0.32900+06	0.31800+06	0.30400+06
0.13200+06	0.103625+05	0.97700+00	0.43460+03	0.148078+02	0.5401	0.26+02
0.23333333+01	0.15+00	0.23+02	0.14+03	0.1328+01	0.823+01	0.5+03
0.1+04	0.561+04	0.77+04	0.473+03			

第11表 例3の計算結果

計算機	プログラム番号	ステップ数	COM.P	HIPAC 103
計	算	機	種	
ス	テ	ー	メント	数 (S)
93	98	59	64	40
22	60	30	44	44
—	28	—	26	—
16	—	34	36	25
364	450	468	622	254
32	34	32	28	38
—	84	—	154	122
434	562	564	756	361
434	646	564	910	361
186	156	186	156	41
410	1,624	410	1,624	410
15	15	—	—	—
1,045	2,441	1,160	2,690	812
4.7	6.0	9.6	12.8	9.0
4.7	6.6	9.6	14.2	9.0

第12表 オブジェクト・プログラムのステップ数

プログラム番号	a	b	c	d
計	算	機	種	
ス	テ	ー	メント	数 (S)
93	98	59	64	40
22	60	30	44	44
—	28	—	26	—
16	—	34	36	25
364	450	468	622	254
32	34	32	28	38
—	84	—	154	122
434	562	564	756	361
434	646	564	910	361
186	156	186	156	41
410	1,624	410	1,624	410
15	15	—	—	—
1,045	2,441	1,160	2,690	812
4.7	6.0	9.6	12.8	9.0
4.7	6.6	9.6	14.2	9.0

ただし S' は F を除いた COM.P のステートメント数

PUNCH とあるのは COM.P ではカード、103 では紙テープを用いる

第13表 コンパイル時間

プログラム番号	a	b	c	d
計	算	機	種	
ス	テ	ー	メント	数 (S)
20 分	37 分	1 分14秒	13 分	24 分
17 分	11 分	1 分24秒	21 分	32 分
23.9 秒	0.76 秒	24.4 秒	1.38 秒	48.0 秒
				1.02 秒
				22.4 秒
				0.74 秒

第14表 計算時間

計算機機種	COM.P	HIPAC 103
プログラム番号		
a	25 分	4 分 4 秒
b	2 分 24 秒	7 分 17 秒
c	24 分	9 分 36 秒
d	7 分	2 分 7 秒

しかし一口に FORTRAN といっても種々あるが、計算機の規模を勘案して、IBM 650 FORTRAN と IBM 704 FORTRAN の中間をいく程度のものを目標とした。その結果、650 FORTRAN で書いたプログラムは完全に HARP 103 で使用可能となった。

でき上がってみると、数式の処理、制御ステートメントの処理などで、種々改良の余地があるが、これは実用上さしつかえないので、今後の課題としたい。

終わりに、種々ご指導を賜った東京大学森口教授、高田助教授ならびにMH委員会各位に対し、また種々ご指導、ご激励を賜った戸塚工場高田副工場長、中央研究所只野副所長、須藤部長、第7部新井研究員、日立工場事務管理部白井主任に対し衷心より感謝の意を表わすものである。

参 考 文 献

- (1) A. P. ERSHOV: Programming Programme for the BESM Computer (1959)

- (2) KANNER: Communications of the ACM 2, 19 (Oct. 1959)
 (3) Reference Manual: 650 FORTRAN
 (4) Reference Manual: 7070 Basic FORTRAN
 (5) Reference Manual: FORTRAN II
 (6) Reference Manual: 709 FORTRAN
 (8) 日立製作所: HIPAC 103 プログラミングマニュアル
 (9) 萱島, 高橋, 氏家, 高須: 日立評論 44, 103 (昭 37-7)
 (10) 加藤: 日立評論 44, 1173 (昭 37-8)



特 許 の 紹 介



特許第 286703 号 (特公昭 36-9530)

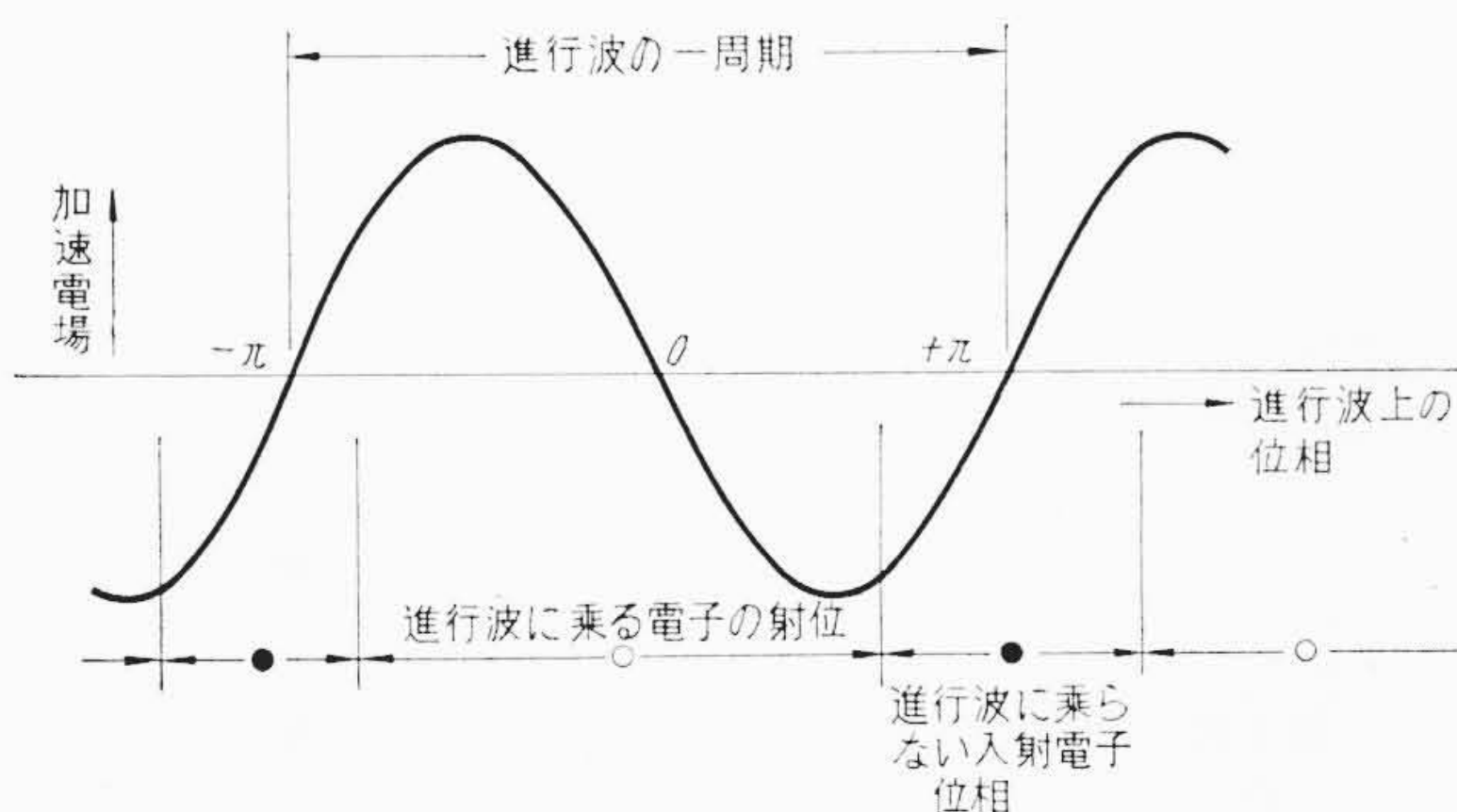
前 川 明 嗣

線 形 電 子 加 速 装 置

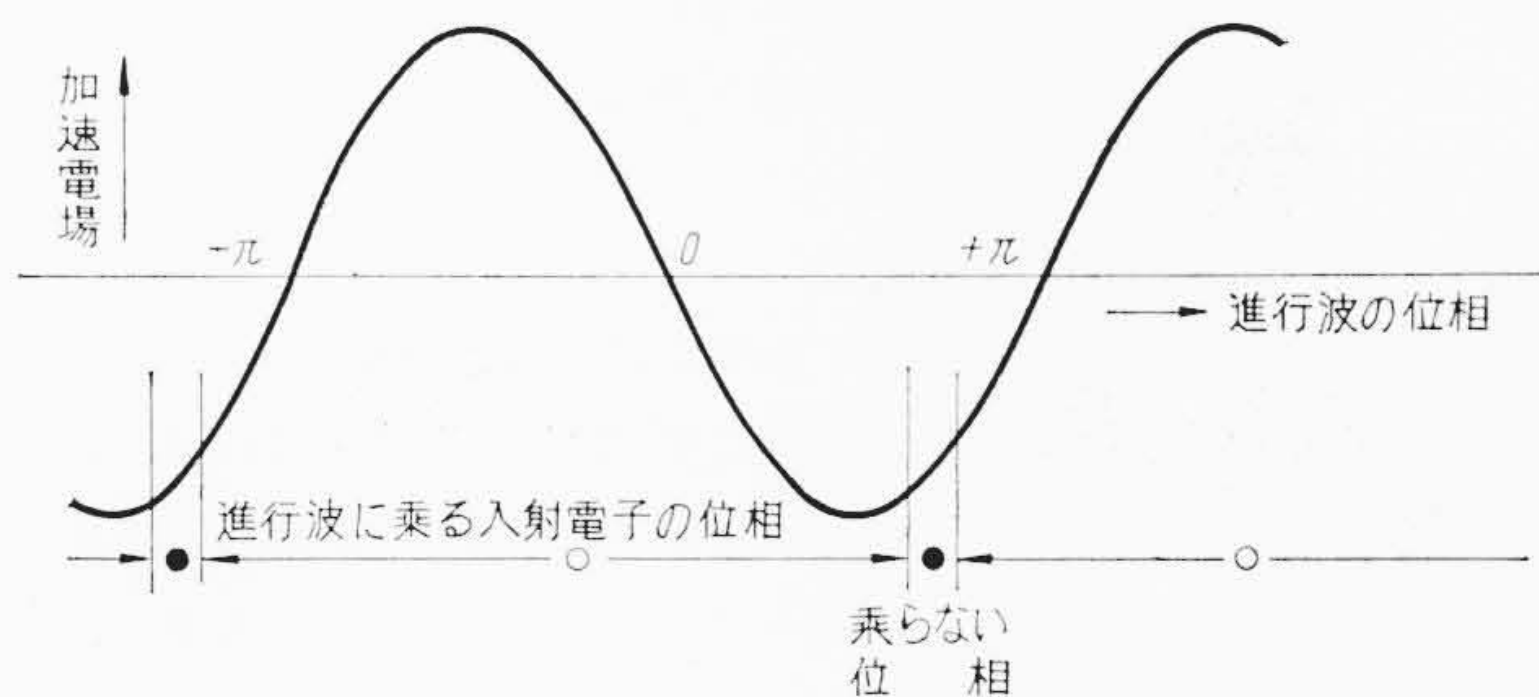
一般に線形電子加速装置の加速用進行波上の位相角 $-\pi$ 付近では、加速電場がきわめて弱いため、従来装置のように、電子の入射速度と進行波の位相速度が等しい場合には、第1図に示すように進行波に乗らない電子の入射位相角の範囲が比較的広く、その結果、出力電子流のエネルギーおよび電流をあまり大きくし得なかった。これに対し本発明は、たとえば電子銃の電子射出用印加高電圧を特

に高くするなどして、あらかじめ電子の加速導波管への入射速度を、この管内における進行波の位相速度よりも速くし、進行波に乗り遅れる電子がないようにして、入射電子中の加速されるものの割合を増加させるようにしたものである。すなわち本発明によれば、第1図に示す状態で落ちていた $-\pi$ 前後の入射電子は同図で右方に移動して進行波に乗るようになり、第2図に示すように、落ち電子すなわち進行波に乗り遅れる電子の入射時の位相幅を(理論的には零にまで)狭くし、集群作用を良好ならしめることとなる。

(水 本)



第 1 図



第 2 図

特許第 250421 号 (特公昭 33-6263)

渡 辺 宏

電 子 線 の 速 度 分 析 装 置

この発明は速度分析用磁界レンズを、 $\frac{IN}{\sqrt{E}} \simeq 30$ あるいは $\omega = \sqrt{\left(\frac{1}{16.81} \cdot \frac{IN}{\sqrt{E}}\right)^2 + 1} \simeq 2$ (ただし IN はアンペア巻数、 E は電子線ボルト速度) において使用するものとし、なお該磁界レンズの前方に可動絞りを設けて、電子速度差を終像面上における間隔として表示させるようにした、電子線の速度分析装置に関するものである。さてこのように構成した場合、電子線中の電子の速度分布は、電子線が通過してきた試料に固有のものであるので、単に絞りの位置および励磁の調整により簡単かつめいりょうに試料が何であるかを知ることができ、また試料内の電子エネルギー準位などに関し種々の知識をうることが可能となる。さらに上記速度分析用磁界レンズは、励磁を減少することにより電子顕微鏡あるいは電子回折の磁界レンズとしても使用しうる効果がある。(永 田)

