電子計算機のプログラミングに関する研究 II

永　原　　　茂
沢　井　喜　作

Study on Programming in the Electonic Computer II

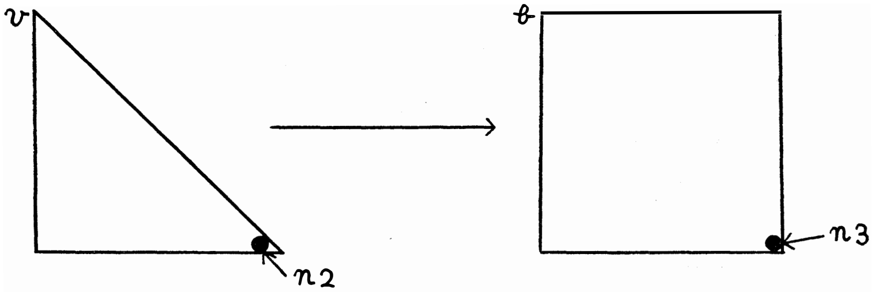
Sigeru Nagahara
Kisaku Sawai

We abtained the programs which are used in the calculation of the matrix problem and in the electronic computer of Facomb 202

電子計算機のプログラミングに関する研究 I に引続いて基礎的な問題（主として 行列に関するもの）を解く幾つかのプログラムを作った。

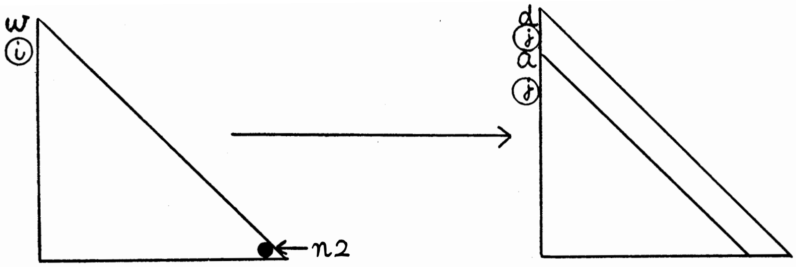
A ： 三角行列を正方行列に置換する。
B ： 三角行列を三角行列の対角線要素と残りの三角行列に置換する。
C ： 正方行列を三角行列に置換する。
D ： 二つの三角行列の和を三角行列にする。
E ： 二つの三角行列を矩形行列に置換する。
G ： 矩形行列の右半分の要素を三角行列の対角要素と残りの三角行列に置換する。
H ： 大きい数値から順にならべかえる。
I ： 正方行列×正方行列×行列を計算して行列を得る。

三角行列（v）を正方行列（b）に置換する



	b	i.	n2)	n2⟶Bi
	b	k.	n3)	n3⟶Bk
	x	k.	p1)	n3 を p1 の address へ plant
	b	k.	n+n)	2n⟶Bk
	x	k.	p2)	2n を p2のaddress へ
(p1,	b	j.	0)	n3⟶Bj
	x	j.	p6)	n3 を p6 の address へ
	x	j.	p3)	n3 を p3 の address へ　b 行列の対角要素の準備
	bln	j.	n+n+2)	Bj−(2n+2) を⟶Bj
	x	j.	p1)	Bj を p1 の address へ
(p2,	b	k.	0)	2n⟶Bk
	bln	k.	2)	2n−2⟶Bk　回転数の準備
	x	k.	p2)	Bk を p2 の address へ
	r	i.	v)	v 行列の最終番地から Acc へとり出す
(p3,	b	j.	0)	n3⟶Bj
	t	j.	b)	Acc⟶b 行列の最終番地より順に store
	zln	k.	p4)	if Bk≠0　Bk−2⟶Bk　p4へとぶ
	j	l.	p10)	p10 へとんでここをぬけでる
(p4,	bln	i.	2)	Bi−2⟶Bi
	r	i.	v)	v 行列の要素を⟶Acc へ
	bln	j	2)	Bj−2⟶Bj
(p5,	t	j.	b)	Acc⟶b 行列の行要素へ store
	x	j.	p7)	Bj をp7 の address へ
(p6,	b	j.	0)	n3⟶Bj
	bln	j.	n+n)	n3−2n⟶Bj
	x	j.	p6)	Bj を p6 の address へ
	t	j.	b)	Acc⟶b 行列の列要素へ store
(p7,	b	j.	0)	ここでb 行列の行要素を Bj に set
	zln	k.	p4)	if Bk≠0　Bk−2⟶Bk　p4 へとぶ
	bln	i.	2)	Bi−2⟶Bi
		jl.	p1)	p1 へとぶ
		e.	*)	

三角行列（w）を三角行列の対角要素（d）と残りの三角行列（a）に置換する



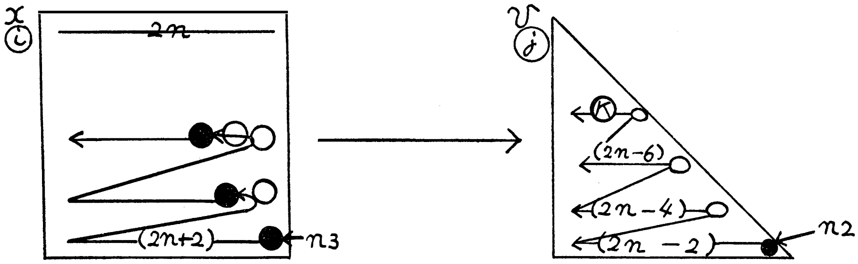
	b	j.	n+n)	2n⟶Bj
	x	j.	p3)	Bj を p3 の address に plant
	bln	j.	2)	Bj−2⟶Bj
	x	j.	p1)	Bj を p1 の address へ
	x	j.	p8)	Bj p8 の address へ
	b	i.	n2)	n2⟶Bi
	x	i.	p2)	Bi を p6 の address へ
	bln	i.	2)	Bi−2⟶Bi
	x	i.	p6)	Bi を p2 の address へ
(p1,	b	j.	0)	2n−2⟶Bj
(p2,	b	i.	0)	n2⟶Bi
	r	i.	w)	w 行列の最終要素からとり出し Acc へ
	t	j.	d)	d の最終要素から順に store
(p3,	bln	i.	0)	n2−2n⟶Bi
	x	i.	p2)	Bi を p2 の address へ
	bm	i.	p3)	p3 の address をとり出しここの address へいれる
	bln	i.	2)	n2−2⟶Bi
	x	i.	p3)	Bi を p3 の address へ
	bln	j.	2)	Bj−2⟶Bj
	zm	i.	p2)	Bi≧のとき p2 へとぶ no ならば次へ
(p6,	b	i.	0)	n2−2⟶Bi
	bm	j.	s−1)	n2−2⟶Bj
	blmn	j.	p8)	Bj−(2n−2)⟶Bj
(p8,	b	k.	0)	2n−2⟶Bk
	bln	k.	2)	Bk−2⟶Bk
	x	k.	p8)	Bk⟶p8
(p7,	r	i.	w)	w 行列の要素を Acc へとりだす
	t	j.	a)	a 行列の最終要素より順につめる
	bln	i.	2)	Bi−2⟶Bi
	bln	j.	2)	Bj−2⟶Bj
	zln	k.	p7)	Bk≒0のとき Bk−2⟶Bk p7へとぶ Bk=0のとき次へ
	bln	i.	2)	Bi−2⟶Bi
	zm	j.	p8)	Bj≧0 のとき p8 へとぶ no ならば 次へ
		e.	*)	終了

w 行列の対角要素の準備

ここで対角要素（d）への置換が終る

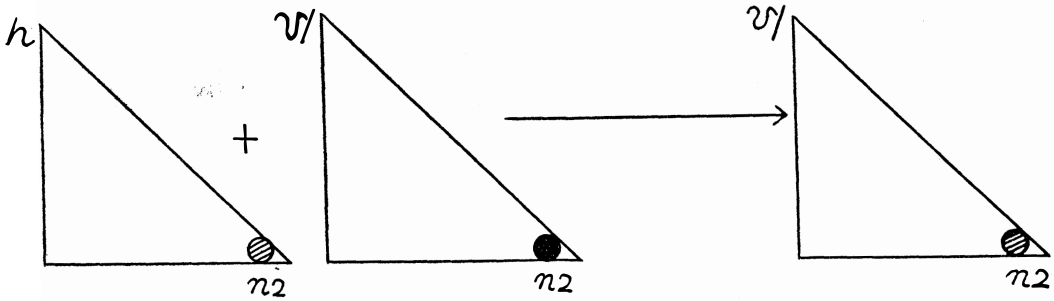
回転数をへらして準備する

正方行列(x)を三角行列（v）に置換する



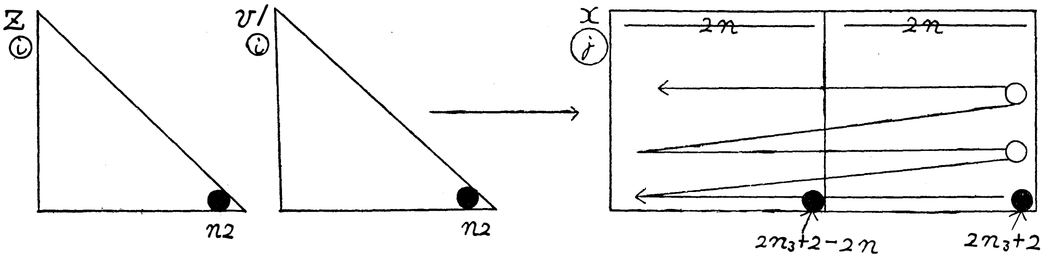
	b	i.	n3+n+n+2)	n3+n+n+2⟶Bi
	x	i.	p2)	Bi を p2 の address に plant
	b	i.	n+n)	n+n⟶Bj
	x	i.	p3)	Bi を p3 の address へ
	b	i.	n2)	n2 →Bi
(p2,	b	j.	0)	n3+n+n+2⟶Bj ⎫ x の対角要素の準備
	bln	j.	n+n+2)	Bj−(n+n+2) ⎬
	x	j.	p2)	⎭
(p3,	b	k.	0)	n+n⟶Bk ⎫ v の行要素の回転数の set
	bln	k.	2)	Bk−2⟶Bk ⎬
	x	k.	p3)	⎭
(p6,	r	j.	x)	x matrix の要素を Acc へ
	t	i.	v)	Acc⟶Vmatrix の行要素へ store
	bln	j.	2)	Bj−2⟶Bj v の最終番地から順にへらす
	bln	i.	2)	Bi−2⟶Bi x の最終番地から順にへらす
	zln	k.	p6)	Bk−2⟶Bk Bk≠0 のとき 回転数を順にへらし p6 へとぶ Bk=0 のとき s+1 へ
	zm	i.	p2)	Bi≠0 のとき p2 へとぶ Bi=0 のとき s+1
		e.	*)	終了

2つの三角行列の和（h）＋（v1）を三角行列（v1）にする



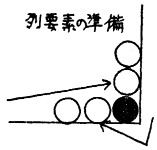

```
         bn   j.      n2)      －n2→Bj
(p15,    r    j.    h+n2)      h 行列の先頭番地よりとり出し Acc へ
         a    j.   v1+n2)      v1 行列の先頭番地よりとり出し Acc へ加算する
         t    j.   v1+n2)      その結果を v1 行列の先頭番地からつめる
(p16,    b    k.        )
         zn   k.     s+4)
         r    j.   v1+n2)
         b    k.       3)
         x    k.     p16)
         j    i.     p+3)
         b    k.       9)
(p17,    b    k.        )
         zln  k.     p19)
         omn.          8)
         b    k.       0)
         x    k.     p16)
(p18,    b    k.       2)
         x    k.     p17)
         bl   k.       2)
         x    k.     p18)
         jl.         s+2)
(p19,    x    k.     p17)
(p20,    zl   j.     p15)      kj≠0 のとき　kj+2──→kj　p15 へとぶ　kj=0 のとき　次へ
              e.       *)      終了
```

2つの三角行列(z), (v1) を短形行列 (x) に置換する

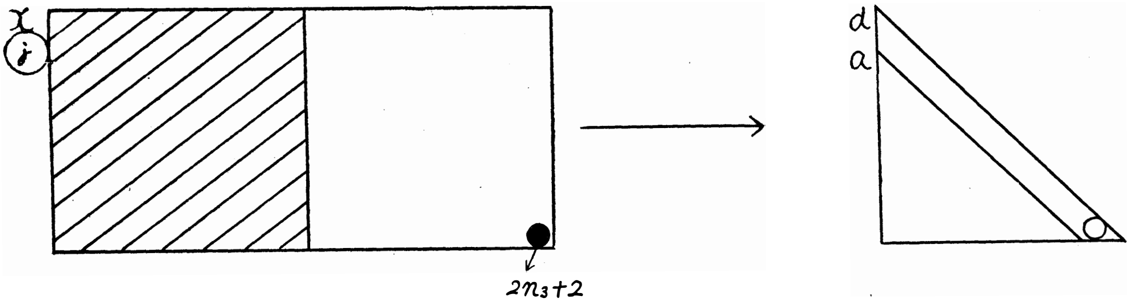



```
         b     i.      n3+n3+2)
         x     i.           p8)
         b     i.           v1)
         x     i.          p11)
         x     i.          p12)
         j     n.           p9)
         b     i.
            n3+n3+2−n−n)
         x     i.           p8)
         b     i.            z)
         x     i.          p11)
         x     i.          p12)
         j     n.           p9)
         j     l.         p156)
(p 9、   j     l.            0)
         b     i.           n2)
(p 8,    b     k.            0)
         x     k.           p1)
         b     k.          n+n)
         x     k.           p2)
(p 1,    b     j.            0)
         x     j.           p6)
         x     j.           p3)
         bln   j.
              n+n+n+n+2)
         x     j.           p1)
(p 2,    b     k.            0)
         bln   k.            2)
         x     k.           p2)
(p11,    r     i.            0)
(p 3,    b     j.            0)
         t     j.            x)
         zln   k.           p4)
               jl.          p9)
(p 4,    bln   i.            2)
(p12,          ri.           0)
         bln   j.            2)
(p 5、   t     j.            x)
         x     j.           p7)
(p 6,    b     j.            0)
         bln   j.   n+n+n+n)
         x     j.           p6)
         t     j.            x)
(p 7,    b     j.            0)
         zln   k.           p4)
         bln   i.            2)
               jl.          p1)
```

n3+n3+2──→Bi
Biをp8のaddressにplant
v1──→Bi　}x matrix の右半分へstoreの準備
Biをp11のaddressへ
Biをp12のaddressへ
p9+1へとぶ　location(s+1) を p9 の address へ
n3+n3+2−n−2──→Bi
Biをp8のaddressへ
z──→Bi　}xmatrix の左半分へ store の準備
Biをp11のaddressへ
Biをp12のaddressへ
jump to p9+1, location(s+1) を p9 の addressへ
p156へとんでぬけ出る
n2──→Bi
n3+n3+2──→Bk
Bk を p1 の address へ
n+n──→Bk
Bk を p2 の address へ
n3+n3+2──→Bj
Bjをp6のaddressへ
Bjをp3のaddressへ　}x の対角要素の準備
Bj−(n+n+n+n+2)──→Bj
Bjをp1のaddressへ
n+n──→Bk
Bk−2──→Bk　}回転数の set
Bkをp2のaddressへ
zmatrixの要素　を Acc へ
n3+n3+2──→Bj
Acc──→x matrix の対角要素へ store
(Bk≠0 のとき　回転数をへらし jump to p4
Bk≠0のとき　s+1へ)
jump to p9
z の最終番地の方から順にへらす
zmatrix の要素　を Acc へ
Bj−2──→Bj　行要素を変える
Acc──→x matrix の 行要素へ store
Bj を p7 の address へ
n3+n3+2──→Bj
Bj−(n+n+n+n)──→Bj　}列要素の準備
Bjをp6のaddressへ
Acc──→x matrix の列要素へ store
行要素(Bj) の set
Bk≠0 ならば回転数をへらし jump to p4 Bk=0のときs+1
Bj−2──→Bj
jump to p1

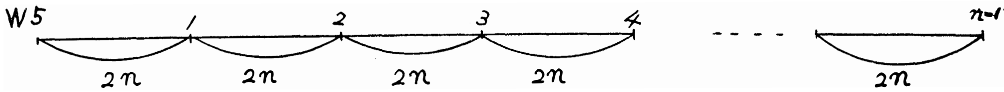


矩形行列（x）の右半分の要素を三角行列の対角要素（d）と残りの三角行列（a）に置換する



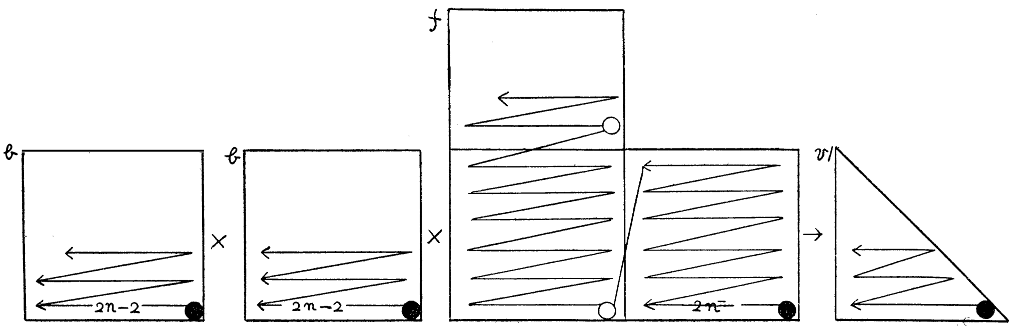

```
       b     i.   n3+n3+4+n+n+n+n)     2n3+4n+4 →Bi
       x     i.              p2)       Bi を p2 の address へ plant
       b     i.              n+n)      2n──→Bi
       x     i.              p3)       Bi を p3 の address へ
       b     i.            n2−n−n)     n2−2n──→Bi
(p2,   b     j.               0)       2n3+4n+4──→Bj      ⎫
       bln   j.n+n+n+n+2)              Bj−(4n+2)──→Bj     ⎬x matrix の右半分の対角要素の準備
       x     j.              p2)       Bjを p2のaddressへ ⎭
(p3,   b     k.               0)       2n──→Bk            ⎫
       bln   k.               2)       Bk−2──→Bk          ⎬対角要素(d)の準備回転数の set
       x     k.              p3)       Bk を p3のaddress へ⎭
(p6    r     j.               x)       x matrix の要素を Acc へ
       t     k.               d)       Acc──→d 要素へ store
       zln   k.              p7)       Bk≠0 のとき Bkをへらし p7へとぶ
       j     l.              p8)       p8 へとんでぬけでる
(p7,   bln   i.               2)       Bi−2− →Bi
       r     j.               x)       x matrix の要素 を Acc へ
       t     i.               a)       Acc──→a matrix の最終番地から順に store
       bln   i.               2)       Bi−2──→Bi
       zln   k.              p7)       Bk≠0 のときBkをへらし p7へとぶ Bk=0のとき s+1へ
       j     l.              p2)       p2 へとぶ
```

大きい数値から順に（w5）（w5+1）(w5+2)……(w5+n−1) へならべる



	rm.		r6)	Acc に 0 をもってくる	
	bn	i.	n−1)	−(n−1)⟶Bi	
	tm	i.	w5+n−1)	Acc⟶w5 へ store	
	qm.		n+n)	次の operand で 2n を用いる	
	am.		0)	2n を Acc に加える	
	z	i.	s−3)	if Bi≠0 Bi+1⟶Bi s−3 へ no ならば次へ	
	b	i.	n−1)	n−1⟶Bi	
(p4,	x	i.	s+1)	Bi を次の location の address へ	
	b	k.	0)	n−1⟶Bk	
	j	l.	p3)	p3 へとぶ	
(p2,	xn	k.	d)	(d+n−2) を次の address のために用いる	
	r	k.	0)	(d+n−2) の内容を Acc へおく	
	xn	i.	d)	(d+n−1) を次の address へ	いれかえなし
	an	i.	0)	(d+n−1) の内容を Acc から減算する	
		k.	p3)	Acc≧0 のとき p3 へとぶ no ならば次へ	
	xn	i.	d)	(d+n−1) を次の address へ	
	p	i.	0)	(d+n−1) の内容を p register へ	
	xn	k.	d)	(d+n−2) を次へ	
	r	k.	0)	(d+n−2) の内容を Acc へおく	いれかえする
	xn	i.	d)	(d+n−1) を次へ	
	t	i.	0)	(d+n−1) の番地へ (d+n−2) の内容をいれる	
	xn	k.	d)	(d+n−2) を次へ	
	u	k.	0)	(d+n−2) の番地へ(d+n−1) の内容をおく	
	pm	i.	w5)	(w5+n−1) を p register へ	
	rm	k.	w5)	(w5+n−2) の内容を Acc へ	
	tm	i.	w5)	Acc⟶(w5+n−1) の番地へ	
	um	k.	w5)	(w5+n−2) へ (w5+n−1) の内容をもってくる	
(p3,	zn	k.	p2)	if Bk≠0 Bk−1⟶Bk p2 へとぶ no ならば次へ	
	zn	i.	p4)	if Bi≠0 Bi−1⟶Bi p4 へとぶ no ならば次へ	
	jl.		p159)	⟶p159 へとぶ	
	e.		*)	終了を実行する	

正方行列（b)×(b) ×行列（f）を計算して行列（v1）にする



	b	k.	l)	l⟶Bk
	b	j.	n1+n1+n+n−2+v1)	v1+2n1+2n−2⟶Bj
	x	j.	s+3)	Bj を s+3 の address へ
(p 1,	b	j.	n)	n⟶Bj
	x	j.	p2)	n を p2 の address へ
	b	j.	0)	v1+2n1+2n−2⟶Bj
	xlm	j.	)	Bj の clear
	x	j.	p9)	Bj を p9 の address へ
	x	j.	p10)	Bj を p10 へ
	x	j.	p11)	Bj を p11
	bln	j.	2)	Bj−2⟶Bj
	x	j.	p1+2)	これを p1+2 の address へ
(p 2,	b	j.	0)	n⟶Bj
	xn	j.	w5−1)	w5+n−1 を次の address へ
	bm	i.	0)	w5+n−1⟶Bi
	bl	i.	b)	Bj+b⟶Bi
	bln	j.	1)	Bj−1⟶Bj=n−1
	x	j.	p2)	Bj を p2 の address へ
	blm	j.	p2)	2n−2⟶Bj
	bln	j.	n)	2n−2−n⟶Bj=n−2
	zmn	j.	p8)	if Bj=0 p8へとぶ
	x	i.	p4)	b+w5+n−1 を p4 の address へ
	x	i.	p5)	〃 を p5 の address へ
	b	i.	n+n−2)	2n−2⟶Bi
(p 3,	b	j.	n+n−2)	2n−2⟶Bj
	xlm.		w)	w 番地の clear
(p 5,	r	j.	0)	b+(w5+n−1)+2n−2⟶Acc
(p 6,	v	k.	f)	f の最終番地より順にかける
	a.		w)	w 番地の内容を加える
	t.		w)	Acc⟶w 番地に working
	bln	k.	2)	Bk−2⟶Bk
	zln	j.	p5)	if Bj≠0 Bj−2⟶Bj p5へとぶ Bj=0 なら次へ
(p 4,	v	i.	0)	
(p 9,	a.		0)	w×〔(b+w5+n−1)+2n−2〕
(p10,	t.		0)	v1行列の最終番地より順に store
	zln	j.	p3)	if Bi≠0 Bi−2⟶Bi p3へとぶ no のとき次へ
	j	l.	p2)	jump to p2
(p 8,	x	k.	p7)	Bk を p7 のaddress へ plant
(p 7,	b	k.	0)	l−2n⟶Bk
	zm	k.	p1)	if Bk≧0 p1へとぶ no ならば次へ
	jl.		m2)	m2 へとぶ
			〔p1〜p11〕	
	e.		*)	

本研究は東京大学物性研究所電子計算機室での FACOM—202 の電子計算機を使用した時の実際のプログラミングである。

同計算機室長井上謙処氏，同室の高橋秀和氏，寺崎公子氏には大変に御世話になりこのプログラミングの大半はその指導によったものであることを記してその御厚情を深く感謝する次第であります。

またこの機会を与えられた東大教授柿内賢信博士（物性研究所）には色々と御指導御厚情を頂きまして厚く感謝を捧げる次第であります。