หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การใช้เทคนิคทางคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากงานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับตัวเลขและวิธีการคำนวณต่าง ๆ ตลอดจนมีตัวแปรหลายชนิด ดังนั้นเพื่อความสะดวก รวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำขึ้น จึงเห็นสมควรใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยเพื่อให้งานวิจัยนี้บรรลุเป้าหมาย และทำให้ปัญหาง่ายขึ้น ดังนั้นงานที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยคือ

1) การวิเคราะห์หาสมการรีเกรสชันโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดอย่างธรรมดา (Ordinary Least Square Method)

2) การวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ, SPSS^{X} (Statistical Package for the Social Sciences) release 2.1

<u>การวิเคราะห์หาสมการรีเกรสชันโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดอย่างธรรมดา</u>

ในการวิเคราะห์หาปริมาณต่าง ๆ ในตัวอย่างดับโดยใช้เทคนิคทางอะตอมมิกแอบซอพชันสเปกโตรโฟโตเมตรีนั้น จำเป็นต้องสร้างกราฟมาตรฐานเพื่อใช้เป็นกราฟสำหรับหาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง ซึ่งกราฟมาตรฐานนี้ควรจะเป็นเส้นตรง ดังนั้นในการสร้างสมการเส้นตรงจากข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากสารละลายมาตรฐานจึงจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางสถิติเข้าช่วยด้วย การหาสมการรีเกรสชันโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดอย่างธรรมดา

Least square method เป็นเทคนิคอันหนึ่งสำหรับหาสมการคาดคะเนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม, Y กับตัวแปรอิสระหนึ่งตัว, X โดย X จะมีอิทธิพลต่อ Y ในรูปเส้นตรงที่มีสมการทั่วไปเป็น

$$Y = a + bX \qquad \ldots\ldots\ldots (1)$$

โดย a = จุดตัดบนแกนตั้ง

b = ความชันของเส้นตรง

ค่า a และ b สามารถคำนวณหาได้จากสูตร

$$a = \frac{\Sigma Y}{n} - b\frac{\Sigma X}{n} \qquad \ldots\ldots\ldots (2)$$

$$b = \frac{\Sigma XY - \frac{\Sigma X \Sigma Y}{n}}{\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}} \qquad \ldots\ldots\ldots (3)$$

เมื่อ n = จำนวนข้อมูล

เนื่องจากการหาค่า a และ b ต้องใช้การคำนวณหลายขั้นตอนจึงใช้โปรแกรม Least Square Method เพื่อให้คอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณจะได้ประหยัดเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีงานวิจัยที่มีจำนวนข้อมูลเป็นจำนวนมาก และต้องการความสะดวก ถูกต้องและแม่นยำ ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Least Square Method ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมนี้สร้างกราฟมาตรฐานรูปที่ 3.9-3.17 และคำนวณหาปริมาณเหล็ก ทองแดง และสังกะสีในตัวอย่างดับ ซึ่งผลการคำนวณแสดงในตารางที่ 3.1 และ 3.12

<u>การวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS^X, release 2.1</u>

จากการเลือกใช้โปรแกรมย่อยที่เหมาะสมของโปรแกรม SPSS^X นี้จะทำให้สามารถคาดคะเนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในรูปสมการหรือกราฟได้ รวมทั้งสามารถคำนวณค่าทางสถิติของข้อมูลได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ตัวแปรต่าง ๆ เหล่านั้นได้แก่ ปริมาณเหล็ก ทองแดง และสังกะสีในตัวอย่างดับ รวมทั้งเพศและอายุของเจ้าของตัวอย่างดับเหล่านั้น

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้คำสั่งย่อยต่าง ๆ ดังแสดงเป็นโปรแกรมในตารางที่ 4.2 และมีรายละเอียดและผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1. <u>คำสั่งโปรแกรม FREQUENCY/HISTOGRAM</u>

เป็นโปรแกรมที่ช่วยสร้างฮีสโตแกรม มีลักษณะเป็นกราฟแท่งที่เขียนระหว่างปริมาณธาตุ ซึ่งจะแบ่งเป็นช่วง กับความถี่ของปริมาณธาตุที่มีค่าอยู่ในช่วงนั้น ๆ ผลที่ได้จะแสดงดังในรูปที่ 4.1-4.5 โดยจะแยกตามเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์ จากฮีสโตแกรมที่ได้นั้นจะบอกให้รู้ถึงการกระจาย (distribution) ของค่าปริมาณเหล็ก ทองแดง และสังกะสีที่วิเคราะห์ได้ นอกจากนั้นโปรแกรมนี้จะให้ค่าทางสถิติต่าง ๆ ของปริมาณธาตุทั้งสามในตัวอย่างดับทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 แสดงโปรแกรมของ Least Square method ที่ใช้ในการคำนวณและสร้างกราฟมาตรฐาน

```
NEWSET   Y<-X    X<-Y
 GET    VERIFY   CALC.    GRAPH

 10 OPTION BASE 1
 20 COM Y(200),X(200),Z(5)
 30 COM Y1,Y2,X0,X1,X2,A,B,V0
 40 COM K1,S1,S2,S
 45 COM SHORT Y3
 47 COM SHORT X3
 50 COM SHORT Y5
 60 COM SHORT X5
 70 COM SHORT R2
 72 COM INTEGER L2
 74 COM INTEGER L1
 76 COM INTEGER C2
 78 COM INTEGER C1
 80 COM INTEGER I
 82 COM INTEGER J
 84 COM INTEGER M
 86 COM INTEGER K
 90 COM Y$[15],X$[15],V$[8]
100 COM K$[256],T$[64],F$[102]
102 SARRAY F$
110 GOSUB 9998
120 ALPHA 1 @ AWRIT "WAIT.."
125 GOSUB 9900
130 FOR I=1 TO 256 @ K$[I,I]=CHR
    $(I) @ NEXT I
140 GOSUB 9996
145 ALPHA 1,1 @ AWRIT "READY "
150 ALPHA 15,1 @ AWRIT "NEWSET"
152 ALPHA 15,9 @ AWRIT " Y<-X "
154 ALPHA 15,18 @ AWRIT "X<-Y "
160 ALPHA 16,1 @ AWRIT " GET"
170 ALPHA 16,9 @ AWRIT "VERIFY"
180 ALPHA 16,18 @ AWRIT "CALC."
190 ALPHA 16,27 @ AWRIT "GRAPH"
200 ON KYBD K,K$ GOTO 1000
210 WAIT 100 @ GOSUB 9996
220 IF FLAG(2) THEN 230
222 IF FLAG(1) AND NOT FLAG(2) T
    HEN K=130 @ GOTO 1000
230 WAIT 5000 @ GOSUB 9996 @ GOT
    O 210
500 IF NOT FLAG(1) OR NOT FLAG(2
    ) THEN RETURN
502 ALPHA 3,1 @ AWRIT " Y = a+b*
    X"
504 ALPHA 5,6 @ AWRIT "a="&VAL$(
    A)
506 ALPHA 6,6 @ AWRIT "b="&VAL$(
    B)
508 ALPHA 8,2 @ AWRIT "R²="&VAL$
    (R2)
510 ALPHA 9,2 @ AWRIT "σ²="&VAL$
    (V0)
512 ALPHA 10 @ PAUSE
514 OFF CURSOR @ RETURN
1000 !
1001 IF K=142 THEN PAUSE
1002 IF K<128 THEN 210
1004 IF K>135 THEN 210
1006 ON K-127 GOSUB 1100,500,300
     0,5000,9900,7000,7500,210
1008 GOSUB 9998 @ GOTO 140
1100 GOSUB 9998
1101 IF FLAG(1) THEN N=N+1
1102 IF FLAG(2) THEN CFLAG 2
1103 ALPHA 1,1 @ AWRIT "GET DATA
     "
1104 ALPHA 3,1 @ AWRIT "E    : en
     d of this routine"
1105 ALPHA 7,1 @ AWRIT "y,x"
1106 ALPHA 4,1 @ AWRIT "D    : de
     lete the LAST WRONG"
1108 ALPHA 7,4 @ AWRIT "#"&VAL$(
     N)
1110 ALPHA 9,1 @ AWRIT RPT$(" ",
     32) @ ALPHA 8,1
1112 LINPUT T$
1113 OFF CURSOR
1114 IF UPC$(T$[1,1])="E" THEN 1
     200
1116 IF UPC$(T$[1,1])="D" THEN S
     FLAG 1 @ GOTO 1134
1117 T=VAL(T$[1,POS(T$,",")-1])
     @ T1=VAL(T$[1+POS(T$,",")])
1118 Y(N)=T @ X(N)=T1
1120 Z(1)=Z(1)+T1 @ Z(2)=Z(2)+T1
     ^2 @ Z(3)=Z(3)+T @ Z(4)=Z(4
     )+T^2 @ Z(5)=Z(5)+T*T1
1122 N=N+1
1123 ALPHA 15,19 @ AWRIT RPT$("
     ",15)
1124 ALPHA 15,9 @ AWRIT "LAST DA
     TUM "&T$
1126 ALPHA 7,1 @ AWRIT "" @ ALPH
     A 3 @ ALPHA 1
1128 GOSUB 9996 @ GOTO 1108
1134 IF NOT FLAG(1) OR N=1 THEN
     1108
1136 ALPHA 15,20 @ AREAD T$
1138 IF LEN(TRIM$(T$))=0 THEN 11
     02
1140 Y9=VAL(T$[1,POS(T$,",")-1])
1142 X9=VAL(T$[1+POS(T$,",")])
1144 Z(1)=Z(1)-X9 @ Z(2)=Z(2)-X9
     ^2 @ Z(3)=Z(3)-Y9 @ Z(4)=Z(
     4)-Y9^2 @ Z(5)=Z(5)-X9*Y9
1146 X(N),Y(N)=INF @ IF N>1 THEN
      N=N-1
1148 ALPHA 15,19 @ IF N-1<=0 THE
     N AWRIT RPT$(" ",14) ELSE A
     WRIT VAL$(Y(N-1))&","&VAL$(
     X(N-1))
1150 GOTO 1126
1200 IF N=1 THEN 1102 ELSE SFLAG
      1 @ T$=VAL$(Y(N-1))&","&VA
     L$(X(N-1)) @ N=N-1 @ RETURN
3000 !
3010 IF NOT FLAG(1) OR FLAG(2) T
     HEN RETURN
3020 B=(N*Z(5)-Z(1)*Z(3))/(N*Z(2
     )-Z(1)^2)
```

หมายเหตุ เป็นโปรแกรมที่ใช้กับเครื่อง HP-14C

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

```
3025 X0=Z(1)/N
3030 A=Z(3)/N-B*X0
3040 R2=A*Z(3)+B*Z(5)-Z(3)^2/N
3050 R2=R2/(Z(4)-Z(3)^2/N)
3060 K1=N^2/(N*Z(2)-Z(1)^2)
3070 S1=SQR((N*Z(4)-Z(3)^2)/(N*(
     N-1)))
3080 S2=SQR((N*Z(2)-Z(1)^2)/(N*(
     N-1)))
3090 V0=(S1^2-(B*S2)^2)*(N-1)/(N
     -2)
3100 S=B
3110 DEF FNV1(X) = V0*(1+K1*(X0-
     X)^2)/(N*S2^2)
3120 DEF FNF(X) = A+B*X
3130 DEF FNV2(Y)
3140 K2=(N-1)/(N-2)*(S2^2-(R2/B)
     ^2*S1^2)
3150 FNV2=K1/(N*S1^2)*(1+N^2*(Z(
     3)/N-Y)^2/(N*Z(4)-Z(3)^2))
3160 FN END
3170 DEF FNG(Y) = (Y-A)/B
3200 SFLAG 2 @ RETURN
5000 !
5002 !
5006 ! GRAPH SETTING
5008 GOSUB 9998
5010 ALPHA 1,1 @ AWRIT "GRAPH SE
     TTING"
5012 I=5 @ J=25
5014 ALPHA 3,16 @ AWRIT "X-AXIS"
5016 ALPHA 2,26 @ AWRIT "Y-AXIS"
5018 ALPHA 5,1 @ AWRIT "INTERCEP
     T"
5020 ALPHA 6,1 @ AWRIT "MINIMUM"
5022 ALPHA 7,1 @ AWRIT "MAXIMUM"
5024 ALPHA 8,1 @ AWRIT "TIC"
5026 ALPHA 9,1 @ AWRIT "LABEL"
5028 ALPHA 5,15 @ AWRIT GET$(F$(
     1))
5030 ALPHA 5,25 @ AWRIT GET$(F$(
     6))
5032 ALPHA 6,15 @ AWRIT GET$(F$(
     2))
5034 ALPHA 6,25 @ AWRIT GET$(F$(
     7))
5036 ALPHA 7,15 @ AWRIT GET$(F$(
     3))
5038 ALPHA 7,25 @ AWRIT GET$(F$(
     8))
5040 ALPHA 8,15 @ AWRIT GET$(F$(
     4))
5042 ALPHA 8,25 @ AWRIT GET$(F$(
     9))
5044 ALPHA 9,15 @ AWRIT GET$(F$(
     5))
5046 ALPHA 9,25 @ AWRIT GET$(F$(
     10))
5047 L1=9 @ L2=25 @ C1=5 @ C2=25
5048 ALPHA C1,C2-1 @ AWRIT "*"
5049 ALPHA C1,C2 @ J=CURSCOL-1 @
      I=CURSROW
5050 OFF KYBD K$
5052 ON KYBD K,K$ GOTO 5500
5054 OFF CURSOR @ GOSUB 9996 @ W
     AIT 50000 @ GOTO 5054
5100 IF K=47 THEN 5508
5105 J=J+1
5110 I9=C2=15 AND (J>14 AND J<23
     )
5115 I8=C2=25 AND (J>24 AND J<33
     )
5120 IF I8 OR I9 THEN 5130 ELSE
     J=J-1 @ GOTO 5508
5125 IF C2=25 AND (J>24 AND J<33
     ) THEN 5130 ELSE J=J-1 @ GO
     TO 5508
5130 ALPHA I,J @ AWRIT CHR$(K)
5135 GOTO 5050
5200 ALPHA C1,C2 @ AREAD V$[1,8]
5202 IF C2=15 THEN M=1 ELSE M=2
5204 SLET F$(C1-4+5*(M-1)) = V$
5206 X5=VAL(GET$(F$(1)))
5208 X1=VAL(GET$(F$(2)))
5210 X2=VAL(GET$(F$(3)))
5212 X3=VAL(GET$(F$(4)))
5214 X$=GET$(F$(5))
5216 Y5=VAL(GET$(F$(6)))
5218 Y1=VAL(GET$(F$(7)))
5220 Y2=VAL(GET$(F$(8)))
5222 Y3=VAL(GET$(F$(9)))
5224 Y$=GET$(F$(10))
5226 GOTO 5048
5250 IF C1#9 THEN 5508
5252 GOTO 5100
5400 COPY @ GOTO 5508
5450 GOTO 6000 ! VIEW GRAPH
5500 IF K>44 AND K<58 THEN 5100
5501 IF K>64 AND K<91 OR K>96 AN
     D K<123 THEN 5250
5502 IF K=137 THEN 5400
5503 IF K=32 THEN 5100
5504 IF K=147 THEN 5450
5505 IF K=17 THEN 6000
5506 IF K>155 AND K<166 THEN 560
     0
5507 IF K=154 THEN 5200
5508 GOSUB 9996 @ GOTO 5050
5600 IF K>=158 AND K<=160 OR K>=
     163 AND K<=164 THEN 5508
5601 ALPHA C1,C2-1 @ AWRIT " "
5602 IF K=165 THEN 5636
5604 IF K=156 THEN 5629
5606 IF K=157 THEN 5621
5608 IF K=161 THEN 5615
5610 L1=C1 @ C1,I=C1+1
5612 IF C1>9 THEN C1,I=5
5614 GOTO 5640
5615 !
5616 L1=C1 @ C1,I=C1-1
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

```
5618 IF C1<5 THEN C1,1=9
5620 GOTO 5640
5621 !
5622 L2=C2
5624 IF C2=25 THEN C2,J=15 ELSE
     C2,J=25
5628 GOTO 5640
5629 !
5630 L2=C2
5632 IF C2=15 THEN C2,J=25 ELSE
     C2,J=15
5634 GOTO 5640
5636 L1=C1 @ L2=C2
5638 C1=5 @ C2=15
5640 ALPHA L1,L2 @ OFF CURSOR @
     AREAD V$[1,8]
5642 ! ASSIGN VT$ TO F$(11,12)
5900 IF L2=15 THEN M=1 ELSE M=2
5902 SLET F$(L1-4+5*(M-1)) = V$
5904 X5=VAL(GET$(F$(1)))
5906 X1=VAL(GET$(F$(2)))
5908 X2=VAL(GET$(F$(3)))
5910 X3=VAL(GET$(F$(4)))
5912 X$=GET$(F$(5))
5914 Y5=VAL(GET$(F$(6)))
5916 Y1=VAL(GET$(F$(7)))
5918 Y2=VAL(GET$(F$(8)))
5920 Y3=VAL(GET$(F$(9)))
5922 Y$=GET$(F$(10))
5924 ALPHA L1,L2-1 @ AWRIT " "
5926 GOTO 5048
6000 OFF KYBD K$
6002 GCLEAR @ PEN 1
6004 SCALE X1,X2,Y1,Y2
6006 XAXIS Y5,X3,X1,X2
6008 YAXIS X5,Y3,Y1,Y2
6009 P=.03125*(X2-X1)*CEIL(LEN(X
     $))
6010 MOVE X2-P,Y5+.03125*(Y2-Y1)
6012 LABEL X$
6014 MOVE X5+.03125*(X2-X1),Y2-.
     0625*(Y2-Y1)
6016 LABEL Y$
6020 !
6028 FOR M=2 TO FLOOR((X2-X1)/X3
     ) STEP 2
6030 MOVE M*X3-.01563*(X2-X1),Y5
     -.06253*(Y2-Y1)
6035 LABEL VAL$(X3*M)
6040 NEXT M
6045 P=Y2-.03125*(Y2-Y1)
6050 FOR M=2 TO FLOOR((P-Y1)/Y3)
     -1 STEP 2
6055 MOVE X5+.03125*(X2-X1),M*Y3
     -.01523*(Y2-Y1)
6060 LABEL VAL$(Y3*M)
6065 NEXT M
6800 IF K=17 THEN 6801 ELSE WAIT
      50000
6801 IF NOT FLAG(1) THEN RETURN
6802 P=INF @ Q=-INF
6804 FOR M=1 TO N
6806 IF X(M)<P THEN P=X(M) @ M0=
     M
6808 IF X(M)>Q THEN Q=X(M) @ M9=
     M
6810 NEXT M
6900 IF K=147 THEN 5050
6902 IF NOT FLAG(2) THEN RETURN
6904 MOVE X(M0),FNF(X(M0))
6906 PLOT X(M0),FNF(X(M0))
6908 DRAW X(M9),FNF(X(M9))
6910 K8=2*(X2-X1)/192
6912 K9=6*(Y2-Y1)/256
6914 FOR M=1 TO N
6916 MOVE X(M)-K8,Y(M)-K9
6918 LABEL "*"
6920 NEXT M
6922 WAIT 50000
6996 RETURN
7000 !
7010 IF NOT FLAG(2) THEN RETURN
7020 GOSUB 9998
7030 DISP "X VALUE";@ INPUT X7
7040 DISP "Y(expected)=";FNF(X7)
7050 DISP "VAR=";FNV1(X7)
7060 OFF CURSOR @ WAIT 6000
7070 RETURN
7500 !
7510 IF NOT FLAG(2) THEN RETURN
7520 GOSUB 9998
7530 DISP "Y VALUE";@ INPUT X7
7540 DISP "X(expected)=";FNG(X7)
7550 DISP "VAR=";FNV2(X7)
7560 OFF CURSOR @ WAIT 6000
7570 RETURN
9000 !
9900 N=1 @ Z(1),Z(2),Z(3),Z(4),Z
     (5)=0 @ T$=""
9902 SFLAG "◀◀◀◀◀◀◀◀◀" @ RESTORE
     9906
9904 READ X5,Y5,X1,Y1,X2,Y2,X3,Y
     3,X$,Y$
9906 DATA 0,0,-1,-.1,11,.8,1,.1,
     ppm,abs
9908 SLET F$(1) = VAL$(X5)
9910 SLET F$(2) = VAL$(X1)
9912 SLET F$(3) = VAL$(X2)
9914 SLET F$(4) = VAL$(X3)
9916 SLET F$(5) = X$
9918 SLET F$(6) = VAL$(Y5)
9920 SLET F$(7) = VAL$(Y1)
9922 SLET F$(8) = VAL$(Y2)
9924 SLET F$(9) = VAL$(Y3)
9926 SLET F$(10) = Y$
9928 RETURN
9996 BEEP 50,30 @ WAIT 60 @ BEEP
      50,30 @ RETURN
9998 ALPHA 1,1 @ CLEAR @ RETURN
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 แสดงโปรแกรม SPSS^{x} release 2.1 ที่ใช้วิเคราะห์ผลการทดลองหาปริมาณเหล็ก ทองแดง และสังกะสี ในตัวอย่างตับ

```
1    //BIAZ1111 JOB CLASS = N, MSG CLASS = A, MGC LEVEL = (1,1),
       TYPRUN = HOLD
2    //BIAZ1111 EXEC SPSSX
3    UNNUMBERED
4    DATA LIST/
5    ID 1-3 SEX 4 STAT 5 AGE 6-7 WT 8-12(4) FE 13-17
6    CU 18-21 ZN 22-25 MT 26
7    VALUE LABLES SEX 1 'MALES' 2 'FEMALS'/
8                 STAT 1 'NORMAL' 2 'ABNORMAL'
9    MISSING VALUES ZN (9999)
10   BEGIN DATA
11
 :
184  FINISH DATA
185  SELECT IF (STAT EQ 1)
186  TEMPORARY
187  SELECT IF (MT EQ 1)
188  FREQUENCY VARIABLES = SEX AGE WT FE CU ZN /
189            FORMAT = NEWPAGE/HISTOGRAM/
190            STATISTICS = ALL
191  TEMPORARY
192  SELECT IF (MT EQ 2)
193  FREQUENCY VARIABLES = SEX AGE WT FE CU
194            ZN/FORMAT = NEWPAGE/HISTOGRAM/
195            STATISTICS = ALL
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

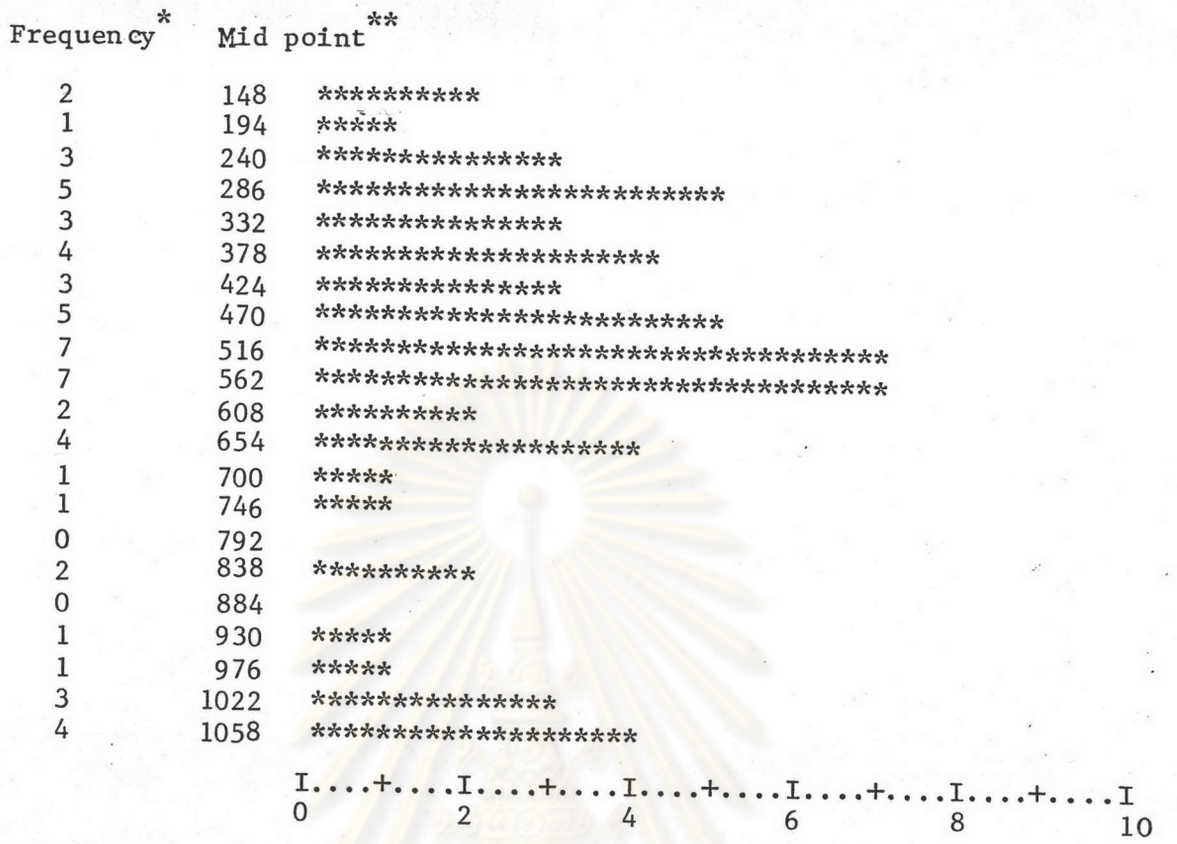
```
196    TEMPORARY
197    SELECT IF (MT EQ 1)
198    PEARSON CORR SEX AGE FE CU ZN
199    OPTIONS 3 5
200    STATISTICS ALL
201    TEMPORARY
202    SELECT IF (MT EQ 2)
203    PEARSON CORR SEX AGE FE CU ZN
204    OPTIONS 3 5
205    STATISTICS ALL
206    TEMPORARY
207    SELECT IF (MT EQ 1)
208    REGRESSION  VARIABLES = AGE FE CU ZN/
209                STATISTICS = ALL/
210                DEPENDENT = FE/ENTER AGE CU ZN/
211                DEPENDENT = CU/ENTER AGE FE ZN/
212                DEPENDENT = ZN/ENTER AGE FE CU/
213    TEMPORARY
214    SELECT IF (MT EQ 2)
215    REGRESSION VARIABLES = AGE FE CU/
216               STATISTICS = ALL/
217               DEPENDENT = FE/ENTER AGE CU/
218               DEPENDENT = CU/ENTER AGE FE/
219    TEMPORARY
220    SELECT IF (MT EQ 1)
221    SCATTERGRAM SEX AGE WT FE CU ZN
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

```
OPTIONS 4 6 7
STATISTICS ALL
TEMPORARY
SELECT IF (MT EQ 2)
SCATTERGRAM SEX AGE WT FE CU
OPTIONS 4 6 7
STATISTICS ALL
TEMPORARY
SELECT IF (MT EQ 1)
REGRESSION  VARIABLES = SEX AGE FE CU ZN/
            STATISTICS = ALL/
            DEPENDENT = FE/STEPWISE/
            DEPENDENT = CU/STEPWISE/
            DEPENDENT = ZN/STEPWISE/
TEMPORARY
SELECT IF (MT EQ 2)
REGRESSION  VARIABLES = SEX AGE FE CU/
            STATISTICS = ALL/
            DEPENDENT = FE/STEPWISE/
            DEPENDENT = CU/STEPWISE/
FINISH
/ *
//
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



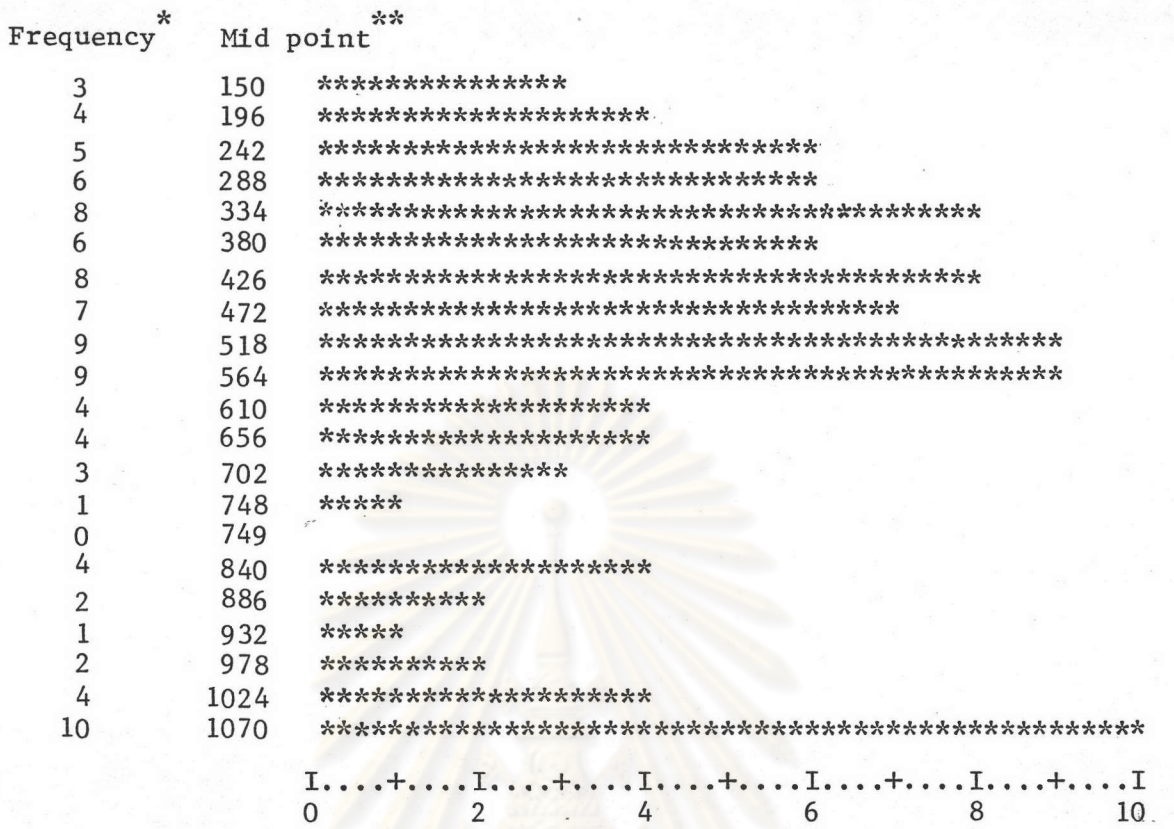
รูปที่ 4.1 แสดงฮีสโตแกรมของปริมาณเหล็กในตัวอย่างตับที่วิเคราะห์ด้วย INAA

หมายเหตุ

* Frequency = จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณธาตุตกอยู่ในแต่ละช่วงของปริมาณธาตุ

** Mid point = ปริมาณธาตุที่จุดกึ่งกลางของแต่ละช่วง (1 ช่วงมีค่า = 46 ไมโครกรัม/กรัม) ซึ่งเริ่มจากค่าต่ำสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 แสดงฮีสโตแกรมของปริมาณเหล็กที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS

หมายเหตุ

* Frequency = จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณธาตุตกอยู่ในแต่ละช่วงของปริมาณธาตุ

** Mid point = ปริมาณธาตุที่จุดกึ่งกลางของแต่ละช่วง (1 ช่วงมีค่า = 46 ไมโครกรัม/กรัม) ซึ่งเริ่มจากค่าต่ำสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Frequency*	Mid point**	
15	15	**********
22	31	**********
4	47	********
1	63	**
1	79	**
1	95	**
0	111	
1	127	**
1	143	**
2	159	****
1	175	**
1	191	**
1	207	**
2	223	****
1	239	**
0	255	
1	271	**
0	287	
1	303	**
2	319	****
1	335	**

```
I....+....I....+....I....+....I....+....I....+....I....+....I
0         5         10        15        20        25
```

HISTOGRAM FREQUENCY

รูปที่ 4.3 แสดงฮีสโตแกรมของปริมาณทองแดงในตัวอย่างตับที่วิเคราะห์ด้วย INAA

หมายเหตุ

* Frequency = จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณธาตุตกอยู่ในแต่ละช่วงของปริมาณธาตุ

** Mid point = ปริมาณธาตุที่จุดกึ่งกลางของแต่ละช่วง (1 ช่วงมีค่า = 16 ไมโครกรัม/กรัม) ซึ่งเริ่มจากค่าต่ำสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Frequency*	Mid point**	
46	21	**********
24	44	**********
1	67	*
1	90	*
3	113	***
2	136	**
4	159	****
3	182	***
2	205	**
3	228	***
0	251	
1	274	*
1	297	*
6	320	******
0	343	
1	366	*
2	389	**
0	412	
0	435	
0	458	
1	481	*

I....+....I....+....I....+....I....+....I....+....I
0 10 20 30 40 50

HISTOGRAM FREQUENCY

รูปที่ 4.4 แสดงฮีสโตแกรมของปริมาณทองแดงในตัวอย่างดับที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS-GFA

หมายเหตุ

* Frequency = จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณธาตุตกอยู่ในแต่ละช่วงของปริมาณธาตุ

** Mid point = ปริมาณธาตุที่จุดกึ่งกลางของแต่ละช่วง (1 ช่วงมีค่า = 23 ไมโครกรัม/กรัม) ซึ่งเริ่มจากค่าต่ำสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Frequency*	Mid point**	
4	108	**********
8	131	********************
8	154	********************
4	177	**********
11	200	**********************************
8	223	********************
10	246	**************************
9	269	**********************
8	292	********************
2	315	*****
5	338	*************
2	361	*****
8	384	********************
5	407	*************
5	430	*************
0	453	
0	476	
1	499	***
0	522	
1	545	***
2	568	*****

```
I....+....I....+....I....+....I....+....I....+....I
0         4         8         12        16        20
```

รูปที่ 4.5 แสดงฮีสโตแกรมของปริมาณสังกะสีในตัวอย่างตับที่วิเคราะห์ด้วย เทคนิค AAS

หมายเหตุ

* Frequency = จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณธาตุตกอยู่ในแต่ละช่วงของปริมาณธาตุ

** Mid point = ปริมาณธาตุที่จุดกึ่งกลางของแต่ละช่วง (1 ช่วงมีค่า = 23 ไมโครกรัม/กรัม) ซึ่งเริ่มจากค่าต่ำสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าทางสถิติของปริมาณเหล็ก ทองแดง และสังกะสี ที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่างตับคนปกติทั้งหมด ด้วย เทคนิค INAA และเทคนิค AAS

เทคนิค	ธาตุ	จำนวนตัวอย่าง	ค่า เฉลี่ย	ค่า เบี่ยง เบนมาตรฐาน	มัธยฐาน	พิสัย
INAA	เหล็ก	59	547.34	257.88	530	132-1083
INAA	ทองแดง	59	79.61	92.34	27	14-335
AAS	เหล็ก	111	559.98	272.82	509	131-1088
GFA	ทองแดง	111	91.44	110.54	34	13-488
AAS	สังกะสี	111	269.03	107.59	253	101-575

2. คำสั่งโปรแกรม PEARSON CORRELATION

โปรแกรมนี้จะช่วยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของ เพียร์สัน สำหรับปริมาณเหล็ก ทองแดง สังกะสี อายุ และเพศ ของตัวอย่างตับคนปกติ ผลที่ได้จะแสดงในรูป เมตริกซ์ ดังในตารางที่ 4.4 และ 4.5 ซึ่งแสดง เมตริกซ์ความสัมพันธ์ในระหว่างปริมาณธาตุทั้งสาม อายุ และเพศ จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างตับคนปกติด้วย เทคนิค INAA และ AAS ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 แสดงเมตริกซ์ความสัมพันธ์ในระหว่างปริมาณเหล็ก ปริมาณทองแดง อายุ และเพศ จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างตับคนปกติด้วย เทคนิค INAA

	เพศ	อายุ	ปริมาณเหล็ก	ปริมาณทองแดง
เพศ	1.0000	0.1957	-0.0407	-0.2737
อายุ	0.1957	1.0000	-0.4974**	-0.5901**
ปริมาณเหล็ก	-0.0407	-0.4974**	1.0000	0.5760**
ปริมาณทองแดง	-0.2737	-0.5901**	0.5760**	1.0000

หมายเหตุ 1) * หมายความว่า ข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

** หมายความว่า ข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง

2) ค่าตัวเลขที่แสดงในเมตริกซ์ คือค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของเพียร์สัน ซึ่งจะมีค่าตั้งแต่ 0-1 โดยที่

ค่า 0 หมายถึง ข้อมูลทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

ค่า 1 หมายถึง ข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างแน่นอน

3) เครื่องหมาย + หมายถึงข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์เป็นแบบปฏิภาคโดยตรง

เครื่องหมาย - หมายถึง ข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์เป็นแบบปฏิภาคกลับ

4) โปรแกรมนี้ไม่สามารถบอกรูปแบบความสัมพันธ์ได้

จากตารางที่ 4.4 แสดงว่า

1) ปริมาณทองแดงในตัวอย่างตับคนปกติมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง เป็นแบบปฏิภาคกลับกับอายุ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของเพียร์สัน เป็น 0.5901

2) ปริมาณเหล็กในตัวอย่างตับคนปกติ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง เป็นแบบปฏิภาคกลับกับอายุ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของเพียร์สันเป็น 0.4974

3) ปริมาณเหล็กในตัวอย่างตับคนปกติมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง เป็นแบบปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณทองแดงในตัวอย่างตับคนปกติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของเพียร์สัน เป็น 0.5760

ตารางที่ 4.5 แสดงเมตริกซ์ความสัมพันธ์ในระหว่างปริมาณเหล็ก ปริมาณทองแดง ปริมาณสังกะสี อายุ และเพศ จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างตับคนปกติด้วยเทคนิค AAS

	เพศ	อายุ	ปริมาณเหล็ก	ปริมาณทองแดง	ปริมาณสังกะสี
เพศ	1.0000	-0.0375	0.1651	-0.0668	0.0641
อายุ	-0.0375	1.0000	-0.1277	-0.5910**	-0.0461
ปริมาณเหล็ก	0.1651	-0.1277	1.0000	0.1487	0.0991
ปริมาณทองแดง	-0.0660	-0.5910**	0.1487	1.0000	0.2194
ปริมาณสังกะสี	0.0641	-0.0461	0.0991	0.2194	1.0000

จากตารางที่ 4.5 แสดงว่า ปริมาณทองแดงในตัวอย่างดับคนปกติมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง เป็นแบบปฏิภาคกลับกับอายุ และมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของ เพียร์สัน เป็น 0.5910

3. คำสั่งโปรแกรม SCATTER DIAGRAM

โปรแกรมนี้จะแสดงกราฟเพื่อพิจารณาดูรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัว ซึ่งจะสามารถสร้างสมการได้ ถ้ารูปแบบความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง โดยที่โปรแกรมนี้จะให้ค่าความชันและจุดตัดแกนตั้งมาให้ ซึ่ง SCATTER DIAGRAM ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้แสดงดังในรูป 4.6-4.14

จาก SCATTER DIAGRAM ที่ได้จะสามารถ เขียนสมการ เส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ในระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

จากรูปที่ 4.6 จะได้สมการที่ (4)

$$\text{Age} = -0.0488\ Fe_I + 52.4767 \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

จากรูปที่ 4.7 จะได้สมการที่ (5)

$$\text{Age} = -0.1617\ Cu_I + 38.6371 \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

จากรูปที่ 4.8 จะได้สมการที่ (6)

$$Fe_I = 1.6088\ Cu_I + 419.2645 \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

จากรูปที่ 4.9 จะได้สมการที่ (7)

$$\text{Age} = -0.0123\ Fe_{II} + 34.3403 \quad \ldots\ldots\ldots (7)$$

จากรูปที่ 4.10 จะได้สมการที่ (8)

$$\text{Age} = -0.1408\ Cu_{II} + 40.3116 \quad \ldots\ldots\ldots (8)$$

จากรูปที่ 4.11 จะได้สมการที่ (9)

$$\text{Age} = -0.0113\ Zn_{II} + 30.4748 \quad \ldots\ldots\ldots (9)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 4.12 จะได้สมการที่ (10)

$$Fe_{II} = 0.3670\ Cu_{II} + 526.4246 \quad \ldots\ldots\ldots (10)$$

จากรูปที่ 4.13 จะได้สมการที่ (11)

$$Fe_{II} = 0.2512\ Zn_{II} + 492.3900 \quad \ldots\ldots\ldots (11)$$

จากรูปที่ 4.14 จะได้สมการที่ (12)

$$Cu_{II} = 0.2254\ Zn_{II} + 30.8095 \quad \ldots\ldots\ldots (12)$$

เมื่อ Age = อายุของเจ้าของตัวอย่างตับคนปกติ

Fe = ปริมาณเหล็กในตัวอย่างตับคนปกติ

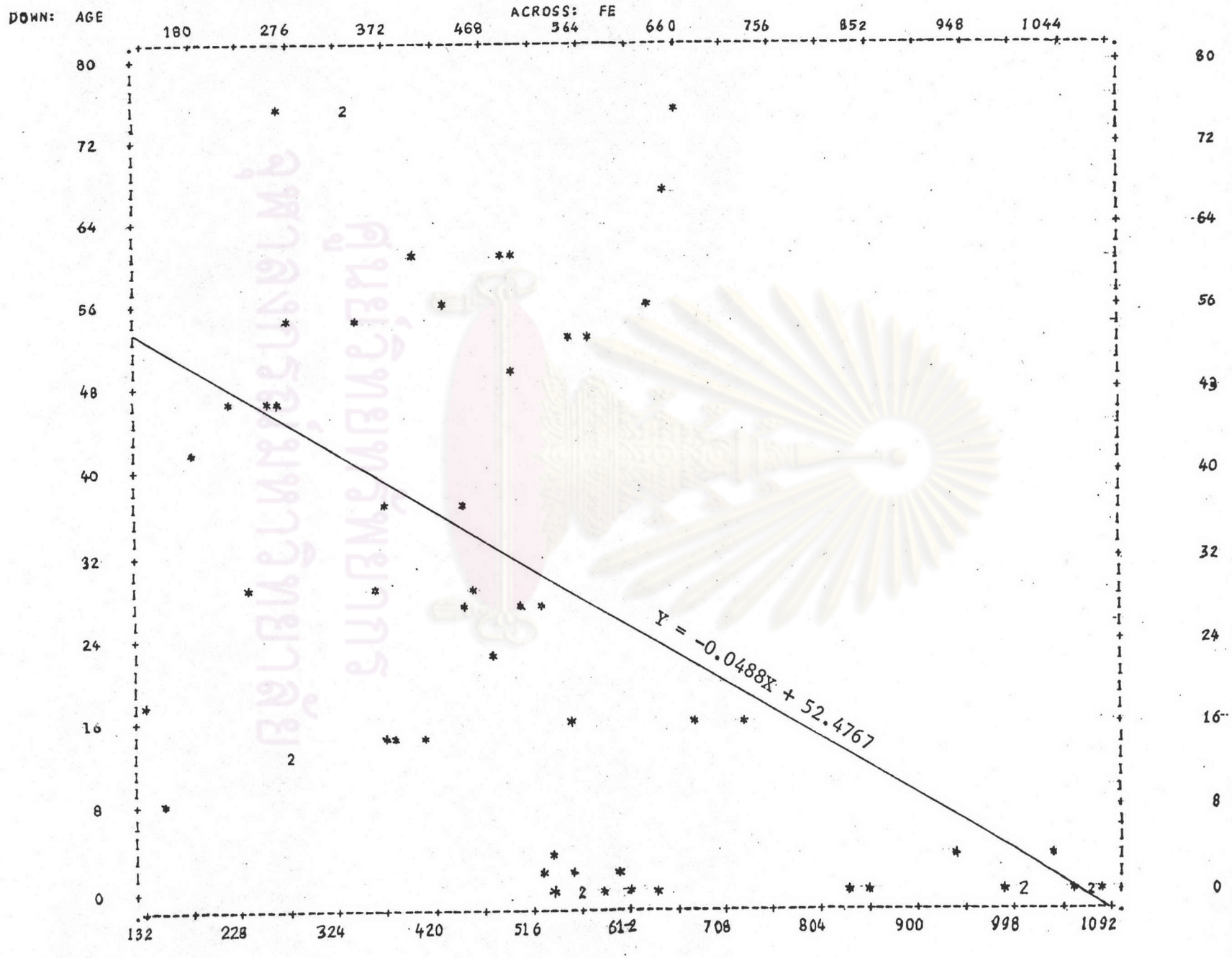
Cu = ปริมาณทองแดงในตัวอย่างตับคนปกติ

Zn = ปริมาณสังกะสีในตัวอย่างตับคนปกติ

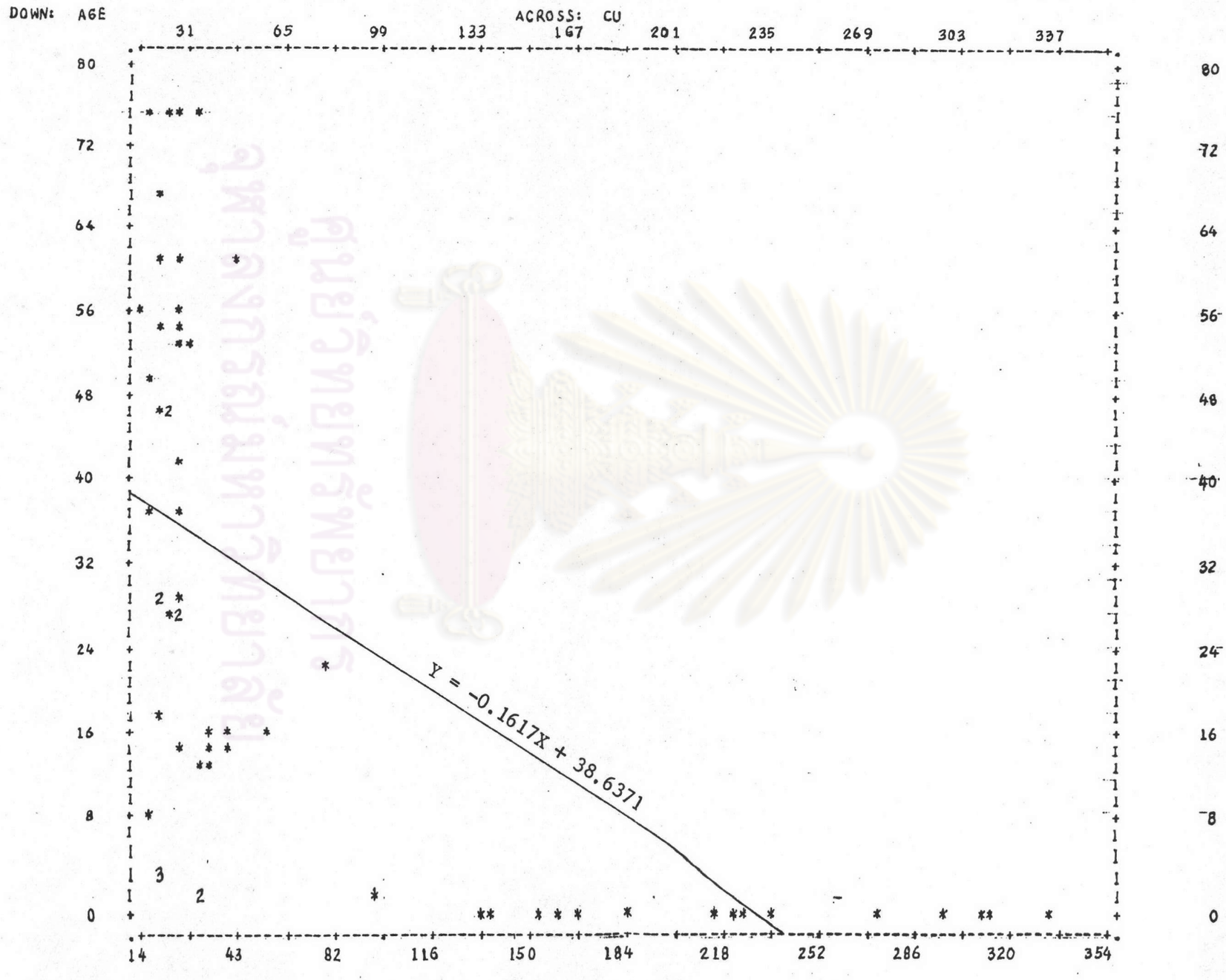
I = การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค INAA

II = การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS

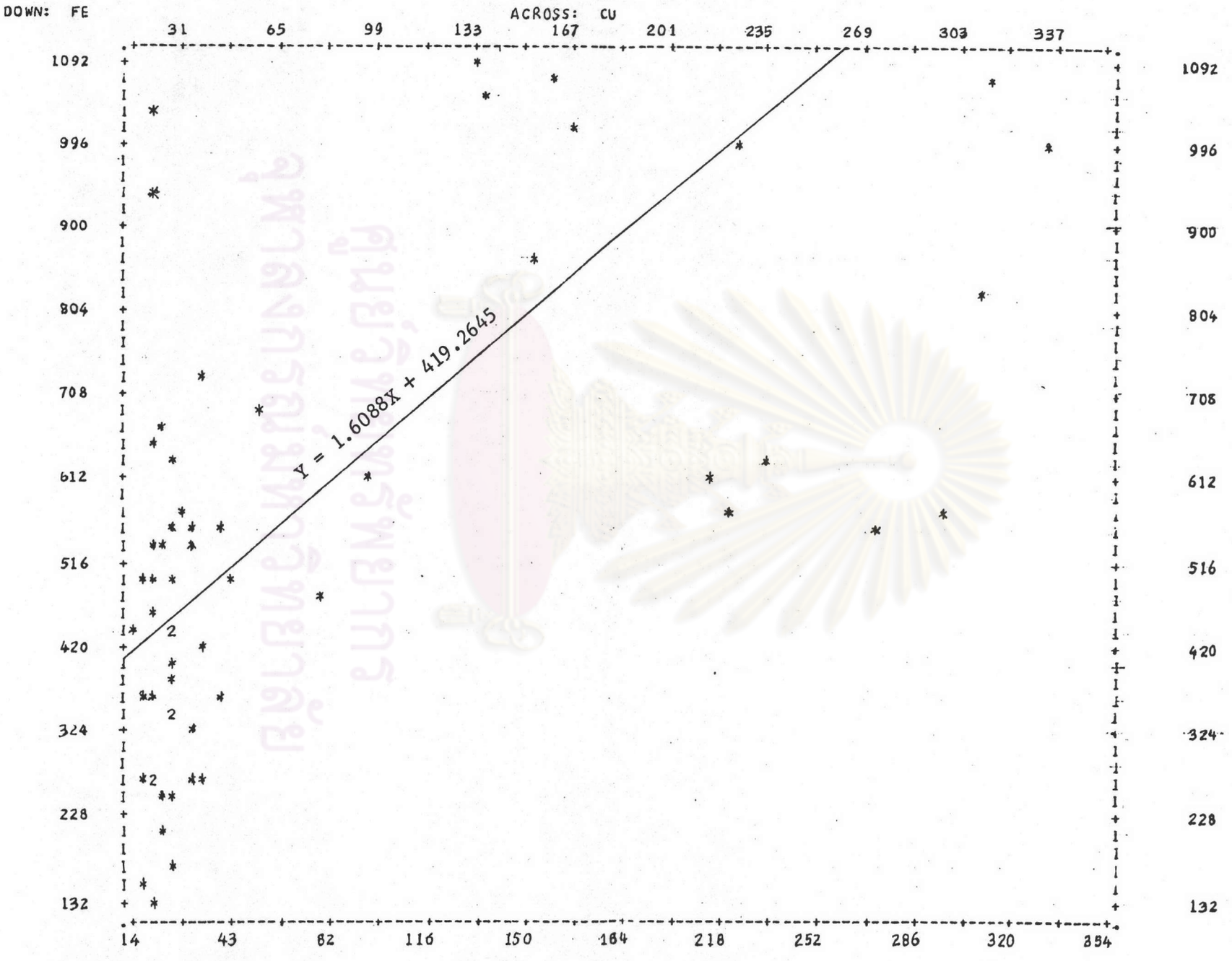
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



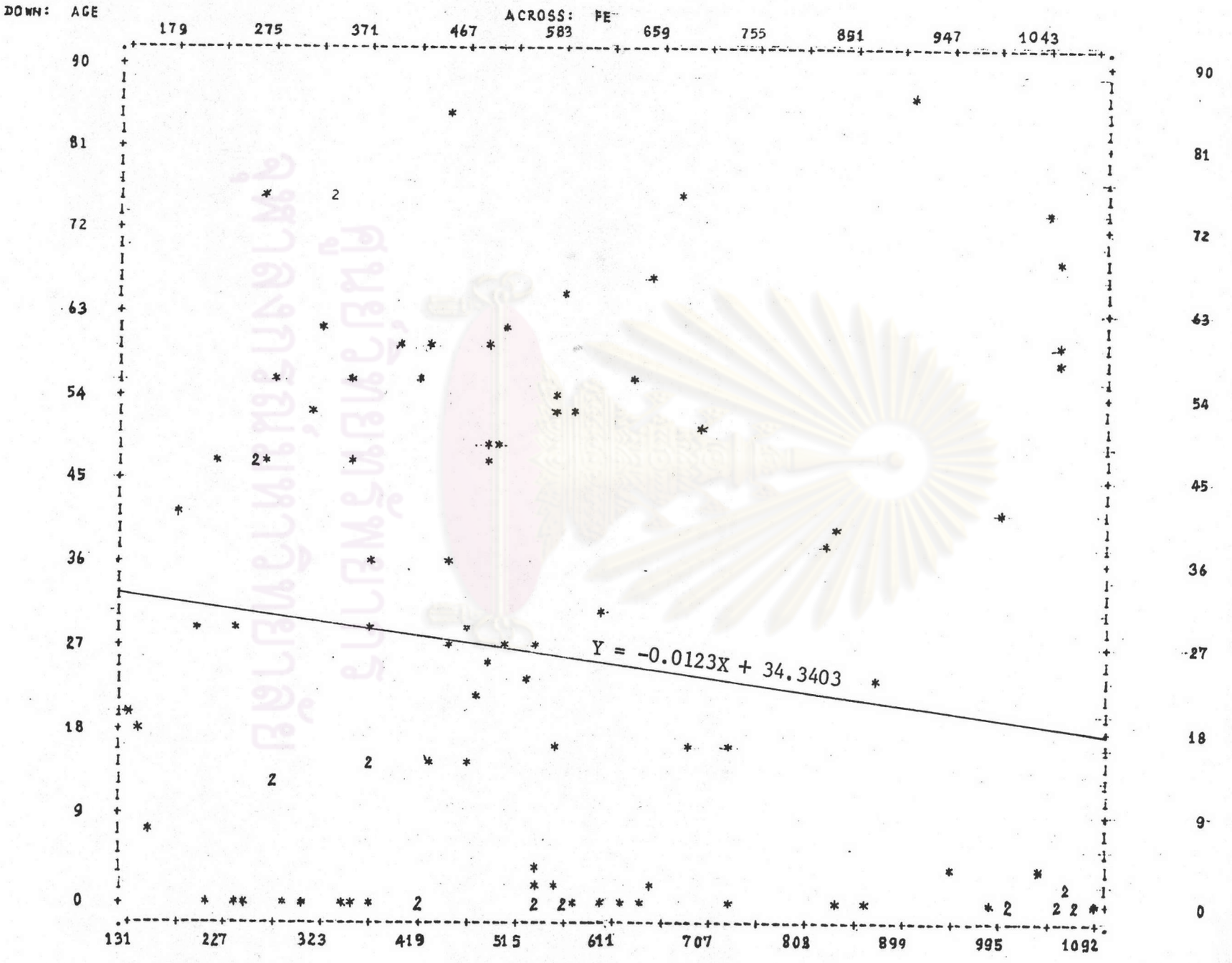
รูปที่ 4.6 แสดง SCATTER DIAGRAM ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับปริมาณเหล็กในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค INAA



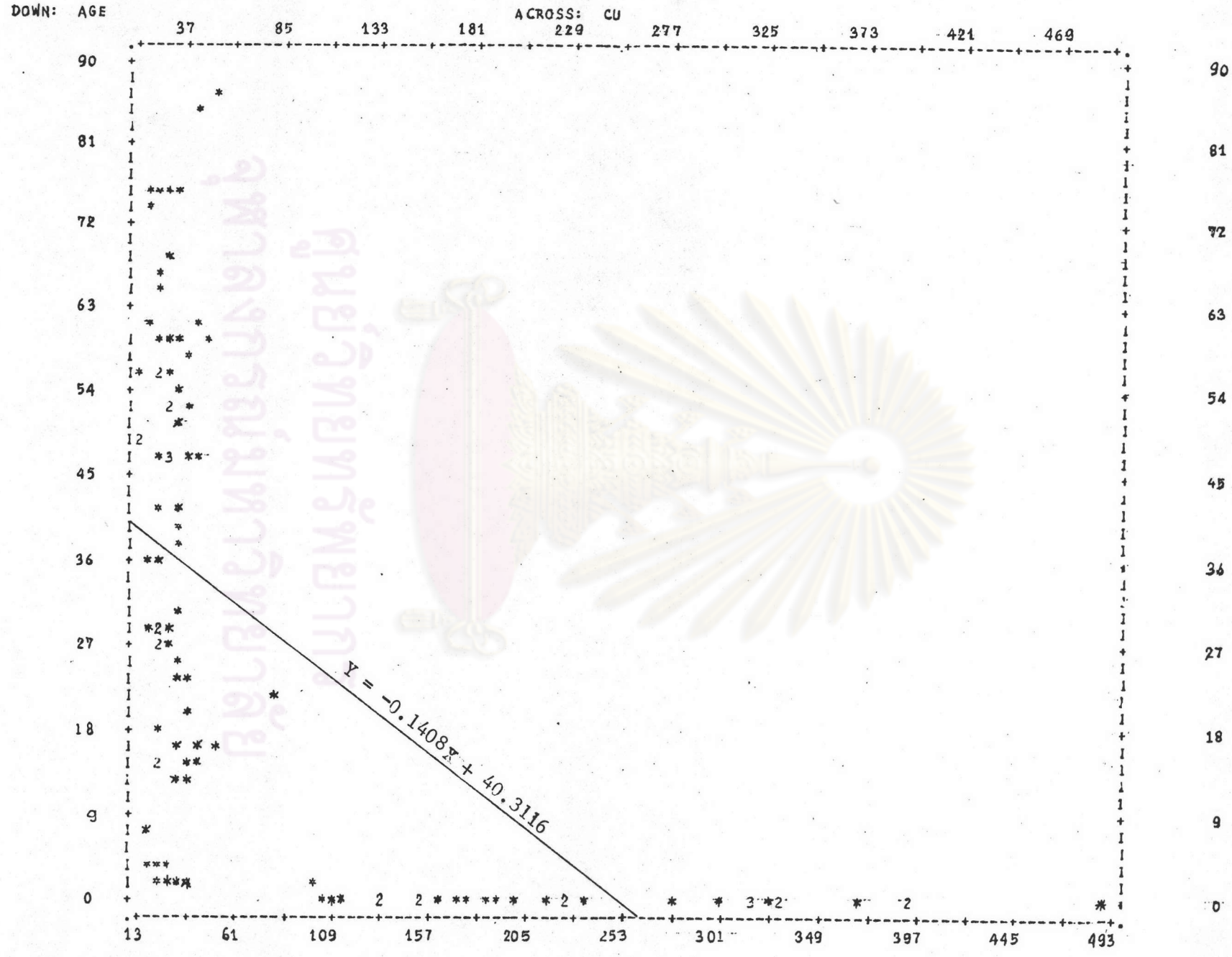
รูปที่ 4.7 แสดง SCATTER DIAGRAM ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับปริมาณทองแดงในตัวอย่างตับที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค INAA



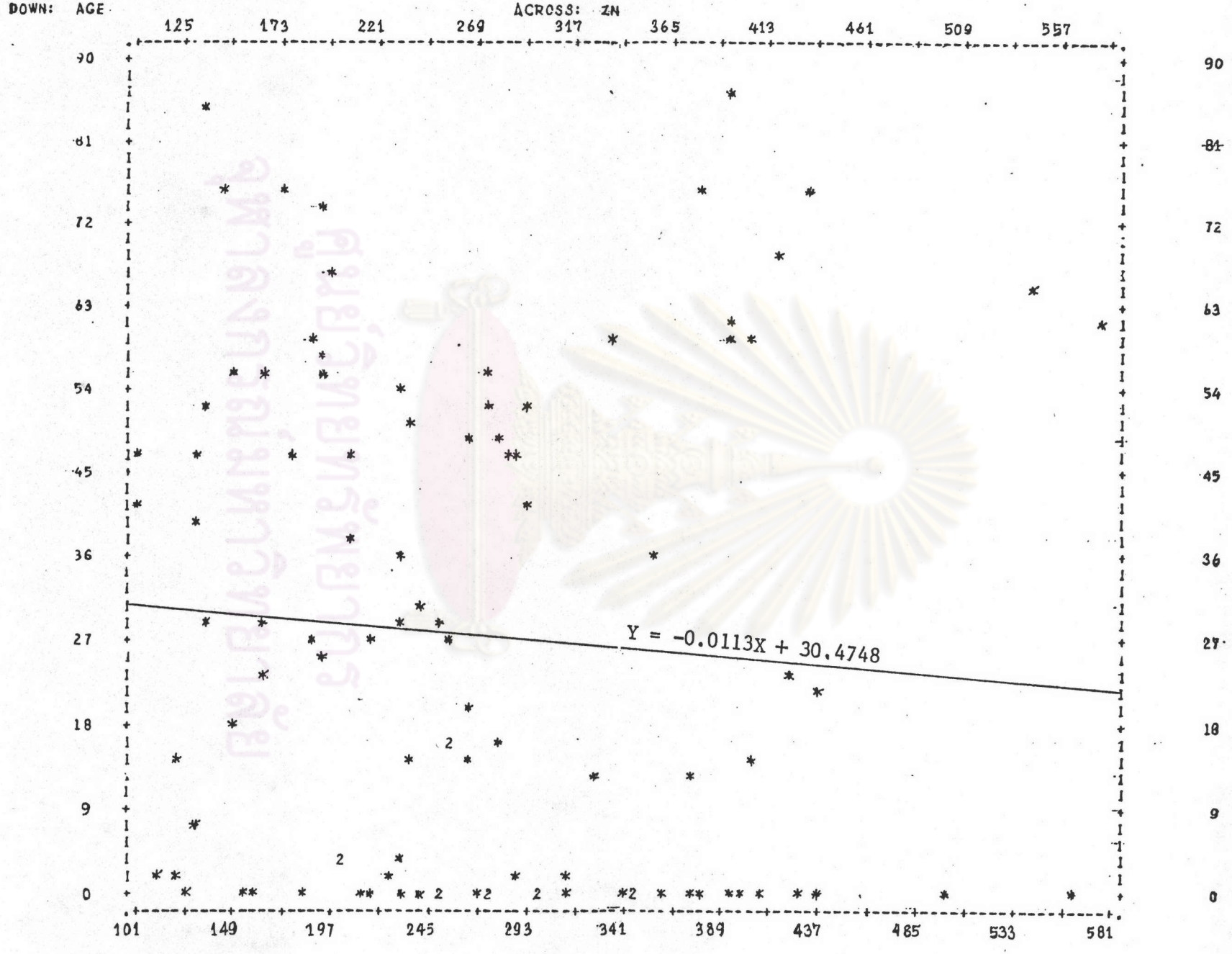
รูปที่ 4.8 แสดง SCATTER DIAGRAM ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กกับปริมาณทองแดงในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค INAA



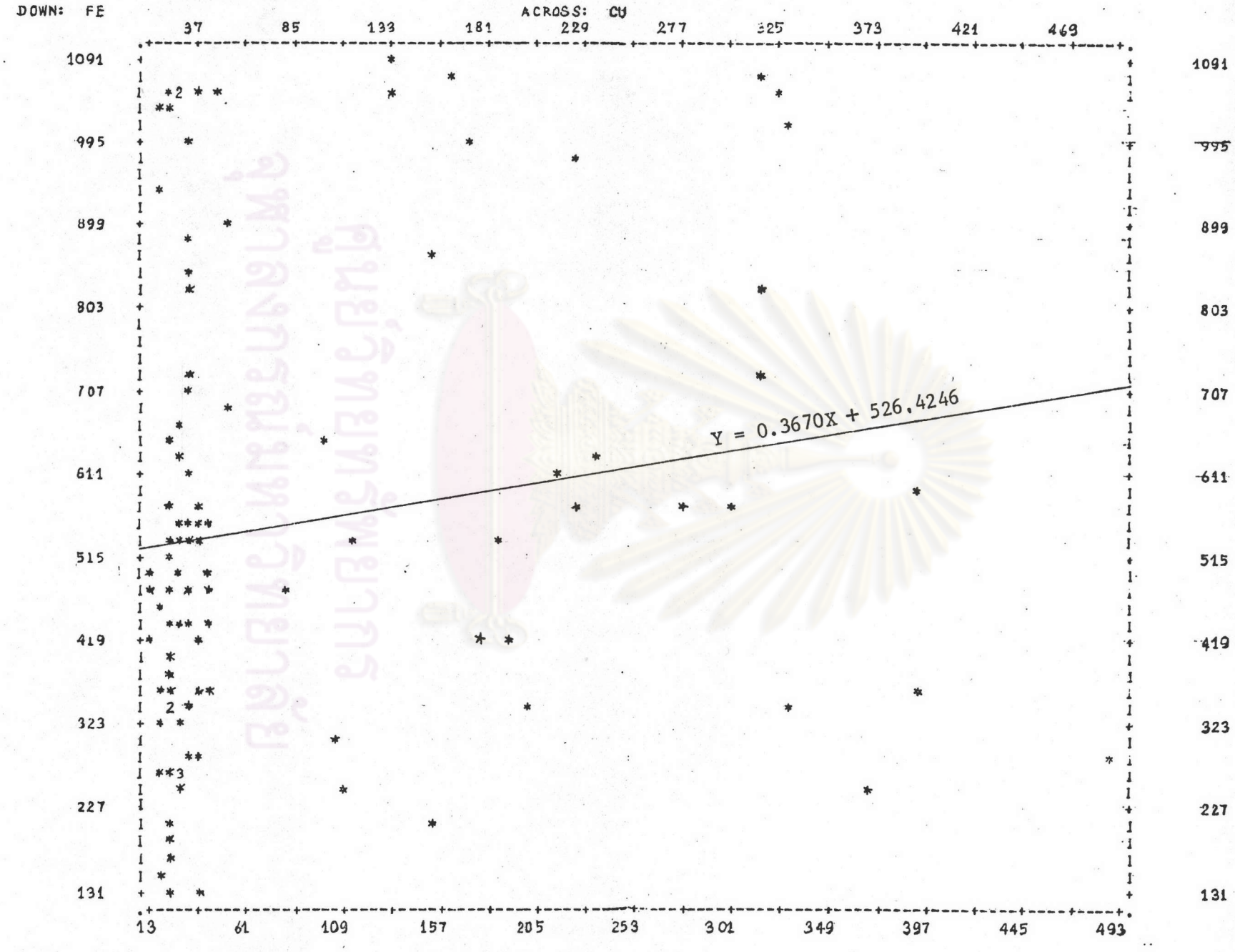
รูปที่ 4.9 แสดง SCATTER DIAGRAM ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับปริมาณเหล็กในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS



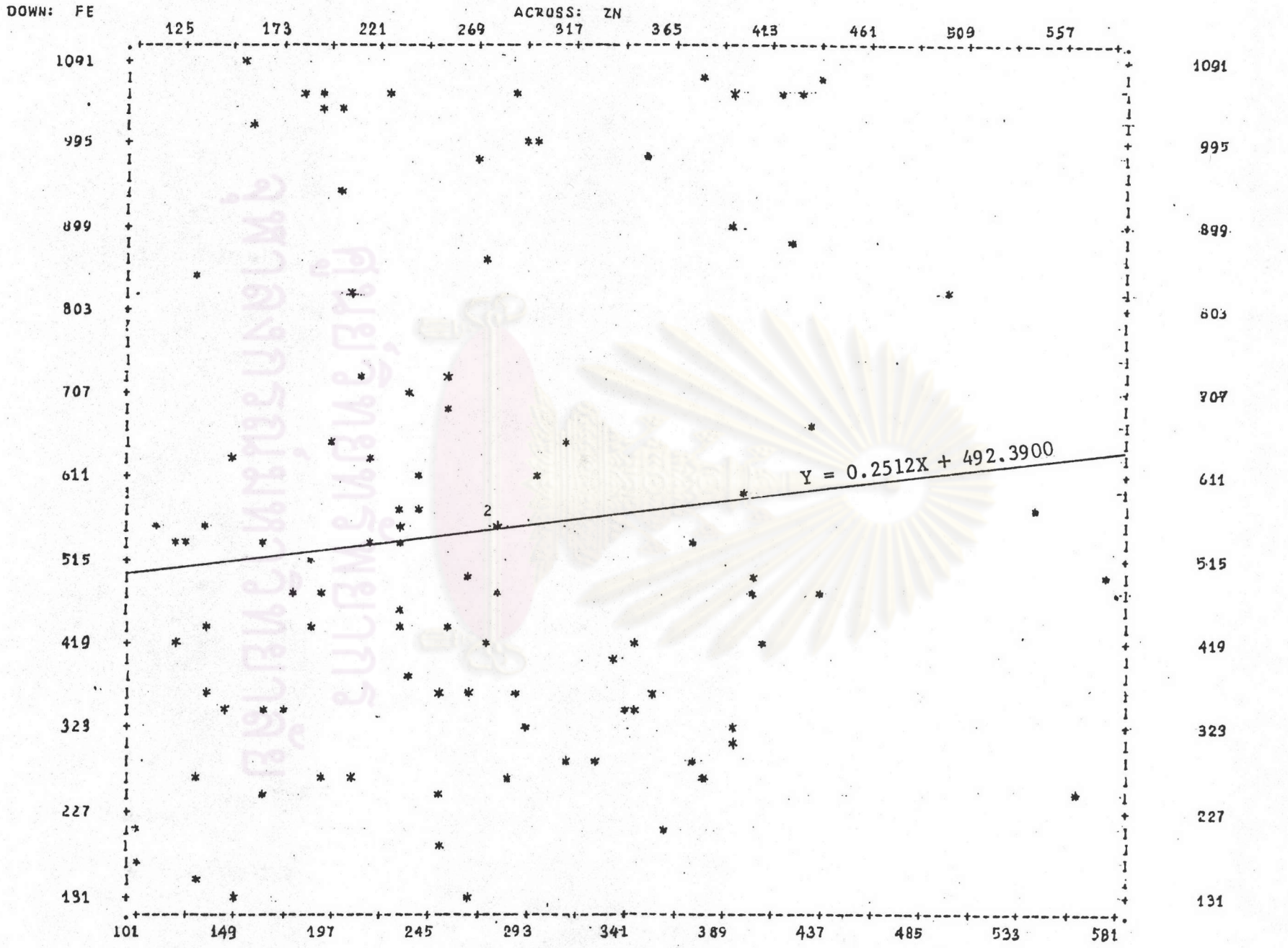
รูปที่ 4.10 แสดง SCATTER DIAGRAM ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับปริมาณทองแดงในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค GFA



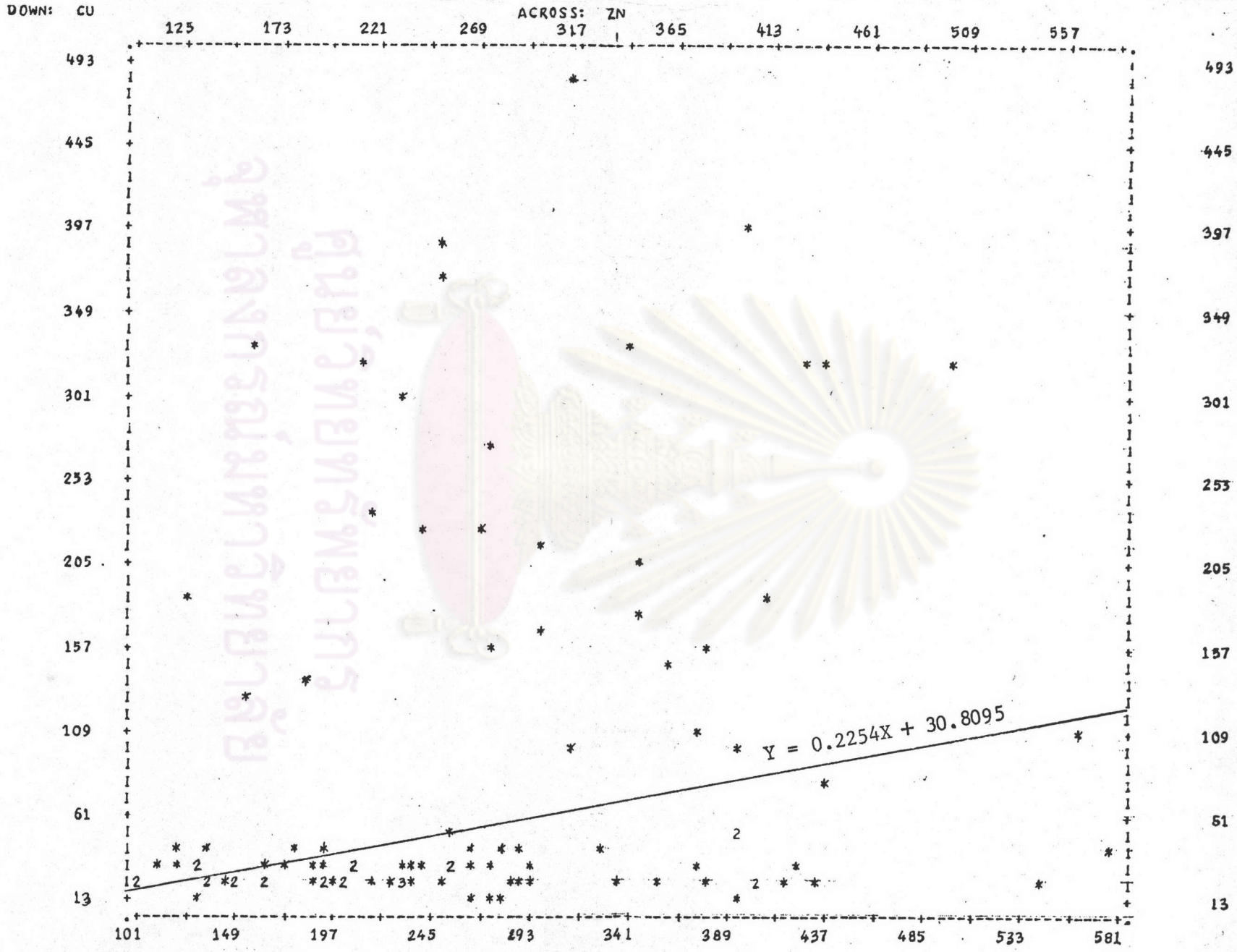
รูปที่ 4.11 แสดง SCATTER DIAGRAM ของความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับปริมาณสังกะสีในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์ด้วย เทคนิค AAS



รูปที่ 4.12 แสดง SCATTER DIAGRAM ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็ก กับ ปริมาณทองแดงในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS



รูปที่ 4.13 แสดง SCATTER DIAGRAM ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กกับปริมาณสังกะสีในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS



รูปที่ 4.14 แสดง SCATTER DIAGRAM ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทองแดงกับปริมาณสังกะสีในตัวอย่างดับคนปกติที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS

4. คำสั่งโปรแกรม REGRESSION (หรือการวิเคราะห์การถดถอย)

โปรแกรมนี้จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ประเภท โดยสามารถนำผลการวิเคราะห์นั้นไปใช้พยากรณ์ค่าตัวแปรตัวหนึ่งที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอีกตัวหนึ่ง ซึ่งกำหนดให้ตัวแปรตัวแรกเป็นตัวแปรตาม (dependent variable: Y) และตัวแปรตัวหลังเป็นตัวแปรอิสระ (independent variable: X) การวิเคราะห์การถดถอยนี้ แตกต่างจากการวิเคราะห์แบบ PEARSON CORRELATION และ SCATTER DIAGRAM ซึ่งเป็นการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ กล่าวคือ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์สนใจว่า ตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และถ้ามีความสัมพันธ์กันจะเป็นไปในทิศทางใด และมีขนาดไหน แต่ไม่จำเป็นต้องทราบว่า ตัวแปรตัวใดจะเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตัวใดเป็นตัวแปรตาม เพราะการวิเคราะห์สหสัมพันธ์จะไม่มีการพยากรณ์ หรือประมาณค่า

จาก SCATTER DIAGRAM เราสามารถประมาณรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุทั้งสามที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่างตับคนปกติ กับอายุจะเป็นแบบเชิงเส้นตรง จึงเลือกใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression) โดยเลือกใช้คำสั่งย่อย 2 แบบ คือ

4.1 ENTER เป็นคำสั่งสำหรับกำหนดให้ตัวแปรอิสระทุกตัวเข้าไปในสมการโดยไม่ต้องคำนึงถึงเกณฑ์ใด ๆ ทั้งสิ้น

ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบ ENTER จะได้ดังสมการที่ (13) - (17)

$$Fe_I = 514.3794 - 2.4618\ Age + 1.2107\ Cu_I \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (13)$$

$$Cu_I = 43.9485 - 1.4717\ Age + 0.1344\ Fe_I \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (14)$$

$$Fe_{II} = 507.5932 - 0.7353\ Age + 0.2223\ Cu_{II} + 0.1928\ Zn_{II} \quad (15)$$

$$Cu_{II} = 93.0547 - 2.4137\ Age + 0.0229\ Fe_{II} + 0.1923\ Zn_{II} \quad (16)$$

$$Zn_{II} = 212.4035 + 0.5425\ Age + 0.0289\ Fe_{II} + 0.2793\ Cu_{II} \quad (17)$$

จากสมการ (13) แสดงว่า ปริมาณเหล็กในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์โดยเทคนิค INAA จะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณทองแดง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 1.2107 และเป็นปฏิภาคกลับกับอายุเจ้าของตัวอย่างตับ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 2.4618 และและมีค่าคงที่ของสมการการถดถอยนี้เท่ากับ 514.3794

จากสมการ (14) แสดงว่า ปริมาณทองแดงในตัวอย่างดับคนปกติที่วิเคราะห์โดยเทคนิค INAA จะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณเหล็กในตัวอย่างดับคนปกติแบบปฏิภาคโดยตรง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.1344 และเปลี่ยนแปลงตามอายุเจ้าของตัวอย่างดับแบบปฏิภาคกลับซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 1.4717 และมีค่าคงที่ของสมการการถดถอยนี้เป็น 43.9485

จากสมการ (15) แสดงว่า ปริมาณเหล็กในตัวอย่างดับที่วิเคราะห์โดยเทคนิค AAS จะเปลี่ยนแปลงตามอายุเจ้าของตัวอย่างดับแบบปฏิภาคกลับซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.7353 และเปลี่ยนแปลงตามปริมาณทองแดง และสังกะสี ในตัวอย่างดับคนปกติแบบปฏิภาคโดยตรง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.2223 และ 0.1928 ตามลำดับ และมีค่าคงที่ของสมการการถดถอยนี้เป็น 507.5932

จากสมการ (16) แสดงว่า ปริมาณทองแดงในตัวอย่างดับคนปกติที่วิเคราะห์โดยเทคนิค AAS จะเปลี่ยนแปลงตามอายุของเจ้าของตัวอย่างดับแบบปฏิภาคกลับซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 2.4137 และเปลี่ยนแปลงตามปริมาณเหล็กและสังกะสีในตัวอย่างดับคนปกติแบบปฏิภาคโดยตรง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.0229 และ 0.1923 ตามลำดับ และมีค่าคงที่ของสมการการถดถอยนี้เป็น 93.0547

จากสมการ (17) แสดงว่า ปริมาณสังกะสีในตัวอย่างดับคนปกติที่วิเคราะห์โดยเทคนิค AAS จะเปลี่ยนแปลงตามอายุของเจ้าของตัวอย่างดับคนปกติแบบปฏิภาคโดยตรง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.5425 และเปลี่ยนแปลงตามปริมาณเหล็กและทองแดงในตัวอย่างดับคนปกติแบบปฏิภาคโดยตรง ซึ่งมีสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.0289 และ 0.2793 ตามลำดับ และมีค่าคงที่ของสมการการถดถอยนี้เป็น 212.4035

เนื่องจากค่าปริมาณธาตุทั้งสามในตัวอย่างดับที่วิเคราะห์ได้มีช่วง (range) ค่อนข้างกว้าง ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ในสมการ (13)-(17) จะมีช่วงค่อนข้างกว้างด้วย ซึ่งจะแสดงช่วงของค่าสัมประสิทธิ์อยู่ในตารางที่ 4.6 และ 4.7

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าคงที่ และช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระในสมการการถดถอยเชิงเส้นของปริมาณเหล็ก และปริมาณทองแดงในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค INAA

ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	ค่าคงที่	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ	ช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ
Fe_I	Cu_I	514.3794	1.2107	(0.4756)-(1.9458)
	Age		-2.4618	(-5.1439)-(0.2204)
Cu_I	Fe_I	43.9485	0.1344	(0.0528)-(0.2160)
	Age		-1.4717	(-2.3034)-(-0.6399)

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าคงที่ และช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระในสมการการถดถอยเชิงเส้นของปริมาณเหล็ก ปริมาณทองแดง และปริมาณสังกะสีในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS

ตัวแปรตาม	ตัวแปรอิสระ	ค่าคงที่	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ	ช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระ
	Age		-0.7353	(-0.0805)-(-1.7470)
Fe_{II}	Cu_{II}	507.5932	0.2223	(-0.4029)-(0.8475)
	Zn_{II}		0.1928	(-0.3259)-(0.7116)
	Age		-2.4137	(-3.2983)-(1.8227)
Cu_{II}	Fe_{II}	93.0547	0.0229	(-0.0416)-(0.0876)
	Zn_{II}		0.1923	(0.2960)-(0.3549)
	Age		0.5425	(-0.4460)-(1.5310)
Zn_{II}	Fe_{II}	212.4035	0.0289	(-0.0489)-(0.1068)
	Cu_{II}		0.2793	(0.0431)-(0.5155)

4.2 STEPWISE เป็นวิธีการทางสถิติอีกวิธีหนึ่งที่เรียกว่า Stepwise selection โดยกำหนดว่า ถ้ามีตัวแปรอิสระอยู่ในสมการ เรียบร้อยแล้ว จะเริ่มคัดเลือกตัวแปรอิสระออกจากสมการ โดยใช้เกณฑ์ระดับนัยสำคัญหรือถ้าไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดถูกคัดออกจากสมการได้แล้ว จะใช้เกณฑ์พิจารณาคัดเลือกตัวแปรเข้าไปในสมการ ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบ STEPWISE จะได้ดังสมการ (18)-(21)

$$Fe_I = 419.2645 + 1.6088\ Cu_I \quad \ldots\ldots (18)$$

$$Cu_I = 43.9485 - 1.4717\ Age + 0.1344\ Fe_I \quad \ldots\ldots (19)$$

$$Cu_{II} = 105.2633 - 2.4431\ Age + 0.1978\ Zn_{II} \quad \ldots\ldots (20)$$

$$Zn_{II} = 249.5069 + 0.2135\ Cu_{II} \quad \ldots\ldots (21)$$

จากสมการ (18) แสดงว่า ปริมาณเหล็กในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์โดยเทคนิค INAA จะเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตามปริมาณทองแดงในตัวอย่างตับคนปกติเป็นปฏิภาคโดยตรง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 1.6088 และมีค่าคงที่ของสมการถดถอยเป็น 419.2645

จากสมการ (19) แสดงว่า ปริมาณทองแดงในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์โดยเทคนิค INAA จะเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตามอายุเจ้าของตัวอย่างตับแบบปฏิภาคกลับซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 1.4717 และเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตามปริมาณเหล็กในตัวอย่างตับคนปกติเป็นปฏิภาคโดยตรง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.1344 และมีค่าคงที่ของสมการการถดถอยเป็น 43.9485

จากสมการ (20) แสดงว่า ปริมาณทองแดงในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์โดยเทคนิค AAS จะเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตามอายุเจ้าของตัวอย่างแบบปฏิภาคกลับ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 2.4431 และเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตามปริมาณสังกะสีในตัวอย่างตับคนปกติ เป็นปฏิภาคโดยตรง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.1978 และมีค่าคงที่ของสมการการถดถอย เป็น 105.2633

จากสมการ (21) แสดงว่า ปริมาณสังกะสีในตัวอย่างตับคนปกติที่วิเคราะห์โดยเทคนิค AAS จะเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตามปริมาณทองแดงในตัวอย่างตับคนปกติ แบบปฏิภาคโดยตรง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.2135 และมีค่าคงที่ของสมการการถดถอยเป็น 249.5069