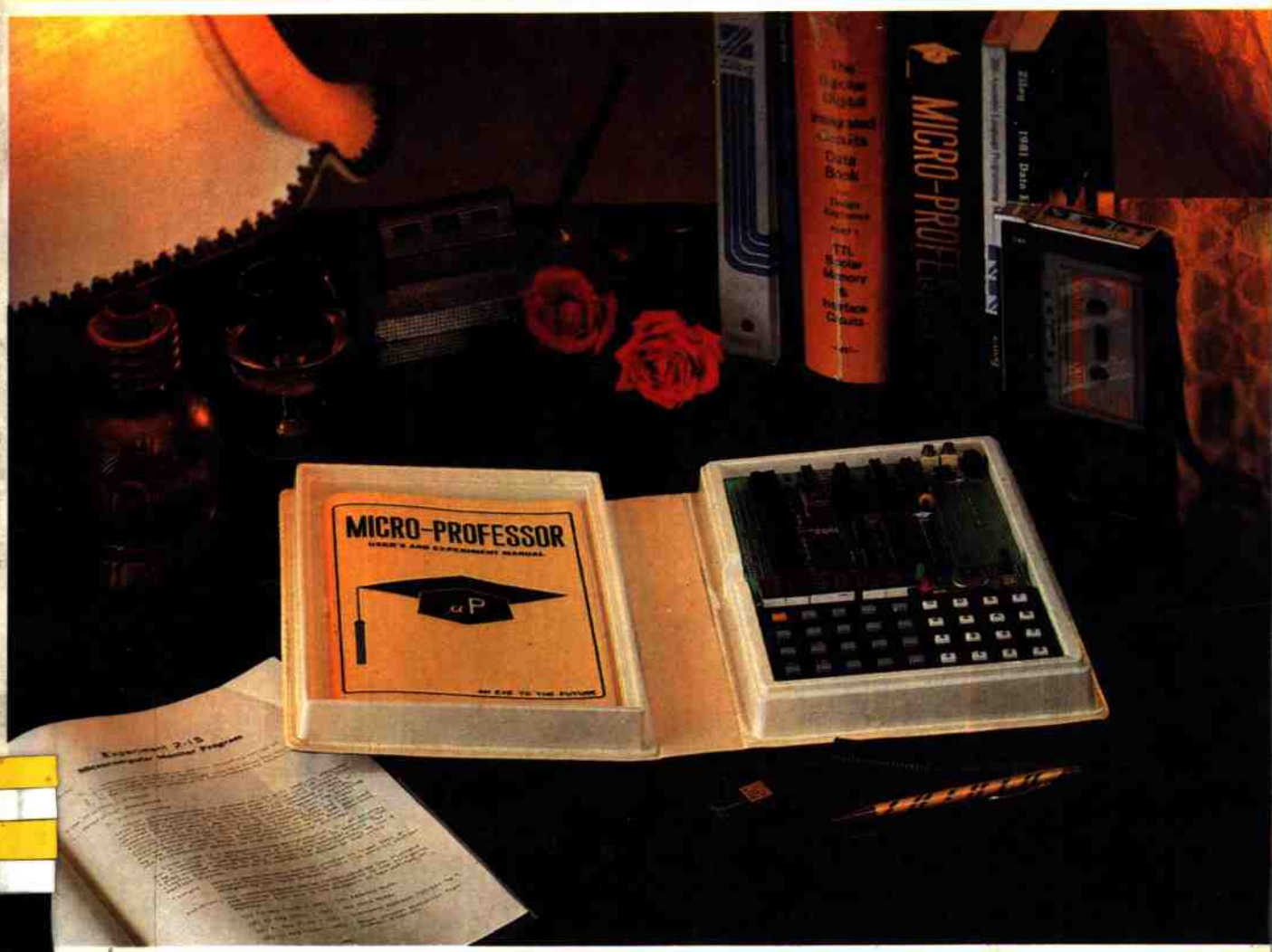




MICRO PROFESSOR

小教授 微電腦 中文操作及實驗手冊



宏碁股份有限公司編寫
全華科技圖書股份有限公司印行

第 I 部份

小教授操作手冊

小教授微電腦序言

「學習新的知識，創造新的生活層面」就是20世紀人類文明所以會發展如此迅速的原因。二十世紀的前五十年由於引擎的發明，延伸了人類的體力，加速了社會向前的腳步：陸、海、空的便捷，生產的增加，人類文明以一日千里的方式互相傳送。而二十世紀的後五十年，由於微處理機的發明，延伸了人類的智慧與腦力，許多曠費時日，腦力、人力的工作，竟奇蹟般的可在瞬間完成，人類相互間的關係，不論時、空都在隨時息息的溝通，這也證明了一件事情——微電腦的應用已是潮流所趨。

微電腦已廣泛的應用在人類食、衣、住、行、育、樂各方面，可以說每個人的四周幾乎都與微電腦發生了關係，而在工商企業活動方面，更有離不開微電腦的趨勢，無論是電子、電機、化工、機械、汽車、航空，甚至紡織、食品等工業都必須去應用微電腦，在新產品的開發、管理資訊系統的建立，工業自動控制等企業活動上，都被微電腦的科技所滲透，處於這個時代，每一個有識之士，都不能不承認這是一個微電腦新紀元的到來。

微電腦已是現代社會的一個智慧工具、身處在這知識暴漲的現代國民就應該對微電腦有深刻的認識和了解，尤其是身負創造、管理、領導現代社會科技與文明責任的各行各業、各階層人員更得對這種新的文明和進步之產物，需有更清楚的認識和應用之能力。

宏碁公司以「微處理機的園丁」自勉，五年來；承蒙社會各界的關照、現已發展為國內最大的微處理機專業化公司，先後研展推出天龍中文電腦，萬用微處理機發展系統，電腦語音模板、電腦終端機、各種電子遊樂器……等微電腦應用產品，宏碁公司為推廣微電腦的廣泛應用，乃集合許多工程師之經驗，發展出「小教授」微電腦，希望藉此引導國人進入微電腦的世界，更盼望能藉著微電腦的廣泛應用提高國人對微電腦科技的創造與應用能力，以最大眾化的價格，最優異的品質提供學習及應用微電腦科技的工具「小教授」；同時；宏碁公司更集合群力，詳細策劃編出一本由淺入深，包含操作的方法與多種應用實驗的手冊，希望能使每一個人，不論是理工或法商的從業人員或學生都能吸收此最新科技，以共同來迎接即將來臨的微電腦之挑戰。

施振榮謹識於台北宏碁公司

第一章 MPF-1之規定	I - 1
1-1 硬體規格	I - 1
1-2 MPF軟體規格	I - 3
第二章 一般說明	I - 4
2-1 監督程式的功能	I - 4
2-2 符號	I - 4
2-3 錯誤情況	I - 6
2-4 RAM位址的配置	I - 6
第三章 操作方法	I - 7
3-1 基本操作	I - 7
3-2 程式偵錯	I - 13
3-3 輔助功能	I - 18
第四章 軟體及硬體解說	I - 26
4-1 記憶位址	I - 26
4-2 輸入輸出的位址	I - 26
4-3 程式截斷	I - 29
4-4 Software Break—指令RST30H	I - 29
4-5 STACK	I - 30
4-6 超始(Reset)	I - 31
第五章 監督程式中常用的副程式	I - 33
5-1 摘要	I - 33
5-2 SCAN 1	I - 33
5-3 SCAN	I - 34
5-4 HEX7	I - 35
5-5 HEX7SG	I - 35
5-6 ADDROP	I - 35
5-7 DATADP	I - 35
5-8 RAMCHIK	I - 36
5-9 TONE	I - 36
5-10 TONE 1K	I - 36
5-11 TONE 2K	I - 37
5-12 監督程式之副程式使用範例	I - 37
第六章 記憶體檢查	I - 42
6-1 檢查監督程式之EPROM	I - 42
6-2 檢查基本區RAM	I - 43
附錄	
附錄A 字形、按鍵位置與內碼	A - 1
附錄B 硬體電路	B - 1
附錄C	C - 1
附錄D	D - 1

第一章 MPF-1之規定

1-1 MPF-1硬體規格

(1)中央處理器：

Zilog Z-80 CPU，具有 158 種指令與 2.5MHz 之最高執行速度。但目前MPF-I 是採用 1.79MHz 之執行速度。

(2)ROM區域：

單電源+5 V 之 2516×1 （或 2532×1 ），共有 2 K（或 4 K）Byte。

監督程式位址： $0000 \sim 07\text{FF}$ （ 0FFF ）

(3)RAM區域：

靜態RAM： 6116 ，共有 2 K Byte。

基本區位址： $1800 \sim 1\text{FFF}$

(4)記憶體擴充區域

單電源+5 V 之 $2516/2716/2532/2732$ EPROM或是 6116 靜態RAM，擴充預留位址： $2000 \sim 2\text{FFF}$ 。

(5)I/O PORT：

可程式定義之 I/O PORT 8255×1 ，共 24 條 I/O 綫。

I/O位址： $00 \sim 03$

可程式定義的PIO，共 16 條 I/O 綫，I/O位址： $80 \sim 83$ H。

可程式定義的CTC，I/O位址 $40 \sim 43$ H

(6)顯示器：6 個字 0.5" 的 7-segment 顯示器。

(7)鍵盤：36 個鍵包括 19 個功能鍵，16 個數字鍵及一個保留鍵。

(8)喇叭及其驅動綫路：提供一個 2.25 吋喇叭使用者應用起來相當方便。

(9)接綫區域：提供 3.5 吋 $\times$ 1.36 吋的接綫區域，使用者可很方便的外加自己的綫路。

(10)錄音帶界面電路：

可接於任何廠牌之卡式錄放音機，傳送速度每秒 165 bits。

(11)系統 Clock Rate：

3.58MHz 晶體振盪 $\div 2$ ，約為 1.79MHz，週期 0.56 μs 。

(12)系統耗電量：

單 + 5 V 電源，電流根據不同擴充約在 500mA。

(13)電源輸入：

power adapter Input 110V

output 9V/500mA

(14) p.c 板規格

大小：15.75 cm $\times$ 22.3 cm $\times$ 1.6mm

重量：1.41 磅（包括外殼）

1-2MPF-1軟體規格

MPF-I 具有高性能 2K Byte 之監督程式，任何功能都可一目了然，容易記憶。

下面將所有字鍵作一簡單介紹。

- (1) **RS** : (Reset) 系統重置，顯示幕為 **μPF-1**
- (2) **ADDR** : (Address) 設定記憶區之位址。
- (3) **REG** : (Register) CPU 中 Register 之名稱。
- (4) **DATA** : (Data Entry) 輸入記憶區域 或 Register 之資料。
- (5) **PC** : (Program Counter) 查驗執行時之程式計數器。
- (6) **+** : (Next) 查驗下一個記憶位址或 Register。
- (7) **-** : (Last) 查驗上一個記憶位址或 Register。
- (8) **STEP** : (Single Step) 單步執行使用者之程式。
- (9) **SBR** : (Set Break Point) 設定使用者程式之中斷點。
- (10) **CBR** : (Clear Break Point) 消除使用者程式之中斷點。
- (11) **MONB** : (Monitor Break) 立即中斷使用者之程式而回到監督程式。
- (12) **GO** : (Execute) 開始執行使用者之程式或功能鍵。
- (13) **INS** : (Insert) 插入 1 Byte 於顯示之位址後。
- (14) **DEL** : (Delete) 刪除 1 Byte 於所顯示之位址。
- (15) **MOVE** : (Move Block) 將記憶區之一區段 移至另一區段。
- (16) **RELA** : (Relative Address Calculation) 計算相對位址於 'JR' 之指令。
- (17) **TAPE WR** : (Tape Write) 將記憶區之資料存入錄音機之磁帶中。
- (18) **TAPE RD** : (Tape Read) 將錄音機磁帶之資料讀回記憶區。
- (19) **INTR** : (Interrupt) Maskable 中斷鍵，接於 CPU 之 INT, Mode 0,1,2 三種中斷方式均可使用，由使用者自行定義其用法。
- (20) **USER KEY** : (User Defined Key) 使用者自行定義之鍵，接於系統之輸入 Port，其位址為 00, Bit 6。

第二章 一般說明

2-1 監督程式的功能

MPF-I 的監督程式提供一切必要的服務來協助使用者發展他的程式。這些服務包括：

(一)將設計好的程式存入 RAM 中，修改及檢查 RAM 中的資料。

(二)執行存入 RAM 中的程式。

(三)利用單步執行及斷點設定，逐段執行程式。每段程式執行後，MPF-I 將 CPU 所有的 register 記錄起來，使用者可以檢查及修改，然後再執行下一段程式。在繼續下一段程式前，MPF-I 會將所記錄的 register 再存回 CPU。逐步執行程式對偵錯及學習有很大的幫助。

(四)其他的輔助功能，包括錄音帶控制，相對位址計算，RAM 內容的編排。

(五)使用者可以藉 MPF-I 為基礎，發展一套特殊用途的微電腦系統。在硬體和軟體上，MPF-I 都保有很大的彈性。

2-2 符號

(一)常用的微電腦系統均採用十六進位，MPF-I 亦不例外。圖 2-1 是十六進位和十進位及二進位的對照表，LED 的顯示字型也一併列出。

16 進數	10 進 數	2 進 數	顯示字型
0	0	0000	0
1	1	0001	1
2	2	0010	2
3	3	0011	3
4	4	0100	4
5	5	0101	5
6	6	0110	6
7	7	0111	7
8	8	1000	8
9	9	1001	9
A	10	1010	A
B	11	1011	b
C	12	1100	c
D	13	1101	d
E	14	1110	E
F	15	1111	F

圖 2-1 數字系統

(二)凡長條型框及其內容表示顯示幕，圖 2-2 所示。顯示幕可顯示多種不同的型態，若左邊四位代表位址而右邊兩位代表該址所存的資料，在下文中特稱為“基本型”，此時左邊四位稱為位址欄，右邊兩位稱為資料欄。

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

圖 2-2 顯示幕表示法。

(三)凡顯示幕的內容為未知或無關重要時，以×表示。

(四)正方形框及其內容表示按鍵，如圖 2-3 所示。



圖 2-3 按鍵表示法。

013406

- (v) < address > 表示使用者應自鍵盤輸入位址。位址為四個按鍵，如果輸入超過四個，取最後四個；如果不輸入，則以顯示幕的現況為位址；當第一次輸入數字時，前次位址資料會自動消除為 0，再依次順序自右而左移入。
- (vi) < data > 表示使用者自鍵盤輸入 1 Byte 的資料，輸入的規則和 < address > 相同，只是 < data > 僅需兩個鍵。
- (vii) 若某一按鍵或 < address >，< data > 外加方括弧 [] 例如 [< data >] 表示可自鍵盤輸入該項資料，亦可省略不輸入。

2-3 錯誤情況

若按鍵不當或是發生錯誤，MPF-I 均會在顯示幕上發出警告，一種是鍵按下後立即拒絕，此時顯示幕完全熄滅，直到錯誤的按鍵鬆手後，顯示幕才恢復原狀，一切狀態均保持不變；另一種是執行後發現有誤，MPF-I 會在顯示幕上打出錯誤信號

- E r r °

2-4 RAM 位址的配置

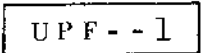
MPF-I 的 RAM 最少為 2 K Bytes，其位址為 1800 ~ 1FFF，增加的位址為 2000 ~ 27FF。在所有的 RAM 之中，位址 1F9F ~ 1FF3 為監督程式所用，使用者在讀完第四章以前，應避免以任何方式變更此段位址之內容。

第三章 操作方法

爲便利初學者，本章將MPF-I的各種功能分爲基本操作，程式偵錯及輔助功能三大類加以說明。使用者若是第一次使用微電腦學習機，應依此順序練習各種操作方法並應先熟悉第一章所介紹的各種符號。

3-1 基本操作

3-1-1 系統起始 — 鍵

RS 是Reset 的縮寫，此鍵按下後會發出一個 reset 信號，通常在電源接通後系統會自動產生此信號。Reset 信號會使 MPF-I 進入起始狀態，進行一切準備工作並設定各種參數，最後在顯示幕上亮出 ，開始接受按鍵指令。細分起來，MPF-I 的 reset 有兩個不同的層次，其間的差別因爲牽涉到軟體細節，留到第四章再詳加討論。僅就顯示幕而言，如果是在電源打開之際收到 reset 信號， μ PF--1 六個字是自右而左逐字亮出；在其他的時候按  鍵則同時亮出。

3-1-2 RAM內容的檢查及修改— ADDR 和 DATA 鍵

執行此項功能的按鍵順序如下：

ADDR < address > [DATA [< data >]] + [< data >] +

〔例〕 檢查位址 0000 ~ 0003 之內容

按 鍵	顯 示 幕	說 明
ADDR	x.x.x.x.x x	顯示幕左方位址欄下出現四個指引點，提示使用者輸入 < address >
AF 0	0.0.0.0.0 6	位址 0000 之內容為 06
+	0001 0.0.	位址 0001 之內容為 00
+	0002 1.0.	位址 0002 之內容為 10
+	0003 F.E.	位址 0003 之內容為 FE

〔例〕 將RAM位址1800改為AB，1801改為CD

按 鍵	顯 示 幕	說 明
ADDR	x.x.x.x.x x	位址欄出現四個指引點，提示使用者輸入 < address >
BC 1		
IX 8 AF 0 AF 0	1.8.0.0.x x	指引點移至資料欄，提示使用者可輸入 < data >
DATA	1800 x.x.	
HL 3 SP A	1800 3.A.	
I-IF B	1800 A.B.	< data > 超過兩位時取最後兩位。
+	1801 x.x.	位址欄加 1，指引點停在資料欄，提示使用者可輸入 < data >
SZ-H C PNC O	1801 C.D.	

〔例〕 改變 0000 之內容

按 鍵	顯 示 幕	說 明
ADDR AF 0	0.0.0.0.0 6	定址在 0000
DATA	00000.6.	
BC 5		ROM之值不可改變，顯示幕熄滅，發出警告
	00000.6.	鬆手後又恢復原狀

〔補充說明〕

在以下的解說中所用到的各種符號及名詞均已在第一章中說明過，為顧及初學者，仍然重覆一次，但以後各節將不再重覆，初學者應藉此機會熟悉各種符號名詞的含意。

Addr 為 Address 的縮寫，此鍵按下後顯示幕成為基本型，換句話說，顯示幕左方的四個數字代表位址；右方兩個數字代表該位址所儲存的內容。同時位址欄下方出現四個指引點，提示使用者應自鍵盤輸入位址；此即＜address＞所代表的意義。標準的位址是四個數字鍵，如果輸入鍵超過四個，取最後四個；如果不足四個，MPF-I 以顯示幕左邊四個數字做為位址。

當 DATA 鍵被按下後，指引點移至最右兩位，提示使用者應自鍵盤輸入資料；此即＜data＞所代表的意時輸入的數字將變更 RAM 的內容，同時亦顯示在顯示幕上。正常的＜data＞為兩個數字，如果超過或不及兩個，和＜address＞處理的方法相同。只要顯示幕為基本型，按 + 或 - 鍵會使位址欄的位址加減一，同時指引點停留在右邊，等待變更資料的輸入。如果只是為了檢查 RAM 的內容，不必輸入＜data＞，所以在＜data＞外加方括弧〔 〕，表示這個項目可以略去；只有在修改時才要輸入＜data＞。按 ADDR 鍵後可以不按 DATA 直接按 + 或 - 鍵，所以在 DATA 外面又加了一個方括弧，表示這個項目可有可無。

如果使用者企圖改變 ROM 的內容，MPF-I 將使顯示幕全部熄滅，警告使用者有錯誤發生，當造成錯誤的按鍵，鬆手後，顯示幕恢復原狀。

3-1-3 Register 的檢查及修改— 和 鍵

執行此項功能的按鍵順序如下：

 < register name > [ [[< data >]]  [< data >] ]

〔例〕 查看 register SP, HL, IY 之內容，並將 register A 改爲 12，F 改爲 34。

按 鍵 顯 示 幕

	r E G .
	× × × × S P
	× × × × H L

	× × × × I Y
---	-------------

	× × × × A F
	× × × . × . A F

		× × 3 . 4 . A F
		× . × . 3 4 A F
		1 . 2 . 3 4 A F

說 明

提示使用者輸入 < register name >

右方爲 register 名稱，左方爲其內容 < register name > 僅需一個按鍵 如果輸出超過一個，取最後一個。

連續檢查不同的 register。

只需連續按 < register name >。

register F 下方出現兩個指引點，提示使用者輸入 < data >

register F 已變爲 34。

指引點左移至 A 的位置

A 的內容成爲 12

〔補充說明〕

Reg 爲 register 的縮寫，< register name > 爲 register 的名稱。在 MPF-I 中，CPU 所有的 register 均用一個鍵來表示，並且將其名稱印在鍵盤上，使用時非常方便清楚。當 **REG** 鍵被按後，顯示幕成爲 **REG-**，提示使用者應輸入 register 的名稱。使用者只要按一個鍵即可輸入名稱，此時 register 的名稱出現在顯示幕右方，其內容出現在顯示幕左方。例如 **1234 SP** 表示使用者的 Stack pointer 爲 1234。< register name > 僅需要一個輸入按鍵，所以每按一個名稱，顯示幕就會出現相對的名稱及內容。換句話說，如果想檢查好幾個不同的 register，只要將它們的名稱連續輸入即可。

如欲變更 register 的內容則必須按 **DATA** 或是 **+** **-** 鍵。每次變更是以 Byte 爲單位，**DATA** 或 **+** **-** 被按後，顯示幕上會出現兩個指引點，提示使用者應自鍵盤輸入資料，並標示所更動 register 的位置。按 **-** 及 **+** 可移動指引點的位置，移動的規則如圖 3-1 所示。

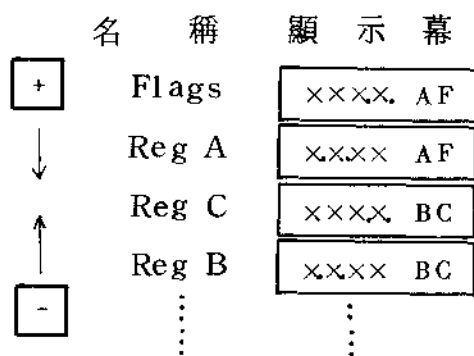


圖 3-1 REG 指引點移動之規則

由於顯示幕之限制，下列字形有其特定之意義：

1 AF，BC'，DE'，HL'，Flag' 以右方之小數點表示。

2 IX，IY之字形爲 **IX** 與 **IY**。

3 Register I 與 Interrupt IFF2 字形爲 IF。

Register AF 及 AF' 中的 F 代表 flag，依照 Z-80 的規則，flag register 中每個 bit 的含意如圖 3-2 所示。如果僅知道 F 的十六進位表示法，還需經過一次換



FH (Flag High) FL (Flag Low)

其中之 ' . ' 表示該 bit 無意義

圖 3-2 flag register

算，才能得知每個 flag 的狀況，十分麻煩。MPF-I 特別將 flag register 解碼出來，每四個一組，以 0 和 1 顯示在顯示幕上，並且將每個 bit 的名稱直接印在鍵盤上，只要靠直覺反應即可檢查與改變每一個 flag 的值，非常方便。不過必須注意的是，如果將指引點移至解碼後的 flag 下方，由於現在是以 bit 為單位，因此最好只輸入 1 或 0，否則不論變更時輸入任何數字，只取最右邊一個 bit。同時下次再檢查 AF 時，會自動修正。

〔例〕 假設目前使用者的 F register 值為 29，查看 carry flag 並且加以修正。

按 鍵	顯 示 幕
REG AF O	××29AF
-PNC O	1001FL
DATA	100.1FL
AF O	100.0FL
REG AF O	××28AF

說 明

F 的值為 29。

查看解碼之後的 flag 發現 carry flag 被 Set

Reset carry flag

F 之值自動修正

3-1-4 程式計數器之檢查 — 鍵

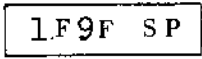
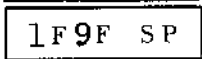
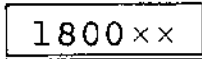
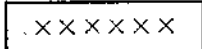
使用者的 program counter 可以藉  鍵快速地檢查。此鍵按下後，顯示幕成爲基本型，同時右邊出現兩個指引點。此後使用者可以按數字鍵修改該位址的內容，亦可按  或  鍵改變位址。MPF-I 的 RAM 基本上是 2 K Byte 也可擴充至 4 K Byte，reset 時監督程式檢查這兩段記憶體，找出位址較低的 RAM，然後將 PC 的初值設定於此。按  鍵後再按  鍵，顯示幕的左方即爲 MPF-I RAM 的起始位置。

3-2 程式偵錯

3-2-1 執行程式 — 鍵

當欲執行所輸入之程式，只有當顯示幕爲基本型時  鍵才有效，此鍵被按後，CPU 即從顯示幕所指示的位址開始執行。在執行之前 MPF-I 先將使用者的 register 存回 CPU；使用者的 register 可以用  鍵先行設定。

〔例〕 程式執行

按 鍵	顯 示 幕	說 明
		顯示幕的左方不是位址。
		顯示幕全黑，表示錯誤。
		鬆手後恢復原狀。
		顯示幕的左方爲位址。
		CPU 自 1800 開始執行。