

# 노트 PC 에 의한 계측과 제어

## —HP(HP)-BASIC 에의 권유—

富永雅樹<sup>\*</sup>(토미나가 마사키:TOMINAGA, Masaki)

Advanced Technology Research Group

National Research Institute Earth Science and Disaster Prevention, Japan

### Abstract

Measurement and control systems by use of computer are becoming popular. Most of them that we can use in daily experiments are offered in the form of pre-fixed systems. The pre-fixed systems are designed to

Remove complexity in the setup of the instrumentation and control systems. It is true that the hardware is well combined with the software in those systems, but it is difficult or impossible for us to modify them for our own use. On the other hand the published software that have flexibility in use are so well designed that researcher cannot see what is going on in the systems or the programs. In the present paper HT-BASIC is introduced for the use for note PC. The HP-BASIC was a well acknowledged software to control measurement systems by PC. Researcher could manipulate them for their own use. Since discontinuance of the PC specified for the use of the HP-BASIC the software became unpopular. But new version of the HP-BASIC those name was changed to “HT-BASIC for WINDOWS” is designed to work well in WINDOWS environment. We can make personal systems for instrument and control by the “HT-BASIC for WINDOWS” without much difficulty.

**Keywords:** Note PC, BASIC, Field instrumentation, Instrumentation, User oriented instrumentation system

### 1. 서론

인터넷에 의한 정보검색이나 전자메일의 교환, 문서작성을 위한 만능 사무 단말로서 컴퓨터는 개인이 소유하게 되었다. 기능도 향상이 돼 Cray 사가 1976 년에 발표한 27 억엔이나 하는 슈퍼 컴퓨터 Cray1 의 속도가 160MFLOPS, 메모리가 8 메가바이트였던 것에 비교하면 현재 보통의 PC 에서 클럭이 2 기가헤르츠, 메모리가 500 메가바이트이니까, 당시의 슈퍼 컴퓨터 이상의 도구가 책상 위에 있는 시대가 되었다. 계측방면에서도 이용되고 있고 범용의 오퍼레이션 시스템 WINDOWS 상에서 동작을 하는 계측 소프트웨어(VEE, LabView 등) 도 보급이 되어 있다. 그렇지만, 이러한 소프트는 WINDOWS 특유의 GUI(Graphic User Interface)를 이용해서 만들어졌기 때문에 간단은 하지만 조작내용이 잘 보이지 않는다는 성질을 갖고 있다. 연구, 개발의 현장에서는 프로그램중에 명시적으로 무엇을 행할 것인지에 대해 작업을 지시해, 계측시스템의 제어를 해서 데이터를 수집하지 않으면, 그 후의 처리를 할 수가 없기 때문에 시판되고 있는 소프트웨어로는

뭔가 모자라는 느낌을 피할 수가 없다(Reference 5,6). 한편으로, 이식성이 높기 때문에 이용이 되고 있는 C 언어도 조작자, 계측된 데이터, 환경조건, 계측시스템의 제어 등의 사이에서 상호작용을 시킨다는 인터랙티브 (interactive)한 시스템을 만들기에는 적합하지 않다. 작성한 본인 이외에는 프로그램의 흐름을 이해하기가 어려우며 수정을 할 때마다 코멘트를 써 놓지 않으면 몇 년이 지나면 작성을 한 본인마저도 잘 모르게 된다 같은 작업에도 여러 종류의 수법이 있어서 이해하기가 어려운 점, 작업관수로서 표현을 하지 않으면 안되기 때문에, 작성자에 따라 알고리즘이 제각기 틀린 점, 시간이 지나면 세세한 지정을 무엇을 위해 해놓았는지를 잊어버리는 것 등이 그 이유이다. 신참의 연구원이나 학생 등이 많은 에너지를 쏟아 부어 넣고서도 자기 몸의 일부분처럼 작동을 하는 계측시스템을 가질 수 없다는 상황을 보고 있으면, 그래피컬한 프로그램의 전성 시대에는 그림자가 흐려져 버린 HT(HP)-BASIC 이라는 언어를 재평가하지 않을 수가 없다. 이 리포트는 계측시스템을 작성할 경우, 상기와 같은 장벽이나 문제점에 직면한 경험이 있는 모든 학생 및 기술자 여러분을 위하여 당 연구소에서 경험을 토대로 HT(HP)-BASIC 의 Outline 을 소개하는 것이다 .

(그리고 여기에 소개되어 있는 제품명, 회사명은 각 사의 등록상표 또는 상표이다)

## 2. HT(HP)-BASIC 의 역사

계측시스템의 과거 30 년의 역사를 보면, 1970 대 초반에는 계측의 시스템화는 원자력 등의 대규모의 프로젝트에서 사용되고 있던 CAMAC 등을 제외하면 아직 꿈과 같은 일이었다. 애널로그가 개체로 사용돼 펜으로 쓰는 기록계나, 데이터 레코드로 시간의 경과에 따른 변화를 기록할 수 있으면 괜찮은 편이었다.

그러나 신호처리의 분야에서는, 다이나믹한 신호이론의 연구에서 목적으로 하는 정보를 얻기 위해서는, 측정된 신호 하나 하나의 정밀도를 높이지 않으면 안되지만, 그러한 신호가 측정된 시각의 정밀도도 중요했다. 복수의 계측으로 구성된 임의의 계측시스템을 실현시키기 위해서는 측정기의 디지털화가 필요했지만 아직 일반적이지 아니었다. 그 후, 집적회로기술의 발전으로 연산 증폭기(Operation Amplifier) 와 Texas instruments 사의 논리 IC 가 보급이 되기 시작하면서부터 계측기의 디지털화가 단숨에 진행이 되었다.

제조업이나 프랜트 현장에서는 [계측 장비] 라고 불리고 있는 것처럼 계측은 계측 단독으로 존재하고 있는 것은 아니다. 반드시 측정된 정보를 바탕으로 해서 프랜트나 제조 라인 등의 제어가 동반되는 것이다. 연구에 있어서도 측정된 데이터를 기준으로 실험조건이나 입력신호를 변경하는 등의 조작이 이루어진다 그 때까지는 애널로그 신호 기준으로 스위치나 변의 개폐를 위한 액추에터(actuator)를 구동시키기 위해서는 개별적으로 고안된 기구가 필요했었지만, 그러한 사용자의 요망에 맞는 범용성이 있는 시스템을 만들기 위해서는 컴퓨터제어에 의거한 계측기 시스템의 실현이 기대되고 있었다. Hewlett-Packard(HP)사가 사내 규격으로 계측기 시스템의 디지털 제어방식(HPIB, Hewlett-Packard Interface Bus)을 실현 한 것은 1973 년이었다. 이것은 계측기 회사로서의 노하우와 탁상형 계산기(desktop computer)의 기술을 갖고 있는 HP 사가 아니면 이를 수가 없는 쾌거였다. HP 사는 자기회사의 규격을 국제규격으로서 제안해 1975 년에 IEC 규격으로서 승인이 되었다. 그 이후로 규격의 향상도 포함해 공식적으로는 GPIB(General

Purpose Interface Bus, HP 사 내부에서는 HPIB 로 불리고 있다)로서 보급이 되고 있다.

당시의 HP 사의 사내 규격의 단계에서도, 프린터 및 데이터 보존용의 테이프 커트리지 드라이브를 내장한 탁상형 계산기(퍼스널 컴퓨터라고 불리고 있었다)를 중심으로 디지털 전압계(A/D 컨버터), 스캐너(텔레이에 의한 스위치 회로,현재의 화상입력기기와는 다른,) 디지털시계, D/A 컨버터. 신디사이저(신호발생), 카운터(주파수.시간간격 측정) 등이 갖춰져 있었다. 이 정도 있으면 일정의 계측,제어시스템을 구성하는 것이 가능하게 되어 있었다.

1977 년에 HP 사는 HP9825A 라는 역사에 남는 탁상계산기를 발표하였다.이것은 GPIB 가 국제규격이 된 것을 받아 들여 그 완전한 제어를 실행하기 위해서 설계된 것으로, 그 이후 시스템의 중심이 되는 계산기는 컨트롤러라고 불리게 되었다. 디스플레이는 32 문자표시의 단 한 줄 뿐으로 250byte 의 테이프에 의한 데이터 커트리지(data cartridge), 16 자릿수의 서멀 프린터(thermal printer), 디스크 등의 불휘발성의 메모리는 없었으며 표준장치로서의 RAM 은 6.8k 바이트라는 지금으로서는 상상도 할 수 없는 작은 용량밖에 없는 HP9825A 였었지만 뛰어난 오퍼레이팅 시스템과 HPL( Hewlett-Packard Language)이라는 독특한 언어의 사용으로 고도의 계측, 제어시스템을 편성할 수가 있었다.

그 후, 현재에는 당연하게 되었지만 CRT 디스플레이를 내장한 탁상계산기와 함께 HP-BASIC 언어(Rocky Mountain Basic 이라고 불리고 있다)가 등장했다. 이 언어는 그 후 HP 사의 계측, 제어용 계산기(컨트롤러) 의 핵심이 된 언어로, 외부기기나 데이터의 입출력을 제어하기 위한 명령 뿐만이 아니라 수치연산기능, 그래픽스 출력기능, 파일의 작성이나 데이터의 전송기능 등을 포함한 언어이다 이 무렵부터 LA(Laboratory Automation: 실험실의 자동화) 또는 FA(Factory Automation: 공장의 자동화)라는 개념이 침투하게 되었다. 그 후, GUI 의 선구라고 할 수 있는 HP-BASIC Plus 가 추가돼 포괄적인 언어가 되었다.

1986 년에 Toshiba USA 가 운반이 가능한 랩톱 컴퓨터(lap-top computer) T-3100 을 발매했다. 그에 대한 충격은 대단히 컸으며 그 후의 퍼스널 컴퓨터의 형상과 흐름을 결정지었다. 그것을 받아 들여 HP-BASIC 의 사용자는 운반이 가능한 컨트롤러의 출현을 기다리게 되었다. 그러한 컨트롤러가 있다면 실내에서 뿐만이 아니라 계측기를 조립할 수가 있기 때문이다. IBM PC 가 세계표준으로서 보급됨과 동시에 그것을 뒷받침하는 Intel 사의 CPU 칩도 표준이 되었다. Motorola 사도 CPU 칩을 생산하고 있었지만 Intel 사와는 다른 68 계라고 불리는 아키텍처(architecture)였기 때문에 장래의 판매 확대를 기대할 수가 없어 생산을 중지했다. 그에 따라 Motorola사의 CPU를 채용하고 있던 HP 사는 1990년대 중반에 컨트롤러의 생산중지를 발표했다. 이 뉴스에 전 세계의 사용자(유저)는 깜짝 놀라 현행의 계측, 제어시스템의 보존용품으로서 HP 를 대량으로 사서 재어두는 현상이 일어났다. 그러나 사용자들의 생산을 계속 해 달라는 요청을 받아들여 생산중지가 몇 년 뒤로 연기되기도 했다. 결국 HP-BASIC 대응의 오퍼레이팅 시스템을 갖고 있는 HP9000/300 시리즈의 PC 는 1996 년 10 월에 공식으로 판매중지가 되었다. HP 사에 의한 HP-BASIC 은 버전 6.2 로 종료가 되었다. 그러나 판매중지가 되어 보수도 받을 수 없게 된 이상, 현재 보유하고 있는 컨트롤러가 고장이 나면 어떻게 할 방법이 없었다. 이에 IBM PC 의 표준 OS 인 WINDOWS 상에서 움직이는 HP-BASIC 의 출현에 대한 기대가 높아졌다. TransEra 사는 1988 년부터 IBM PC 상에서 움직이는 HP-BASIC 을 Rocky Mountain Basic 이라는 이름으로

발매하고 있었다. HP 사는 1996 년 초반부터 2000 년 11 월에 걸쳐 HP-BASIC for WINDOWS 라는 이름으로 TransEra 사의 OEM 제품을 발매하고 있었다.

이것으로 표면적으로는 HP-BASIC 의 사용자는 컨트롤러의 고장을 걱정하지 않아도 되게 되었지만, 상황은 곤란해졌다. 지금까지의 계측의 형태가 보이지 않게 된 것이 그 원인이었다. 그 원인의 몇 겹가를 예로 들면 우선 사용자의 종래의 HP-BASIC 에 대한 절대적인 신뢰가 그 이유중의 하나였다. 당시는 각각의 회사가 제각기 다른 CPU 와 매뉴얼을 판매하고 있어서 컴퓨터를 직접 만드는 것이 유행하던 시절이었다. Motorola 사의 68 계의 CPU 의 아키텍처가 Intel 과는 다르다는 것은 당시의 기술개발자에 있어서는 지극히 당연한 지식이었다. 시스템이 다른 이상, 낡은 오래된 프로그램을 완전히 이행시키는 것은 불가능하지만 HP-BASIC for WINDOWS 의 영문 매뉴얼에는 신구의 대비가 되어 있어서 안 되는 일이 자세하게 적혀 있었다. 기술개발자로서는 당연한 일을 했다고 할 수 있지만 사용자들은 그렇다면 이것은 사용을 할 수가 없다고 생각을 하게 되어 버렸다. 또한 HP 사에서는 VEE 의 개발에 힘을 쏟아, TransEra 사의 HP-BASIC for WINDOWS 는 판매는 하기는 했지만 적극적인 백업을 하지 않았다. 특히, 일본 HP 사의 일본어 매뉴얼은 유료의 강습회 참가자를 전제로 한 것으로서 관심이 있는 연구자, 학생도 매뉴얼을 손에 넣을 수가 없었다.

또한 그것을 읽어 보아도 통상의 프로그램의 작성법이 설명이 되어 있을 뿐 계측, 제어를 간단하게 할 수 있다는 HP-BASIC 의 뛰어난 특징이 이해하기 쉽게 적혀 있지 않았다. 그 위에 WINDOWS 의 등장도 영향이 있었다. 초기단계에, 어떤 일이라도 가능하다는 꿈같은 시스템인 것처럼 선전을 했기 때문에 이식성이 높은 C 에서 프로그램을 작성해보려고 하는 사람마저 나타났다. 그러기 위해서 공부를 하고 또 공부를 위해서 매뉴얼을 찾는 등 시간을 낭비한 베테랑 기술자들도 많이 있었으리라 생각한다. C 에 관해서 많은 종류의 해설서가 나와 있다는 것 자체가 C 가 이해하기 어렵다는 것을 증명하고 있다. 계측, 제어시스템을 백지의 상태에서부터 조립하기 위해서는 C 언어는 적합하지 않다. WINDOWS 에서는 시각에 호소하는 비주얼한 다크멘트가 간단하게 작성할 수 있게 되어 HP 사의 VEE 라든지 National Instrument(NI)사의 LabView 라든지 계측, 제어의 분야에서도 비주얼한 [프로그램] 을 작성할 수 있다는 소프트가 등장했다.

NI 사는 장래의 사용자를 예상해 이러한 소프트의 강습회를 열거나 각국의 언어로 된 매뉴얼을 내놓고 있지만, HP 사는 그렇게 적극적이라고는 할 수가 없다. 한 편, PC 가 보급되면서 두 회사 이외에도 여러 회사가 제각기 다른 계측, 제어용 인터페이스 보드를 시판하게 되었다. 이러한 보드에는 전용의 소프트웨어가 부속이 되어 있다. 처음으로 PC 에서 계측, 제어를 실행하는 학생들은 물론 다른 시스템을 사용해 왔던 사람들도 매뉴얼을 읽으면 데이터 수록이 가능하기 때문에 보급이 되어 있다. 그러나 한편으로는, 이러한 사용자들은 매뉴얼에 써 있는 대로 아이콘을 클릭해 데이터는 수집하지만 도대체 어떻게 해서 데이터가 수집되는지에 관해서는 알 수가 없다는 불만과 불안도 갖고 있다. 이처럼 데이터는 데이터로서 따로, 그 후의 계산이나 그래프화 등의 처리는 또 따로 전용의 소프트로 행한다는 것이 현재의 상황이다.

이 리포트에서 기술하려고 하는 HP-BASIC 은 상술 한 바와 같이 기능이 전부 포함 된 올인원(all in one)소프트이다. TransEra 사는 그 후, HP-BASIC for WINDOWS 라는 이름을 계승해 편집화면에서의 사용을 간편하게 하는 등의 개량을 거듭해 현재에 이르고 있다.

HP-IB의 등장 이후의 계측시스템의 흐름을 봐 왔지만, 계측기의 제어라는 것은 비록 형태는 틀리지만 오늘날에도 역시 GPIB 프로토콜(protocol)이 기본이며 각 회사가 내 놓고 있는 GPIB 나 GPIO(General Purpose Input and Output, 범용의 디지털신호 I/O 버스)의 PC 카드는 HT(HP)-BASIC로 제어를 할 수가 있는 것이다. 현재 40 대 후반에서 50 대의 기술자, 연구자들 사이에서 압도적으로 지지를 받고 있어 세계표준이라고 할 수 있는 HT(HP)-BASIC이 현재의 학생들 사이에는 그다지 보급이 되지 않고 있는 이유는 지명도가 낮기 때문이다. 당시 HP사의 측정기 및 컨트롤러(계산기)는 가격이 비싸서 대학에서는 좀처럼 보급이 되질 않았다. 일본어 매뉴얼도 있었기 때문에 자금이 풍족한 공공연구소나 민간기업에서는 보급이 되었지만 1 달러에 300 엔 전후로, 그 위에 환율의 변동이 심한 시대에는 대학에서 구입을 검토한 다는 것 자체가 매우 어려웠다. 그 결과, 대학의 연구실에 있어서 HP-BASIC은 보급이 되질 않고 학생들 사이에 소프트가 전승되는 일도 없었다. 현재의 상태는 방대한 영문 매뉴얼(그것도 온라인 매뉴얼) 뿐으로 전체상도 잘 모르는 시스템이 지금부터 학생들에게 보급이 되어 간다고는 생각할 수도 없다. 그러나, 도입 가격이 내려간 지금이야말로 노트 PC로 자유롭게 계측, 제어시스템을 짤 수 있는 시대가 되었다고 할 수 있다. 이러한 현재의 상태를 참작한 다음, 이 리포트를 한 번 읽어 보면 HT(HP)-BASIC의 아우트라인을 파악하게 되고 그 가능성에 대해 소개를 하는 것이 이 보고서의 목적이라 말 할 수 있다.

국제 방재 과학기술연구센터(현 독립행정법인 방재과학기술연구소)의 대형 강우 실험시설이 완성된 것이 1974년 3월로, 계측 설비는 아직 완성이 되지 않은 상태였다. 다종 다양한 실험을 하기 위해서는 자유롭게 구성의 변경이 가능한 컴퓨터를 중심으로 한 계측, 제어시스템이 최적이라고 여겨졌지만, 실제의 예가 없었다. 때마침 그 무렵, HP사가 사내 규격으로서 HP-IB를 제안하고 있어서 조사를 해 보니 일정의 시스템을 구성할 수가 있다는 것이 판명이 되었다. 아직 그 단계에서는 HP-IB는 공적인 규격은 아니었지만, HP사가 발매하고 있는(전술한) 제품만으로도 닫혀진 계측시스템을 짤 수가 있었기 때문에 HP사의 시스템을 도입했다. 그 후에 국제규격(GPIB)으로서, 그 위에 또한 디지털기술의 진보와 함께 GPIB 커넥터를 장비하지 않은 계측기는 없을 정도로 보급이 되고, 컨트롤러도 각사에서 판매를 하기에 이르렀다. 자유롭게 계측, 제어 시스템을 조립해 실험을 한다는 입장에서는, HT(HP)-BASIC으로 GPIB를 제어할 때의 우위성은 변함이 없다. HP-BASIC을 계승한 TransEra사는 HT-BASIC이라는 이름으로 개량을 거듭해, HP사의 최종 버전에 비교해 그 뛰어난 제어기능은 남긴 채로 편집기능, 수학관수, 서브 루틴(sub-routine), 비주얼한 디스플레이 기능 등을 확장, 통합하고 있다. 현재는 시대의 흐름에 맞춰 WINDOWS 상에서의 GUI(Graphic Interface)를 이용한 사용하기에 편리한 프로그램이 되었다.

### 3. HT-BASIC의 outline (Reference 1, 2)

원래 HP사에서 개발된 HP-BASIC을 지금은 TransEra사에서 계승 받아 HT-BASIC이라는 이름으로 개발을 거듭하고 있다. 현재 시판이 되고 있는 것은 HT-BASIC 9.x 버전이다. 이 장의 이후에서는 HT-BASIC이라는 명칭으로 그 특징을 전체적으로 살펴보기로 한다.

HT-BASIC GPIB bus line에 연결되는 외부 계측 등의 제어와 임의의 디지털신호의 입출력제어, 컴퓨터의 CRT(액정표시화면도 포함함, 이하 같음) 출력화면의 제어, 디스크상의 파일의 작성과 데이터의 입출력 제어 및 일반의 수치계산을 포함한 프로그래밍 언어이다. 그 전체 구성은 그림

1 과 같다. 데스크탑 컴퓨터에 관해서는, GPIB 보드 및 범용의 비트 (bit)입출력을 행하는 GPIO 보드가 상품화 되어 있다. 노트 PC 에 관해서는,GPIB 용 및 비트 입출력용의 PC(PCMCIA)카드가 시판이 되고 있다.

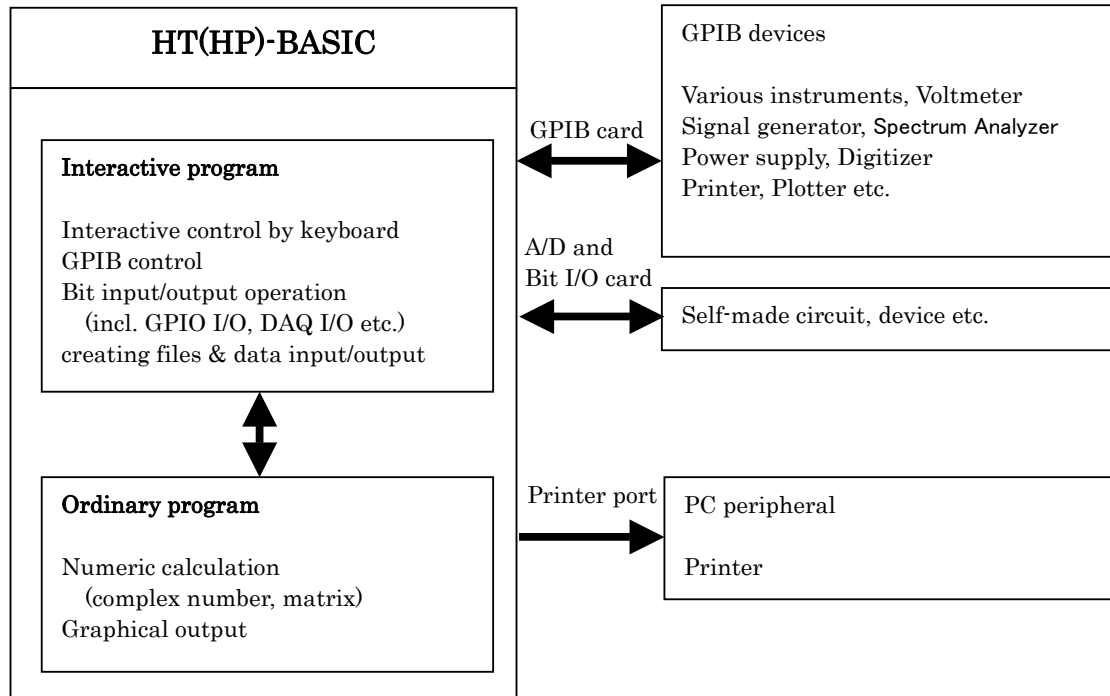


그림 1 HT(HP)BASIC and its environment

### 3-1. HT-BASIC 의 특징

#### (1) 인터프리터(interpreter) 언어

HT-BASIC 은 기본적으로는 프로그램의 명령 라인을 한 줄씩 읽은 다음에, 해석을 하는 인터프리터(interpreter)언어이다. C 또는 Fortran 과 같은 컴파일러(compiler)언어는 아니기 때문에 대규모의 수치 계산 등을 하기 위해서는 적합하지 않다.

그러나 극단적인 고속화를 요구하지 않는 수치계산, 조작자와의 대화형 프로그램/머스라인으로 결합된 컴퓨터 주변기기(프린터, 화상 입력용 스캐너, 하드디스크 등)이외의 기기(각종의 측정기기, 플로터 (plotter) , 디지털타이저 (digitizer) , 디지털신호 입출력, 또는 자기가 직접 만든 텔레이회로 등)는 각각 제 각기의 속도로 움직이고 있으므로, 각 기기의 응답을 기다려 다음의 작업을 실행하는 경우에는 인터프리터 방식의 언어가 편리하다.

그 위에 인터프리터 언어의 최대의 특징이라 할 수 있는 것은, 그 이름의 유래이기도 한 RUN 키를 누르면 즉시 실행을 한다는 성격이다. 실험실에서 프로그램을 개발할 경우에는 우선 자기가 하고 싶은 처리의 커다란 틀을 정한 다음 골격이 되는 프로그램을 작성한다. 그 후에 여러 가지 기능을 추가해서 사용하기에 편리한 프로그램으로 완성을 해 나가는 것이 보통의 방식이다. 그 때에 약간의 변경이 있어도 파일의 보존→컨파일→실행을 반복하지 않으면 안 되는 C 언어 등에서는 넘쳐나는 아이디어의 확인에 시간이 걸릴 뿐이다.(후기 참조) 또한 실험이나

계측의 현장에서는 이전 했던 실험의 프로그램을 원래의 상태로 돌아가서 개량을 거듭하는 경우가 많이 있다. 그런 경우에도 C 언어라면 변수 뿐만이 아니라 프로그램의 흐름에 세심한 주의를 하지 않으면 안 된다. 그러나 BASIC 언어라면 줄(행)을 따라 가는 것으로 프로그램의 흐름을 확인하는 것은 간단하다. 바탕이 되는 프로그램을 타인이 작성했을 경우, C 언어라면 개편은 불가능에 가깝지만, BASIC 언어라면 개편이 가능하며 선배의 연구를 이어 받아 연구실의 자산으로서의 프로그램의 가치도 높아질 것이다.

바꾸어서 생각하면 이러한 특징은 특별히 일일이 열거할 필요도 없다. 생각한대로의 작업을 행할 수 있다는 것이 프로그램의 사명이다. 그러나 그 자체가 보이지 않게 되었다는 것이 이 리포트를 집필하게 된 동기이기도 하다.

## (2) 컴파일러 기능

HT-BASIC 은 기본적으로 인터프리터 언어이지만, 수치계산 등을 할 때에는 부속의 컴파일러 기능을 이용할 수가 있다.

## (3) BASIC 언어

이름처럼 BASIC 언어이니까 BASIC 언어에 공통된 프로그램 구조를 갖고 있어 논리가 이해하기 쉽다. 작성자 본인이나 타인이 몇 년 후에 읽어 보아도 이해할 수가 있고 또한 개량도 간단하다. 프로그램 언어는 언어인 이상 이해하기 쉬운 표기가 바람직하다. C 언어의 경우, 베테랑의 프로그램 개발자라고 하여도 초보적인 미스를 하기가 쉽다는 자체가 그 언어가 갖고 있는 본질적인 결함이라고 할 수 있다.

## (4) 서브루틴(subroutine)

보통의 서브루틴뿐만이 아니라 컴파일(compile) 된 수학 함수나 서브루틴의 라이브러리가 있어 프로그램 중에 자유롭게 불러 내어 사용을 할 수 있는 HT-BASIC 에서는, 수학 함수에 관해서는 거의 모두가 CSUB 화 되어 있지만 C 언어 등을 이용해서 CSUB 를 직접 만들 수도 있다.

## (5) 파일의 입출력

프로그램 중에 임의의 이름의 파일을 디스크상에서 작성해, 수록데이터 등을 작성하는 일이 가능하다. 장기에 걸친 계측을 실시할 경우 등에 위력을 발휘한다.

## (6) GPIB

HT-BASIC 은 단독으로도 강력한 언어이지만 GPIB 를 거쳐 계측기기 등의 제어를 실행할 때에 그 진가가 발휘된다. 노트 PC 의 경우에는 PC 카드의 슬롯에 GPIB 카드를 집어 넣고, 다른 한 쪽의 GPIB 전용의 커넥터를 계측기의 GPIB 소켓에 접속하면 된다. 아니면 USB 케이블의 다른 한 쪽이 GPIB 의 커넥터로 되어 있는 것도 있다.

## (7) 비트(bit) 입출력(GPIO)

비트 I/O 제어도 GPIB 와 마찬가지로 PC 카드 슬롯에 비트 I/O 카드를 집어 넣고, 다른 한 쪽의 케이블은 직접 만든 디지털 신호변환 회로에 접속하여 사용한다. GPIO 란 HP 사가 당초 발매한, 파라렐(parallel) 에서 독립한 각각 16 비트 씩의 입력라인과 출력라인을 제어할 수 는 I/O 기기의 명칭이다. 현재 GPIO 는 데스크탑용의 PCI 보드밖에 시판이 되고 있지 않지만 비트 I/O 를 제어할 수 있는 PC 카드로서는, NI 사나 ines 사가 DAQ (Data Acquisition) 라고 불리는 카드를 판매하고 있다.(5 장에서 자세하게 설명) 이 중에는 A/D 컨버터를 내장하고 있어 단독으로도 전압 등의

측정을 할 수 있음과 동시에 8~24 비트의 입출력을 제어할 수 있는 카드도 있다. AD 컨버터를 포함한 PC 카드가 있으면 그것만으로 전압신호로 변환시킬 수 있는 신호의 계측시스템을 만드는 일이 가능하다.

### (8) HT-BASIC Plus

HT-BASIC Plus 라는 확장언어를 이용해서 계측데이터를 미터나 그래프로 표시할 수가 있다. 현재의 PC 의 주류가 되어 있는 GUI 의 선구가 된 기능이다. 그러나 계측, 제어라는 목적으로부터는 부수적인 기능이라는 점, 프로그램의 본 줄기와는 관계없는, 표시를 위한 파라미터의 세세한 설정이 번잡한 점, 중핵을 이루는 HT-BASIC 의 기능으로 대체가 되는 점등으로, 오래된 HP-BASIC 버전에서부터 계속 사용을 해 온 사용자들 중에도 HT-BASIC Plus 기능을 사용해 본 적이 있는 사람은 극소수이다.

### (9) 그래픽 출력

그래픽스는 직접 CRT 상에 그리는 일이 가능하다. GPIB 라인에 HPGL 이라는 그래픽 언어를 읽는 프로터 (Plotter)가 접속이 되어 있다면 프로터에 출력을 할 수가 있다. CRT 상의 화상을 그대로의 화상파일로서 저장하는 명령은 HT-BASIC 에는 없지만, Windows 에 내장되어 있는 「페인트」 또는 시판이 되고 있는 캡처 소프트웨어를 이용하면 비트맵(bit map)등의 화상파일로서 저장할 수가 있다.

## 3-2 HT-BASIC 의 인스톨

### (1) 프로그램

HT-BASIC 의 최신 버전은 HT-BASIC 을 계승한 TransEra 사의 HT-BASIC for Windows 로 현재 버전 9.x 가 나와 있다. 이것은 순서에 따라 인스톨을 하면 되지만, 레거시(legacy) 버전이 아니라 HT-BASIC 을 선택해, 커스텀 인스톨을 선택하여 모든 컴퍼넌트(component)를 인스톨한다. 전체에서도 약 40M 바이트를 차지할 뿐이다. 인스톨 후의 디렉토리는, 특별히 지정을 하지 않았을 경우,

C:\Program Files\HTBwin

notes: Correctly, although it is HTBwinXY (X:Version and Y:Release), below, it is marked as HTBwin.

로 되어 있다.

### (2) GPIB 카드

각사에서 발매를 하고 있지만 이하의 예에서는 NI 사의 GPIB+ 카드를 사용한다. 카드 슬롯에 카드를 집어 넣어 지시에 따라 드라이버를 인스톨을 한다.

### (3) 디지털 I/O 카드

각사에서 발매를 하고 있지만 이하에서는 ines 사의 DAQ 카드 i250 를 사용한다. ines 사에서는 수 종류의 카드를 판매하고 있지만 i250 은 지금까지 고장도 없고 가장 많이 출하되고 있는 범용의 계측카드라고 말할 수 있다. 지시에 따라 드라이버를 인스톨을 한다. 준비는 이것뿐이다.

이상으로 대강의 특징을 기술했지만, 다음장부터 프로그램을 작성하는 순서를 나타낸다.