

병렬 처리 컴퓨터 開發과 國家 프로그램의 運用

황 혜 란 1)

1. 컴퓨터 기술 패러다임의 변화: 폰 노이만 방식에서 병렬 처리 방식으로

현재 우리가 사용하고 있는 디지털 컴퓨터의 대부분은 폰 노이만 방식으로 설계된 컴퓨터이다. 그러나 컴퓨터의 이용 범위가 확대되어 화상·음성 처리 및 초고속 계산에 대한 요구가 증대함에 따라 폰 노이만 설계 방식에 대한 근본적인 변화가 요구되고 있다. 새로운 설계 방식인 병렬처리 방식은 폰 노이만 방식의 기술적인 한계를 극복하기 위한 시도일 뿐 아니라 각국의 고성능 계산(High-Performance Computing) 능력을 좌우하는 핵심 기술로서 각국의 과학 기술력과 생산력에 주요한 의미를 갖는 것이다. 따라서 각국은 이 병렬 처리 컴퓨터의 개발을 전략적 기술 분야로 인식, 이의 개발을 주요 내용으로 하는 국가 프로그램들을 운영하고 있다. 이하에서는 기존의 컴퓨터 기술 패러다임 이었던 폰 노이만 방식의 한계와 이의 대안으로서 대두되고 있는 병렬 처리 방식이 주는 이익들을 간략히 살펴보고 이런 새로운 기술적 기회에 대응하는 각국의 노력들을 살펴보도록 하겠다.

1) 폰 노이만 방식의 한계

폰 노이만 방식으로 설계된 컴퓨터의 기본 단위들을 보면 중앙 처리 장치인 CPU와 메모리, 그리고 CPU와 메모리 사이에서 정보를 전달하는 connectingtube로 구성되어 있으며 이러한 pro-cessing unit와 memory의 분리를 설계의 기본적인 특징으로 볼 수 있다. 모든 데이터들은 processor와 메모리를 연결한 하나의 통로인 BUS를 통해서 왕래가 되며 차례로 하나씩 데이터가 전달되고 처리되는 순차적, 시계열적 처리 방식을 취하고 있다. 따라서 고속 처리에 한계가 있게 된다. 이를 '폰 노이만 병목(von Neu-man bottleneck)' 이라고 한다.

이는 하드웨어적 측면에서는 계산 속도의 제한, 하드웨어 이용의 불완전성, 소형화에의 한계 등의 문제를 야기한다. 한편 소프트웨어적 측면에서는 프로그램들이 해결해야 할 문제보다는 하드웨어의 특성에 맞추기 프로그램의 구조가 결정됨으로써 개량이 가능성이 낮고 오류 가능성이 높은 프로그램들이 많이 나오게 되는 결과를 초래한다(이것이 흔히 이야기되는 소프트웨어 위기의 하나인 원인이 된다). 물론 이는 1세대 언어인 기계 지향적 언어로부터 현재 3세대, 4세대로 진화되어 오면서 기본적으로 순차적 계산법을 중심 내용으로 하는 폰 노이만 방식에 의존함으로써 최종 사용자에게는 여전히 까다롭고 프로그램의 크기가 커지게 되며 개발 과정도 복잡하게 된다는 문제점이 남게 된다. 더구나 순차적인 정보 처리 방식은 패턴 인식 등의 지식 정보 처리에 적합하지 않은 등의 한계를 가지고 있어 화상 정보나 음성 정보 처리의 요구가 증대하는 현재의 수요 변화에 적절히 대응하기가 힘들다.

2) 병렬 처리 방식의 특징과 경제성

폰 노이만 방식이 갖는 하드 웨어적 한계와 소프트웨어적 한계를 극복하기 위해서는 새로운 개념의 설계 방식으로 제작된 컴퓨터가 필요하게 되었고 이런 요구에 부응하기 위해 개발이 진행되고 있는 것이 병렬 처리 방식의 컴퓨터이다. 이런 설계방식에 기반하여 현재 뉴로컴퓨터나 인공지능 등의 연구가 함께 진행되고 있는 것으로 볼 수 있다. 따라서 이러한 병렬 처리 컴퓨터의 개발 노력은 차세대 마이크로 프로세서의 개발과 함께 이후 컴퓨터 산업의 경쟁 구도를 변화시킬 주요한 기술적 변화로서 인식되고 있는 것이다.

또한 병렬 처리 방식은 고성능 계산 능력과 연관됨으로써 기초 과학 및 산업 분야에의 광범위한 적용이 예상되므로 각국의 과학 기술력 및 혁신 능력에 중요한 의미를 갖는 것으로 인식되고 있다. 특히 현재 고성능 계산 능력에 대해 많은 수요가 있는 부분은 기초 입자 물리학, 분자 생물학, 수학 등의 과학 분야와 시뮬레이션과 모델링 작업 등이 중요한 의미를 갖는 공학이나 산업 분야(석유 채취, 비행, 항공, 화학, 제약) 등이다.

이와 같은 중요성으로 인해 각국은 병렬 처리 컴퓨터 개발에 관해 지대한 관심을 보이고 있으며 각기 국가 프로그램들을 계획·운영하고 있다. 일본은 지난 1981년부터 ‘생각하는 기계’를 만든다는 기치하에 제5세대 컴퓨터 개발 계획을 추진하였다. 이 프로그램은 다른 나라들에 연구조합(영국의 Alvey 프로그램이나 미국의 MCC)을 파급시키는 계기로 작용하기도 하였고 일본 국내적으로는 차세대 컴퓨터에 관한 인식의 확산과 인력의 공급이라는 중요한 역할을 담당했던 것으로 평가되고 있다. 그러나 프로그램이 종결된 현재의 시점에서 이 프로그램에 대한 평가는 당초 계획했던 기술적 목표에 도달하지 못했다는 점 뿐만이 아니라 조직 운영상의 문제도 지적되고 있는 등 여러 가지 평가가 엇갈리고 있는 형편이다.

이런 시점에서 최근 미국은 고성능 계산 및 통신 계획(High Performance Computing and Communication Programm)을 대통령 주도 프로그램의 하나로 발족하고 있어 gmdalj를 모으고 있다. 특히 이 프로그램이 제시하고 있는 계획 및 이를 운영하기 위한 조직상의 특징은 일본의 제5세대 계획과 대비되는 몇 가지 논점들을 제시해 주고 있다. 우리 나라에서도 인공지능 프로그램을 G7 프로젝트의 일환으로 추진하고 있는 시점이므로 이 두 프로그램들을 비교해 우리에게 주는 시사를 도출해 보는 것도 의미 있는 작업이라고 생각된다.

II. 일본의 국가 프로그램: 제5세대 컴퓨터 개발

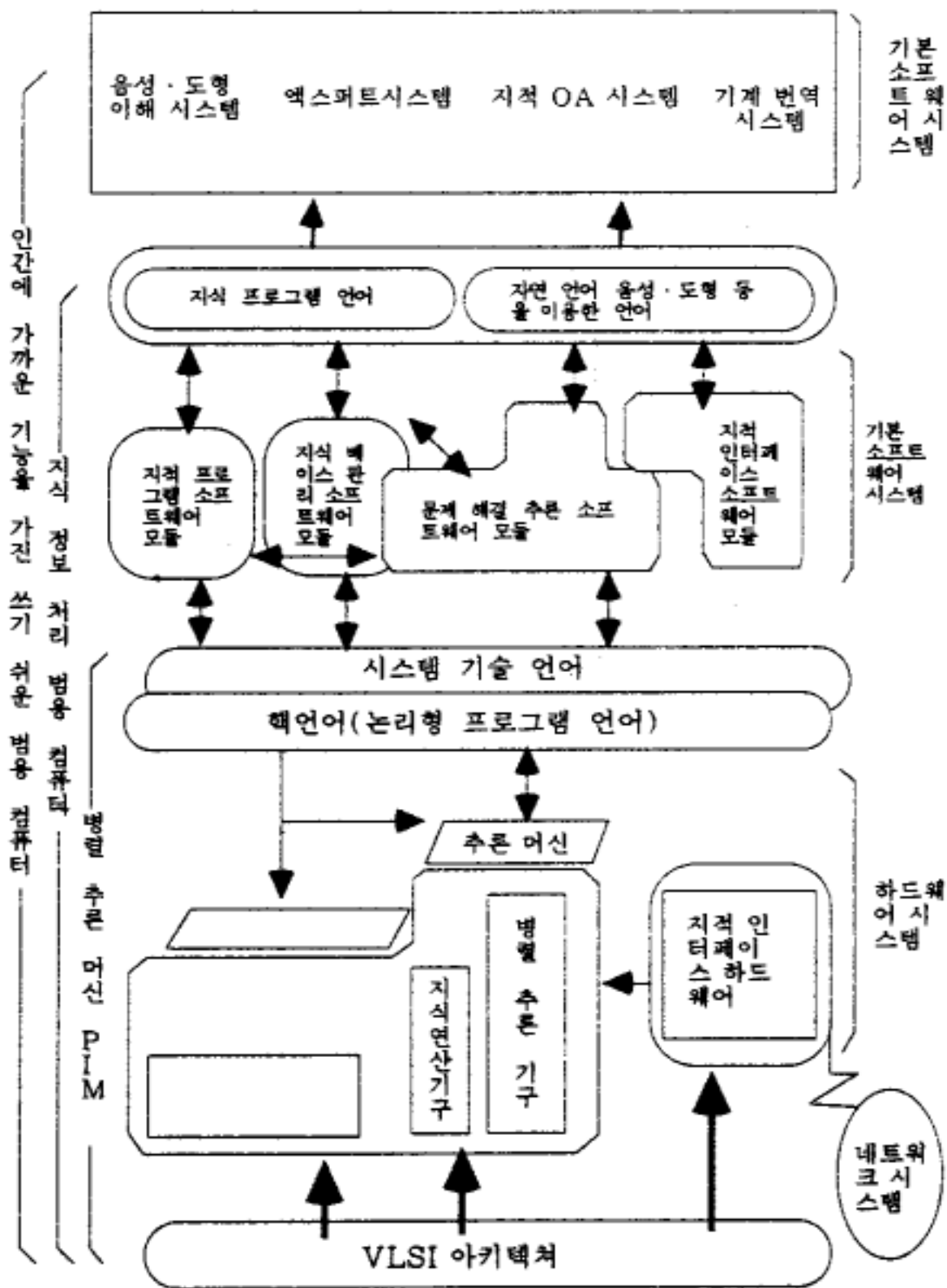
일본의 제5세대 컴퓨터 프로그램은 1981년 MITI의 주도 하에 ‘인공 지능’이라는 개념을 중심으로 차세대 컴퓨터를 개발한다는 데에 목적을 두고 시작되었다. 이 프로그램은 ‘무임 승차, 모방 왕국’이라는 일본에 대한 서구의 시각을 불식하고 일본의 창조적 과학 기술 능력을 배양한다는 의도를 배경으로 하고 있는 것이었다.

이 프로그램은 당초의 목표와 현재의 달성정도 등은 이미 살펴본바 있으므로 여기에서는 현재의 평가를 몇 가지 논점별로 살펴보기로 하겠다.

1) 기술적 목표와 성과

제5세대 컴퓨터 개발 계획의 당초 목표는 <그림 1>에서 잘 나타나고 있듯이 광범위한 연구 범위 및 목표를 포괄하고 있는 것이었다. 특히 이 프로젝트의 주관 연구 기관인 ICOT(Institute for New Generation Computer)에서 내세운 목표는 병렬로 과제를 수행하는 생각하는 기

<그림 1> 제5세대 프로젝트의 당초 목표



계, 자연 언어 프로그래밍, 패턴 인식, OS의 표준화 등으로 정리될 수 있다. 그러나 막상 프로젝트가 마감 되면서 나온 결과물은 병렬 추론 머신인 PIM 시제품과 논리형 언어인 KLI 정도에 그치고 있다. 더구나 KLI 은 분산 처리 환경에서는 결정적 약점을 가지고 있을 정도로 취약한 것으로 평가되고 있다.

이런 미미한 결과가 도출된 것에 대해서는 국가 프로젝트의 한계로서 설명하는 의견들이 있다. 즉 500억 엔 이라는 정부예산에 걸맞는 결과물을 보이기 위해서는 당장 눈에 보이는 물건, 즉 하드웨어의 개발에 주력하게 되었다는 것이다. 따라서 병렬 머신의 개발에 대해서 많은 노력을 쏟은 반면 정작 기반이 되는 자연 언

어 프로그래밍 등의 소프트웨어의 개발과 기초 연구에 소홀했다는 것이다.

2) 조직상의 특징과 한계

MITI는 각 기업이 공동 출자하여 운영되는 컨소시엄인 차세대 컴퓨터 기술 연구소(ICOT)를 중심으로 하여 각 참가 기업으로부터 온 젊은 과학자와 엔지니어들을 투입하여 연구를 진행시키는 방식으로 진행되었다.

이미 VLSI 프로젝트에서 상당한 성과를 거둔 MITI로서는 정부가 주도로 경쟁 상태에 있는 기업들의 이해를 조정하여 前경쟁 단계의 공유성 기술을 공동으로 개발하도록 독려하는 방식의 유용성에 일종의 자신감을 가지고 있었던 것으로 생각된다. 확실히 이러한 공유성 기반 기술에 대한 공동의 개발 노력은 제5세대 컴퓨터 개발 계획에 있어서도 어느 정도는 유효하게 작용한 것만은 사실이다. 병렬 처리 컴퓨터부문에서 상대적으로 낙후되어 있었던 일본 기업들이 이 부문에 대한 연구 개발을 확대, 성과를 올리고 있고 이런 과정에서 ICOT에서 활동하였던 연구원들이 중요한 역할을 담당하고 있는 것은 그 좋은 예이다.

그러나 또한 VLSI 프로젝트를 진행시키던 때와는 차별적인 접근이 필요했던 것도 사실이다. 이미 세계적인 수준의 기술에 대한 사양(spec.)이 이미 나와 있는 상태에서 이를 일본 기업들이 최단시간 내에 효율적으로 catch-up한다는 목표를 가지고 있었던 VLSI 프로젝트 때와는 달리 제5세대 컴퓨터의 경우에는 완전히 새로운 개념의 기술을 개발한다는 점을 고려했어야 한다는 것이다. 따라서 개발 조직이나 운영 방법 또한 개발되는 기술의 수준과 특성에 맞는 새로운 형태의 조직 혁신이 뒤따라야 했다. 한 예로 프로젝트의 진행 방법을 보면 10년 사이에 개발되어야 할 기술의 목표가 융통성 있게 조정되었어야 하는데 병렬 추론 머신의 개발에 대한 집착은 막상 기반 소프트웨어의 개발이나 응용 분야 개발에 대해서는 소홀하게함으로써 제품화예의 가능성을 저해하는 결과를 초래하게 되었던 것으로 볼 수 있다.

3) 산·학·연 협동 및 국제공동 연구 노력

또한 최신의 기술을 창조적으로 개발한다는 목표에 비추어 보면 대학이나 외국연구 자원의 적절한 활용이 필수적으로 뒤따라야 했음에도 불구하고 이러한 노력이 적절히 병행되지 못했다는 점도 하나의 한계로 지적될 수 있을 것이다. 당초 계획에는 외국 연구 기관들의 활용과 대학의 참여가 포함되어 있었으나 실제로 국제 공동연구의 경우에는 연구자 초청이나 해외 시찰 등의 형식적인 교류가 있었을 뿐 실질적인 공동 연구는 없었던 것으로 보고되었고 대학과의 교류도 ICOT-JIPDEC AI 센터를 통해 PSI를 임대해 주는 정도의 사례가 있었던 것으로 밝혀지고 있어 이 부문의 노력이 전무했던 것으로 평가되고 있다.

이상에서와 같은 문제점들은 제5세대 컴퓨터 개발계획이 new generic technology에 대한 인식의 확산, 연구 인력 육성, 향후 컴퓨터 기술 개발을 위한 하부구조의 구축 등의 긍정적 성과를 거두었음에도 불구하고 개발될 기술의 성격에 비추어 적절한 조직의 구조나 운영 방식의 혁신이 뒤따르지 못하므로 해서 '미완의 프로젝트'로 평가되고 있는 것이다..

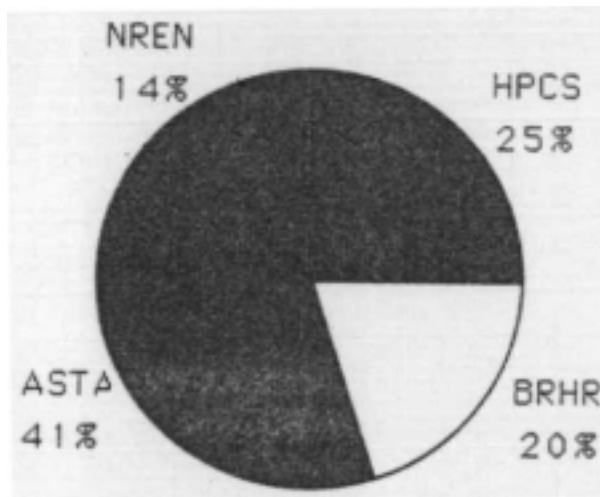
III. 미국의 국가 프로그램: High Performance Computing and Communication

미국의 High Performance Computing and Communication(HPCC)계획은 1991년 범부처 차원의 대통령 주도 프로그램(Interagency President Initiatives)의 일환으로 개시되었다. 이 계획의 목적은 차세대 고성능 컴퓨터와 컴퓨터 네트워크 부문에서 미국의 기술적 우위를 확보한다는 것. 또한 이 부문의 상업적 이용 가능성과 활용도를 높힘으로써 국가 경제와 안보, 교육과 지구 환경 등의 문제해결에 기여한다는 것. 마지막으로 고성능 컴퓨터와 네트워크 기술을 디자인 및 생산 과정에 연결시킴으로써 미국의 생산성과 산업 경쟁력을 획득하도록 고무하는 데에 있다. 그런데 이 계획은 다음의 몇 가지 점에서 국가 프로그램의 계획에 주목할 만한 이슈를 제기해 주고 있다.

1) 기술적 목표

우선 이 계획이 설정하고 있는 기술적 목표를 살펴보면 다음과 같이 크게 네 부분으로 나누어져 있다. 첫째는 고성능 계산 시스템(High Performance Computing System : HPCS)으로서 병렬 처리 시스템의 개발에 필요한 기반 기술의 개발을 주내용으로 하고 있다. 두 번째는 소프트웨어 기술과 알고리즘(Advanced Software Technology & Algorithm:ASTA)이고 세 번째는 연구 및 교육 네트워크(National Research and Education Network: NREN)로서 연구 기관 및 교육 기관의 컴퓨팅 능력을 향상시키기 위한 초고속 네트워크 및 어플리케이션의 연구를 내용으로 하고 있다. 마지막으로 기초 연구 및 인적 자원(Basic Research & Human Resource: BRHR)을 설정하고 있는데 컴퓨터 사인언스나 엔지니어링 및 관련 학문의 장기 연구 및 개별 연구자에 대한 지원을 목적으로 하는 것이다.

우선 이 계획 자체가 기술에 대한 시스템적 접근을 꾀하고 있다는 것에 주목해야 한다. 물론 평가는 이 계획의 향후 실행 가능성을 지켜 본 후에야 가능하겠지만 일단은 하드웨어로부터 소프트웨어 그리고 네트워크의 구성까지를 목표로 하고 있어 이들 간의 기술 개발 과정상의 상호 의존성을 명확히 인식하고 있다는 것을 알 수 있다. 실제로 HPCC 프로그램의 추진 전략을 보면 가장 중요한 부분으로서 이들 네 가지 기술적 목표들 간의 균형적인 지원이 명시되고 있고(각각의 기술적 목표들에 대한 92년 자금 지원 계획은 그림2와 같다) 더구나 디자인, 개발, 수행의 전파 과정에 있어 연구자., 어플리케이션 개발 담당자., 사용자 간의 유기적 연관을 고려하고 있어 기술 개발상의 상호 의존성에 대한 실제적인 인식을 하고 있음을 짐작할 수 있게 한다.



HPCC의 예산 배분

2) 조직상의 특징

우선 이 프로그램이 계획되는 초기 단계에서부터 관련 기구들과의 긴밀한 협의가 이루어졌다는 점을 지적할 수 있다. HPCC 프로그램에 대한 계획 조정은 약 3년 간 진행되었으며 여기에는 국가 연구 위원회(National Research Council), EDUCOM, 컴퓨팅 연구 협회(Computing Research Association), 컴퓨터 시스템 정책 사업단(Computer System Policy Projects)등이 관여하였다. 각 정부 부처 및 관련 기관들로부터의 의견 수렴은 과학·엔지니어링 및 기술에 대한 연방 조정 위원회(Federal Coordinating Council for Science, Engineering, and Technology: FCCSET는 금년부터 특수 대통령 계획을 담당하도록 임무를 부여받았다) 산하의 물리·수학 및 엔지니어링위원회(Committee on Physical, Mathematical and Engineering Sciences: PMES)가 맡아 조정 역할을 수행하였다. 특히 미국 컴퓨터 기업의 CEO들의 모임인 CSPP(Computer Systems Policy Project)는 이 프로그램에 대해 상당히 강한 지지를 표명했던 것으로 알려지고 있어 이 프로그램 기획 단계에서부터 산업계의 요구가 상당 정도 반영되었음을 짐작할 수 있게 한다.

한편 이 프로그램은 범부처적으로 수행되고 있다는 점에서도 새로움을 나타내고 있다. 기존의 국가 프로그램들이 단일 기관이나 단일 부처의 주도 하에 이루어졌던 점과는 달리 이 프로그램은 DARPA, DOE, NASA,

NSF, DOC/NIST, DOC/NOAA, EPA, NIH/NLM 등의 범정부 부처적으로 이루어지고 있어 각 부처가 특성에 맞게 개발상의 문제 해결을 지향하는 방식을 취하고 있다는 점이다.

3) 산·학·연 협동 및 교육 프로그램

이 프로그램이 가지고 있는 또하나의 특징은 컴퓨터 및 컴퓨팅 연관 교육에 대한 지원 프로그램이 포함되어 있다는 것이다. 이는 새롭게 등장하고 있는 컴퓨터 패러다임에서 미국이 기술적 우위를 확보하기 위해서는 연관 기초 학문과 인력에 대한 지원을 통해 과학 기술적 지식의 풀을 형성하여야 한다는 인식에 기초하고 있는 것이다.

또한 연구 단계로부터 개발 단계 그리고 응용 단계에 이르기까지의 시간을 최대한 단축시키기 위해서는 이 과정 사이에 존재하는 높은 진입 비용, 부적절하고 사용자 비친화적(user-unfriendly) 소프트웨어와 시스템, 표준의 부재 등의 문제를 해결해야 한다는 인식 하에 이 장벽들을 제거하기 위해 산업계의 실질적인 참가를 유도할 것임을 명시하고 있어 기존의 미국 거대 프로그램들과는 상당히 다른 접근을 보여 주고 있다.

IV. 맺음말

이상에서 살펴본 바와 같이 미국의 HPCC 프로그램은 기술 개발에 대한 시스템적 접근, 인력의 양성과 과학 기술 지식 풀의 조성 노력, 범부처적 참여, 의사 결정 과정에서의 각 기관 및 산업계의 의견 수렴, 연구 단계로부터 응용 단계까지의 연쇄적 과정에 대한 고려 등의 특징을 보여 주고 있다. 이는 최근 미국 정부가 과학 기술 진흥에 있어 하부 구조 조성이라는 임무에 대해 보여 주고 있는 선호적 태도와 더불어 미국의 산업 경쟁력 회복이라는 절대 명제를 동시에 달성하려는 미국정부의 입장이 잘 드러나고 있다고 볼 수 있다.

또한 미국의 HPCC 프로그램은 일본의 제5세대 컴퓨터 개발 계획에서 노정되었던 조직 혁신의 한계들을 여러 측면에서 극복하고 있는 듯한 모습을 보이고 있으며 한 편 일본의 경우도 제5세대 컴퓨터 개발 계획의 후속의 의미로 제6세대 컴퓨터 개발인 Real World Computer 프로그램을 개시한다고 발표하면서 이의 추진에 있어 산학연 관계의 강화, 외국 연구 자원의 적극적 활용 등이 고려될 것임을 강력히 시사하고 있어 귀추가 주목되고 있다.

여하튼 이들 프로그램들에서 우리가 읽어낼 수 있는 것은 새로운 개념을 형성하고 새로운 패러다임을 주도할 기술을 개발함에 있어서는 가시적 성과에 대한 집착보다는 새롭게 출현할 기술에 대한 시스템적인 접근 방식, 즉 인력 및 하부 구조의 조성 및 산업계와의 접속 고리 형성, 연관 기관들이 이미 보유하고 있는 자원들의 최대한 효율적인 활용을 통한 시스템적 기술에 대한 각 주체들의 보완적 노력등의 체계적인 접근 방식과 새로운 조직 구성 및 운영에 대한 고려를 통한 조직 혁신의 동반이 필요하다는 것을 지적할 수 있을 것이다.

(주)

1)황 헤란(1992). ' 제5세대 컴퓨터 연구의 공과' , 과학기술정책동향 v. 2. n. 31.

주석 1) 동향 분석 연구실, 연구원

