
戰略技術開發의 課題와 展望

급변하는 국제 기술 환경에서 생존하기 위해서는 미래를 이끌어갈 戰略技術을 확보하는 것이 무엇보다 필요하다. 미국, EC, 일본 등 각국의 정부는 이를 위해서 국가적 차원에서 연구 개발 사업을 추진하고 있으며 현재 우리 정부가 추진하고 있는 G7 프로젝트도 바로 이러한 시도라고 할 수 있다. 이 國家研究開發事業을 효율적으로 추진하여 소기의 목적을 달성하기 위해서는, 전략 기술들의 발전 전망과 기술 선진국들의 연구 개발 동향을 전망하여 우리의 구체적인 목표들을 점검하는 것이 중요하다. 이러한 취지 하에 본호에서는 21세기를 선도할 主要 戰略技術의 動向과 展望을 살펴보기로 한다.(편집자註)

1. 超高集積 半導體

—치열해지는 半導體戰爭, 살아남기 위해 時急한 共同開發과 裝備의 國產化

2. 高品位 텔레비전(HDTV)

—새로운 매스미디어 開發 경쟁 美·歐·日의 3巴戰으로

3. 멀티미디어 컴퓨터의 技術과 展望

4. 廣帶域 綜合 정보 通信網(B-ISDN)

—그 技術 전망과 對策

5. 尖端 生産 시스템

—'92 技術 전망과 우리의 對應

6. 完全無公害車(Zero Emission Vehicle), 電氣自動車의 開發

—1998년, 미국의 規制에 對備

7. 新素材 技術, 새해의 發展展望

8. '92環境問題의 새로운 視角

—政策과 技術의 調和

1. 超高集積 半導體

— 치열해지는 半導體戰爭, 살아남기 위해 時急한
共同開發과 裝備의 國產化 —

朴 亨 茂

(ETRI, 반도체 연구 사업단)

세계 각국은 半導體 技術의 중요성을 깊이 인식하고 기업적 차원이 아닌 국가 안보적 차원에서 적극적인 育成策을 도모하고 있다. 미국은 2000년까지 1G SRAM 개발을 목표로 한 “Micro-Tech 2000” 계획을 수립함과 동시에 SEMA-TECH II 추진을 검토하고 있다. 일본은 세계 DRAM 시장을 석권한 데 이어 점차 半導體 裝備의 무기화 의도를 나타내고 있으며 유럽에서는 최근 역내 반도체 관련 연구 개발 활동을 총괄하는 ESC 창설을 검토하고 있다.

이와 같은 半導體 關聯 國際技術環境에서 1992년도에 예상되는 주요 분야의 활동을 중심으로 전망해 보면, 첫째, 마이크로 프로세서(MP)의 세력 판도에 변화가 있을 전망이다. 그 동안 미국의 Intel사가 독점해 온 PC용 MP 시장에 AMD사가 互換性 있는 Chip들을 개발하여 참여한 것이다. 이 호환 Chip들은 이미 PC 전문 제조업체인 Wens Technology사, AST Reserch사가 채용하였으며 1992년도에는 NEC, Toshiba가 채용할 것으로 보여 Intel은 대형 User에 대한 獨占納品을 상당 부분 상실할 것으로 전망된다. 또한 1992년 초부터 SONY가 RISC형 MP시장에 참여할 것으로 보여 이러한 현상이 더욱 加速化

될 것으로 생각된다.

둘째, DRAM의 多樣化가 급속도로 전개될 전망이다. 현재 4M DRAM은 300종류 이상이지만 1992년도에 대량 생산될 16M DRAM에서는 그 종류가 더욱 증가할 것으로 보인다. 이것은 주요 응용 제품의 多機能化와 小型化 趨勢, 그리고 시스템의 性能向上追求가 점점 특정 용도를 위한 DRAM을 요구하기 때문인 것으로 보인다.

셋째, 1992년도에는 세계 최초로 GaAs IC가 양산될 것으로 전망된다. Fujitsu에서는 이러한 계획을 세워놓고 있으며 이미 자사의 슈퍼 컴퓨터에 實裝하고 있다. 또한 1992년에는 미니 슈퍼 컴퓨터의 CPU에 ECL의 고속 Bipolar LSI가 사용되므로 低消費電力의 GaAs IC에 의한 Gate Array로 전환될 것으로 생각된다.

넷째, 신제품 개발에 필수적인 ASIC의 높은 성장이 예상된다. ASIC의 시장 규모는 1990년 世界半導體市場의 15%인 89억 달러에서 1991년도에는 16%인 105억 달러, 그리고 1992년도에는 약 18%인 125억 달러로 매년 그 점유율이 높아지고 있으며 앞으로도 이러한 추세는 계속 유지될 것으로 전망된다.

다섯째, 국가 간 또는 기업 간 共同研

究開發活動이 활발해질 전망이다. 이러한 현상은 64M DRAM부터는 연구 개발비와 生産設備費用이 막대하게 소요되기 때문이다. 예를 들어, 연구 개발비의 경우 64M DRAM은 약 730억 원, 256M DRAM은 약 4,500억 원, 1G DRAM은 약 6,000억 원이 예상되고 있으며 월 생산 300만 개 규모의 16M DRAM의 라인 설치 비용이 약 7,000억 원에 이를 것으로 예상되고 있다. 따라서 投資危險을 줄이기 위하여 각국은 국경을 초월한 경쟁사 간의 공동 연구 및 공동 생산 전략이 활발히 전개되고 있다. 예를 들어 TI와 Hitachi, Motorola와 Toshiba, Intel과 Fujitsu, AT&T와 NEC 등이 각각 메모리와 마이크로 프로세서 부문에서 공동 연구, 생산의 협력 관계를 구축하고 있으며, IBM과 Siemens 사이에도 16M DRAM과 64M DRAM에 관한 협력 관계가 구축되어 있다. 이러한 민간 기업 사이 이외에도 미국의 SEMATECH와 유럽의 JESSI 프로젝트 사이에도 64M, 256M DRAM 급 工程技術 開發에 관한 공동 연구 개발이 진행되고 있다.

여섯째, 1991년 8월부터 발효되기 시작한 第2次 美·日 半導體 協定으로 기존에 준수되어 왔던 일본 정부의 가격 통제 기능이 삭제됨에 따라 미국 시장 내에서의 가격 경쟁이 치열해질 것이 예상되며 이로 인한 덤핑 제도의 위험성이 증가하리라 예상된다.

한편, 국내 반도체 산업은 DRAM 생산에 치중하여 세계 시장의 14%를 점유하는 눈부신 발전을 이룩하였다. 이러

한 메모리 산업에서의 지속적인 경쟁력 확보에는 무엇보다도 우수한 제조 장비의 적기 확보와 설치 비용 절감이 무엇보다도 중요하다. 반도체 장비의 1991년도 국내 시장 규모는 12억 달러로서 世界 裝備所要의 11%를 국내에서 소진하고 있다. 1992년도 13억 달러, 그리고 1993년도에는 18억 달러의 국내 설비 투자가 예상되고 있다. 그러나 반도체 제조 장비에 대한 국산화율은 약 5% 정도로 거의 전량을 수입에 의존하고 있어 반도체 산업의 지속적인 발전을 저해하는 요인으로 강력하게 대두되고 있다.

또한 선진국들은 半導體 回路 및 工程에 대한 特許 侵害 提訴뿐만 아니라 회로의 配置圖面 自體에 대한 權利保護를 강력하게 요구하고 있어 1991년도에는 TI, Motorola, Intel 등 11개 업체에 대하여 약 1,000억 원의 지출이 推計되고 있다. 특히 1992년 1월 시행을 목표로 반도체 집적 회로의 배치 설계에 관한 보호법이 국내에서 입법됨에 따라 향후 기술 사용료 지출은 더욱 증가할 것이 예상되고 있다. 따라서 1992년도에는 반도체 산업 발전의 구조적인 脆弱點이 製造裝備 國產化 및 新裝備開發을 위하여 국내외 기업체 간의 공동 개발 및 생산 등과 같은 적극적인 협력 관계 구축이 기대되며, 附加價値가 높고 시스템 산업 발전의 牽引車 역할을 하는 ASIC 개발을 위하여 세계적 수준인 공정 기술을 바탕으로 시스템 설계 기술과 반도체 설계 기술을 接木시키는 環境構築이 절실하다고 생각된다.

2. 高品位 텔레비전(HDTV)

— 새로운 매스미디어 開發 경쟁, 美·歐·日의 三巴戰으로

丁 權 夏

(기술 예측 연구실)

HDTV가 經濟·社會적으로 미치는 影響이 想像을 超越할 정도로 막대하기 때문에 그 중요성에 대해서는 누구도 의의를 提起할 수 없을 것이다. 따라서 세계 각국의 技術開發競爭은 치열하다기보다는 오히려 戰爭이라고 표현해야 옳을 것이다. 즉 선두 주자인 일본과 독자 개발을 공표하고 早期實用化의 목표를 정한 유럽, 그리고 그 뒤를 이어 개발 전략을 모색하고 있는 미국의 三巴戰으로 압축되고 있다.

일본은 HDTV를 하이비전(Hi-Vision)이라고 지칭하고 있으며 1984년 이미 NHK 주도로 MUSE 방식을 개발하여 1988년 서울 올림픽의 開·閉會式을 通信衛星과 放送衛星으로 試驗放送을 하였으며 1990년도에는 국제 꽃 박람회에도 그 영상을 공개하였다. 또한 1989. 6월부터 방송 위성 BS-2b를 사용하여 하루 1시간 試驗放送을 하였으며 1991. 11월부터는 BS-3b에 의하여 하루 8시간으로 연장하였다. 특히 1992년도 바로 셀로나 올림픽에서는 多樣한 프로그램을 선보일 것으로 기대되고 있다. 또한 1992년도는 民間의 HDTV 수요를 촉진시키는 첫해가 될 것으로 전망되고 있다.

유럽은 荷蘭의 Philips, 프랑스의 Thomson, 영국의 BBC, 독일의 Robert Bosch 등 民間企業이 중심이 되어 이미 시제품을 1988년에 개발하였다. 특히 그

동안 기술 규격 통합을 둘러싸고 논란을 벌여 온 EC가 1991. 11월 MAC 방식으로 통일시키기로 결정하였으며 1995. 1월 1일부터 방영하기로 最終合意하였다. 이와 같은 합의는 일본의 유럽 침투를 HDTV만큼은 절대로 허용해서는 안 된다는 域內 國家間의 이해가 일치했기 때문이다. 1990. 6월에는 이탈리아 월드컵 대회를 HD-MAC 방식으로 역내 시험 방송하였으며 1992년 바로셀로나 하계 올림픽과 프랑스 동계 올림픽의 HD-MAC 시험 방송을 계기로 수상기 생산이 注文生産에서 量産體制로 전환될 것으로 전망된다.

한편, 미국은 電子産業 關聯 團體들이 독자적인 시스템 개발의 필요성을 주장하고 있으며 의회도 産業의 競爭力 維持와 安保側面에서 매우 중요하기 때문에 정부의 재정적 지원이 필요하다는 판단에 따라 약 10개의 법안을 상정해 놓고 있다. 미국은 현재 위성 등을 이용한 전송 방식, NTSC 방식을 기본으로 한 單一 채널 方式 등 6가지 방식을 검토하고 있으며 1992년까지는 어떤 방식이든 결정을 내릴 것으로 생각된다. 또한 그 동안 일본과 유럽에 뒤지고 있었던 상태에서 최근 제너럴 인스트루먼트(GI)사가 기존의 아날로그 방식보다 성능면에서 우수한 디지털 방식을 개발함으로써 미국이 앞설 수 있는 契機를 마련하였다.

이로써 FFC(연방 통신 위원회)가 어떤 標準方式을 채택하는 것과 무관하게 디지털 방식이 HDTV 기술 분야에서 有利한 고지를 점령했다고 할 수 있다.

따라서 미국, 일본, 유럽 간의 HDTV 경쟁은 앞으로 더욱 치열하게 전개될 것이 확실하다. 왜냐 하면 HDTV를 석권하는 국가가 2000년대의 電子産業을 主導할 수 있기 때문이다. 이를 위해서는 누가 먼저 HDTV를 實用化시켜 시장을 주도할 것이냐가 최대의 관건이 되고 있다. 특히 각국이 1995년도 전후를 실용화 시기의 목표로 삼고 있기 때문에 1992년도에는 HDTV의 小型化, 輕量化, 價格低廉化를 위한 核心技術開發에 노력이 집중될 전망이다. 현재 일본에서는 HDTV 가격을 400만 엔 정도에서 100만 엔으로, 유럽에서는 5만 달러에서 1/10이하로 낮추려고 노력하고 있으며 미국에서는 1995년 경 약 1,200 달러 정도로 시판이 가능할 것으로 예상하고 있다. 또한 그 동안의 相互競爭體制에서 벗어나 서로의 利害關係가 附合되는 분야(HDTV용 반도체 개발 등)에서는 국가 간 또는 기업 간 共同開發努力도 1992년에는 더욱 확대될 것으로 예상되고 있다. 미국은 Zenith, IBM, AT&T 등의 17개 사가 컨소시움을 결성하고 유럽은 Philips, Thomson, BBC 등이 연합으로, 그리고 일본은 SONY, Toshiba, NEC, Hitachi 등이 공동으로 개발 중에 있다. 특히 일본과 미국의 기업 10개 사가 공동으로 HDTV용 半導體素子를 공동 개발하기로 하여 주목을 받고 있다.

이와 같은 현상은 莫大한 開發經費의 공동 부담과 각 기업이 보유한 特定專門技術의 공동 이용, 첨단 반도체 부문에서의 貿易摩擦 回避 등을 겨냥한 것으로 앞으로도 계속 擴大될 것으로 전망되고 있다.

우리 나라에서는 1987년 關聯業界의 독자적인 開發試圖로 시작되어 1989년 삼성전자, 금성사, 대우전자 등이 주축이 되어 컨소시움을 결성함으로써 본격화되었다. 그러나 HDTV의 기본이 되는 CTV 산업이 그 동안 組立生産技術에만 노력을 집중한 결과 源泉技術開發에는 등한시하여 HDTV 개발을 위한 기술력이 크게 낮은 실정이다. 한편 정부는 1991년 8월 과학기술처 주도로 HDTV를 G7 기술 개발 과제로 선정하여 범국가적으로 강력하게 연구 개발을 추진하고 있다. 그 주요 내용은 輸出産業化를 위한 수상기를 1993년까지 개발하고 傳送 및 放送技術은 1994년까지, 그리고 평판 디스플레이 기술은 1997년까지 개발할 것을 목표로 하고 있다. 따라서 1992년도에는 HDTV 技術開發 能力을 확보하는 데 중점을 두고 과학기술처, 상공부, 체신부, 공보처의 협조와 관련 민간 기업의 참여 속에서 핵심 원천 기술 개발이 기대되고 있다. 특히, 세계적인 표준 방식이 결정되지 않은 상황이므로 선진국의 시스템 방식 채택 및 技術開發動向을 예의 주시하고 方式間 共通 核心技術을 最優先으로 개발하는 전략이 바람직할 것으로 판단된다.

3. 멀티미디어 컴퓨터의 기술과 전망

송 동 호, 임 영 환

(인공 지능 연구실, 한국 전자 통신 연구소)

'90년대는 멀티미디어 관련 기술이 연구소, 학계, 산업계로부터 집중적인 관심의 대상이 되고 있다. 멀티미디어는 PC 및 워크스테이션 광고의 가장 중요한 포인트로 대두되고 기울어 가는 국내 PC 업계에 활력소로 떠오르고 있기 때문이다. 또한, 연구소에서도 중장기 컴퓨터 개발 계획으로 멀티미디어 처리를 근간으로 하는 지능형 컴퓨터 및 정보 통신형 컴퓨터 개발에 박차를 가하고 있다. 학계에서는 이미 여러 해 전부터 멀티미디어 시대를 예고해 오면서 필요한 요소 기술 분야에 연구를 집중, 정진해 왔다.

멀티미디어가 컴퓨터 산업에 열풍을 몰고 온 이유는 무엇인가? 인공 지능 컴퓨터의 권위자인 이스라엘의 Eric Shappiro는 컴퓨터의 가장 큰 문제점은 두 가지로 귀결된다고 지적했다. 그 하나는 컴퓨터가 너무 느리다는 점이고, 또다른 하나는 쓰기에 어렵다고 지적하고 있다. 컴퓨터가 느리다는 점을 개선하기 위하여 지난 반세기 동안 병렬 처리, 분산 처리, 데이터 플로우형 등 여러 가지 구조적 개선을 위한 시도를 해 오면서 많은 발전을 해 왔으며, 또한 반도체 기술의 발전으로 단일 중앙 처리 장치의 치가 현재 40뫼스까지 도달하게 되었다. 또한, 컴퓨터가 쓰기에 어렵다는 점도 여러 가지로 개선되고 있다. 컴퓨터 언어 측면에서 하급 언어로부터 점차 고급

언어로 발전되었으며 비주얼 언어까지 이르게 되었다. 사용자 인터페이스도 과거 한 줄의 명령어로 되던 것이 이제 그래픽 사용자 인터페이스를 통한 보다 자연스런 컴퓨터 이용이 가능하게 되었는데 이것이 바로 멀티미디어를 추구하게 한 하나의 동기이다.

멀티미디어 시스템의 정의는 하나의 플랫폼에서 하나 이상의 미디어를 동시에 이용하여 인터랙티브하게 정보를 표현하는 것이다. 그러므로, 문자, 음성, 그래픽, 정지 영상, 동영상까지 효율적으로 처리될 수 있는 컴퓨터가 이제 필요해졌으며 이를 개발하기 위한 경쟁이 치열해지고 있다. 이러한 멀티미디어를 이용하면 우리가 원하는 정보를 시각, 청각을 통한 정보로 변환시켜 방대한 정보를 보다 쉽게 저장, 전송, 인식, 처리할 수 있게 될 뿐만 아니라 데스크탑 메타포, 전자 도서 메타포 등을 구현할 수 있게 된다. 이렇게 함으로써 새로운 PC의 패러다임인 "일반 사용자들이 기존의 사용 습관, 종이와 펜으로 글을 쓰는 행위 등을 가지고 새로운 정보 통신 서비스를 받을 수 있는 기기"를 구현할 수 있게 된다.

멀티미디어 컴퓨터의 구조는 하드웨어, 운영 체제를 핵심으로 하는 기본 플랫폼, 응용 프로그램 인터페이스와 그래픽 사용자 인터페이스 등의 기본 소프

트웨어, 멀티미디어를 바탕으로 한 Business Presentation, 전자 우편, 전자 도서 등의 응용 프로그램으로 나눌 수 있다. 이러한 고급 컴퓨터의 개발이 현재까지 미루어져 왔던 근본적인 이유는 멀티미디어를 처리하는 데 필요한 컴퓨터 하드웨어 및 관련 소프트웨어의 난이성 때문이라고 할 수 있다. 하지만 현재는 컴퓨터 산업이 40MIPS 이상의 CPU 및 한 시간 이상 분량의 동영상을 디지털 상태로 저장할 수 있는 압축, 복원 기술 및 광 디스크 등의 고성능 디바이스의 실현이 가능하고, 펜 및 음성을 입력 수단으로 하고 그래픽을 사용자 인터페이스로 하는 좀더 쓰기에 쉬운 컴퓨터가 가능하게 되었다.

요즈음 새로운 패러다임을 갖는 멀티미디어 컴퓨터는 거의 매주 나오고 있다. 멀티미디어 컴퓨터 개발에 가장 중요한 요소는 개발 소요 시간과 기능이다. 개발 소요 시간은 현재 멀티미디어 컴퓨터 시장이 형성되어 가는 중이므로 이 시장을 선점하는 것이 무엇보다 중요한 요소라고 하겠다. 외국에서도 IBM-

Apple Motorola가 파워 PC를 개발한다든가 Microsoft 중심으로 한 NT, SUN의 솔라리스 등 멀티미디어 관련 업계가 공동으로 기술 개발 및 호환성 문제를 해결하는 동시에 멀티미디어 컴퓨터 시장 장악에 주력하고 있다. 특히 중요한 분야는 멀티미디어 플랫폼 개발에서 실시간 처리, 압축 및 복원 기술, 미디어 간의 동기화 문제, 멀티미디어 통신, 대용량 화일 저장 및 처리 기술 등이다. 그리고, 사용자 측면에서는 날로 새로워지는 제품 중에서도 대용량의 실시간 동영상 처리는 조속히 해결해야 할 문제로서 선진 외국에서조차 아직 제대로 이루어지지 않고 있다.

이상에서 언급한 바와 같이 멀티미디어를 통한 컴퓨터 환경의 변혁은 국내 PC업계에 현재까지 주력해 온 IBM PC 복제 생산으로부터 탈피하여 전자 통신 연구소를 중심으로 한 “멀티미디어 PC” 개발 과제를 통한 새로운 멀티미디어 시장에 대한 재도전의 기회로 무한한 가능성을 보여 줄 수 있는 호재로 보여진다.

4. 광대역 종합 정보 통신망(B-ISDN)

- 기술 발전 전망과 우리의 對應 -

임 주 환

(정보 통신 표준 연구 센터장)

머 리 말

언제, 어디서나, 누구와도 통신이 가능토록 하는 인류의 꿈이 점차 현실로 다가 오고 있다. 약 1세기 전 인류가 전기 신호를 통신에 이용하기 시작한 이래,

전기 통신은 비약적인 발전을 하여 현재 지구상에는 6억이 넘는 전화 가입자 회선이 설치, 이용되고 있다. 이렇게 전화망의 양적인 팽창과 더불어 인간의 정보 교환 수단은 더욱 다양해지고 고도화되

고 있다. 예를 들면 컴퓨터 간의 데이터 통신, 전화에 상대방의 얼굴까지 보는 화상 전화, 통화중 간단한 메모를 교환할 수 있는 메모 전화기, 증권 시세나 관광지 등의 정보를 볼 수 있는 비디오 텍스트, 원거리에 있는 사람들 다수가 동시에 참여할 수 있는 원격 회의, 신문의 책내 출판을 가능케 하는 고속, 고화질의 문서 전달, 책내 진료를 가능케 하는 원격 진료, 멀티미디어 단말 등등 이루어야 할 수 없을 만큼 다양한 통신 서비스가 실현되어 있다.

이렇게 다양하게 요구되는 정보 통신 서비스를 효과적으로 제공하기 위한 것이 바로 광대역 종합 정보 통신망(B-ISDN; Broadband Integrated Services Digital Network)으로서 21세기 정보화 사회의 하부 구조를 이룰 것으로 예상된다.

B-ISDN 기술의 특징

B-ISDN 기술의 특징은 무엇일까. 최초로 인류가 전기 신호를 통신에 이용한 전신의 경우 부호화 방식에 따라 다소 차이가 있겠으나 정보 전달 속도는 수백 비트/초 이하였다. 전화의 경우 기본 속도는 64킬로 비트/초(킬로=10³)로 통신에 비해 약 1000배 정도 빠르다. 앞으로 구축될 B-ISDN의 경우 통화상 및 고선명 화상(HDTV) 등의 서비스가 가능토록 100 메가 비트/초(메가=10⁶) 정도의 전송 속도가 요구된다. 따라서 기존 전화망(64킬로 비트/초)에 비해 무려 1000배 정도, 전신망에 비해 무려 백만 배 정도 빠른 전송 속도를 요구한다.

이러한 B-ISDN을 가능케 하는 기술로는 기가 비트/초 급의 고속 광전송 기술, 고속 대규모 집적 회로화 기술, 저속에서 고속까지의 다양한 정보 통신 서비스가 실시간으로 처리될 수 있는 소프트웨어 언어 및 고속 통신에 적합한 프로토콜 처리 기술 등 미래 첨단 기술이 총동원된다.

B-ISDN의 발전 전망과 외국의 동향

B-ISDN이 최초로 제기된 것은 1985년 경이었으나 그 중요성이 부각되면서 이에 대한 연구 검토가 급속히 진전되어 1990년 말에는 이미 B-ISDN 실현에 필요한 기본적인 사항에 대해서는 국제 전신 전화 자문 위원회(CCITT)에서 국제적인 합의가 이루어졌고, 세부적인 사항이 1992년까지 마련될 예정이다. B-ISDN의 중요성과 이의 구축에 소요될 막대한 설비의 시장 확보를 위하여 미국, 유럽, 일본 등 선진국들은 앞을 다투어 이 분야의 기술 개발에 총력전을 펼치고 있다.

미국의 경우 B-ISDN의 연구 개발과 구축은 기본적으로 민간 주도형으로 추진되고 있다. 미국의 경우 B-ISDN의 전개 시나리오는 현재 고속 데이터 통신을 실현하고 있는 지역 통신망(MAN)이나 근거리 통신망(LAN)의 상호 접속에 필요한 고속 데이터망의 구축을 우선 추진하고 본격적인 B-ISDN의 상용화 추진은 1996년경으로 예정하고 있다.

유럽의 경우 B-ISDN을 차세대의 통신망 하부 구조로 인식하고 본격적인 기술 개발에 공동 참여 하고 있다. 유럽내 B-ISDN화를 위하여 RACE(Research

and Development of Advanced Communications in Europe) 프로젝트가 1985년부터 착수되어 현재 진행중에 있다. RACE 프로젝트의 목적은 유럽 내 각국의 생산 업체, 통신 사업자, 대학, 연구 기관 등이 공동 참여하여 B-ISDN 망을 1995년까지 유럽 전역에 구축하는데 있다.

일본의 경우 일본 전신 전화 주식 회사(NTT)를 중심으로 NEC, 후지쯔, 히다찌, 오끼, 도시바 등의 회사가 기술 개발에 전력을 기울이고 있다. 일본 우정성의 예측에 의하면 서기 2015년까지 일본의 B-ISDN의 구축에 소요될 비용이 33조 엔에 달할 것이라 한다. 일본의 경우 국내 B-ISDN의 구축을 위한 것도 있지만 B-ISDN 관련 기기의 수출 시장 확보에 더 큰 목표를 두고 추진하고 있으며, 일본의 기업체는 B-ISDN 구축에 필요한 핵심 장치인 소규모 ATM 교환기를 국설용으로 시험 제작할 예정으로 있다.

국내의 동향과 정책 방향

음성 통신을 위한 전화망의 경우 우리나라는 1700만 가입자 회선을 보유함으로써 100명 당 35 가입자 회선으로 선진국(100명 당 45 가입자 회선 이상)

문턱에 다가섰다. 그러나 21세기 주역이 될 B-ISDN을 위한 대비는 아직 극히 미미한 수준에 있다. B-ISDN에 대한 연구는 현재 ETRI를 중심으로 수십 명 정도가 기초적인 탐색 조사 연구를 진행하고 있을 뿐이다. 국제 전기 통신 연합(ITU) 주관 하에 4년마다 열리는 전기 통신 분야의 올림픽이라 불리는 Telecom '91 전시회가 1991년 10월 스위스 제네바에서 개최되었는데, 대부분의 선진국의 경우 B-ISDN관련 기술이 거의 실용화된 제품을 선보였으나 우리는 겨우 실험실 시제품을 전시하는 데 그쳤다.

한편 통신망 구성에 핵심인 교환기는 지난 10여 년 간 거국적으로 연구 개발이 추진된 결과, TDX 계열 교환기를 전세계 10번째로 성공적으로 개발하여 우리나라의 1700만 가입자 회선의 전화망을 구축하는 데 기여했을 뿐만 아니라 외국으로 수출도 하고 있다. 이런 경험을 토대로 B-ISDN 기술 개발을 체계적으로 추진한다면 우리나라의 B-ISDN 구축에 기여함은 물론이고 우리나라의 대외 기술 경쟁력을 한 단계 높일 수 있을 것이라고 생각한다.

5. 첨단 생산 시스템

- '92 기술 전망과 우리의 對應

姜 茂 振

(KIST CIM 사업단장)

근래 우리 나라의 무역 수지 적자와 관련하여 많은 사람들이 그 원인을 제조

업의 경쟁력 약화에서 찾고 있고, 정부는 그 타개책의 일환으로 제조업 경쟁력 제고를 위한 일련의 정책을 내어 놓고 있다. 경쟁력을 결정하는 요인이金利와 같은 企業外的인 것과 品質, 納期, 價格 등 企業內的인 것이 있다고 할 때, 경쟁력 향상을 위한 대책들도 이 모든 요소들을 고려해야 할 것이다. 여기서는 다른 모든 요인들은 차치하고, 제품을 값싸고 좋게 빨리 만들어 市場에 공급함으로써 경쟁력을 유지한다는 면에서 고찰해 보고자 하며, 그것은 제품의 설계, 제조 기술의 집합체로서의 생산 시스템으로 수렴된다.

미국의 경우 공군에서 주관한 ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) 사업과 NIST에서 수행한 AMRF (Automated Manufacturing Research Facility) 사업, 그리고 과학 재단 (NSF)에서 지원하는 ERC 계획들을 통하여 생산 시스템의 知能化, 統合化, 標準化 技術 확보를 추진해 왔다. 유럽에서는 단일 경제 블록 탄생을 앞두고 이미 1980年代 初부터 ESPRIT, EUREKA, BRIT/ EURAM, RACE 등의 대형 프로그램을 결성하여 정보 처리, CAD/CAM 및 CIM, 센서, 레이저, 통신, 로봇 기술들을 집약한 첨단 생산 시스템 개발을 범유럽적으로 추진하고 있고, 발생하는 知的所有權은 개발팀의 소유로 하되 EC 내에서 또는 EC를 위하여 사용하는 것을 원칙으로 하고 있다. 日本은 本誌 1卷 9號에도 소개된 바와 같이 IMS라는 三極 프로그램을 제안하여, 미국, EC와 함께 차세대 생산

시스템 기술의 체계화, 표준화를 주도하고자 하고 있다. 아직 사업 형성 단계에 있는 IMS 프로그램이 本格的으로 수행되고 그 研究開發 結果가 可視化되기 시작하면, 거의 모든 생산 기술이 知的所有權에 묶여 우리나라를 비롯한 非參加國들은 엄청난 技術的, 經濟的 從屬을 감수해야 하는 심각한 상황이 전망된다. 지난 11月 동경에서 개최된 第2次 韓日 FA 심포지움에서, IMS 프로그램의 實務責任을 맡고 있는 후루가와(古川) 교수(都立大學)는 기조 연설에서 IMS 사업의 전망을 설명하면서 한국이 知的所有權을 다루는 Paris條約에 가입하지 않고 있음을 지적하고 공업 소유권에 대한 우리나라 기업의 태도를 신랄히 비판하였다. 즉, 한국이 지적 소유권 문제를 공정하게 존중할 때에만 한국의 IMS 참여 여부를 논할 수 있다는 것이다.

以上과 같이 先進國들의 기술 개발 동향과 지적 소유권 Issue의 추세를 볼 때, 우리도 이 問題의 심각성을 正視하고 능동적으로 대처해야 할 時點에 온 것 같다. 昨今 추진되고 있는 소위 G7 프로젝트 中 ‘첨단 생산 시스템’ 개발 사업을 그 첫시도로 평가하여도 좋을 것이나, 국가가 기업의 생산 기술을 직접 지원할 수 없다는 내용이 UR협상안에 포함되어 있음을 고려한다면, G7 사업은 첫 시도인 同時에 마지막 기회라고도 할 수 있다. ‘첨단 생산 시스템’은 前述하였듯이 제조업 경쟁력 강화를 위한 제반 設計·製造技術의 總和로 이해한다면, 이에 필요한 것은 화려한 ‘尖端’ 기술만이 아니라 그 화려함을 뒷받침해 줄 ‘基盤’ 기술

의 확보도 못지 않게 중요하다 할 것이다. 일본 IMS 프로그램에서는 그 三大 研究內容을 現 生産技術의 體系化, 現在 및 未來 生産技術의 標準化, 次世代生産 시스템의 개발 등으로 설정하고 있다.

이에 따라 分散形(Distributed System), 自律制御(Self-controlled System), 開放形 構造(Open systems Architecture), 統合(Integrated System)의 4가지 요소를 次世代生産 시스템의 특징으로 파악하고 있으며, 이러한 특징을 갖는 첨단 생산 시스템을 개발하기 위한 노력이 '92년에는 더욱 더 활발히 전개될 것으로 전망된다. '92년에는 우

리 나라도 생산 기술에 있어 技術 自立을 이루기 위하여, 확고한 기반 기술의 확보와 아울러 미래 지향적 첨단 기술 확보에 최대의 노력을 기울일 것으로 전망된다. 向後, UR 협상이 타결되고 工業所有權의 전략 상품화 추세가 加速化될 것으로 예상할 때, 우리 나라는 거의 唯一無二한 기회인 G7 프로젝트를 先進 國際列로 도약하는 轉機로 활용하여야 할 것이며, IMS의 事例를 '첨단 생산 시스템' 개발에 援用하여 至上의 효과를 추구한다면 좋은 결과를 기대할 수 있을 것이다.

6. 完全無公害車, 電氣自動車의 開發

— 1998 미국의 規制에 對備

吳 在 健

(기술 예측 연구실)

1970년대에 들어서 선진국의 주요 도시를 중심으로 自動車煤煙에 따른 大氣 汚染 문제가 심각히 대두되면서 이를 해결하기 위한 低公害性 엔진 개발과 함께 公害를 전혀 排出하지 않는 完全無公害車로서 電氣自動車의 開發이 推進되기 始作하였다.

특히 最近 美國은 大氣保存法(1990. 10.27 議會通過)을 改正하여 자동차에서 排出되는 탄화수소, 질소화합물, 일산화탄소 등의 排出量을 일층 강화하였으며, 同法案은 2次的으로 1998년부터 低公害車輛의 販賣를 의무화하고 있는데, 이에 따라 캘리포니아州에서는 1998년부터

自動車全體販賣台數의 2%, 2001년에는 5%, 2003년에는 10%의 구성 비율로 完全無公害車(ZEV:Zero Emission Vehicle) 판매를 의무화하는 조치를 취하였다.

또한 유럽 共同體(EC)는 1992년 4월부터 生産되는 新型自動車에 대해서 公害를 줄이는 觸媒裝置의 부착을 의무화하고 있어 다가올 21세기를 향한 陸上交通 수단의 획기적인 變革을 예고해 주고 있다. 최근의 電氣自動車開發動向을 보면 미국의 경우 GM 會社가 新車種 "IMPACT"를 개발하여 最高速度 120km/h, 1回充電 走行距離 193km의

性能을 가진 電氣自動車를 1993년부터 量産體制로 생산할 예정이다. 日本은 1991년 11月 東京電力이 “IZA (International Zest Automobile)”를 개발하여 最高速度 176km/h, 1回充電走行距離 538km의 획기적인 性能向上을 가져온 電氣自動車を 開發하였다. 特히 日本은 1998년 規制實施에 따라 生産·販賣하지 않으면 안 되는 1998년을 起點으로 生産 라인의 量産體制를 구축하기 위해서 自動車會社, 電力會社, 電池會社別로 技術開發競爭이 치열해질 것으로 展望되고 있다. 또한 유럽에서는 최근 電氣驅動型 市內型小型車와 엔진과 電池 병용 小型車 등 주로 都心內交通手段으로 시티 카(City CAR)가 독일을 중심으로 개발·보급되고 있다.

현재 지구상에는 약 300,000대 가까운 숫자의 電氣自動車が 움직이고 있으나 아직까지도 그 普及이 擴大되지 못하고 있는 것은 그 性能과 경제성 면에서 가솔린 자동차에 비해 월등히 뒤떨어지고 있는 데 기인되고 있다. 즉 가솔린 自動車와 比較해서 1989년 말 기준 車輛價格이 2.8倍, 年間維持管理費가 1.5倍 程度 높게 나타나고 있어 이의 本格的인 보급을 위해서는 技術적으로 획기적인 性能向上이 當面課題로 제기되고 있다. 특히 電氣自動車の 性能決定要素 가운데 가장 중요한 要所技術이 축전지 기술인데, 현재 사용중에 있는 납 축전지의 에너지 密度가 아주 낮기 때문에

出力密度의 向上을 위한 新型蓄電池開發이 시급한 형편에 있다. 이에 따라 앞으로의 技術開發은 性能向上에 열쇠를 쥐고 있는 新型電池(니켈 카드뮴 電池, 니켈 鐵電池, 臭素亞鉛電池, 나트륨 硫黃電池 등)의 完全 實用化 측면에서 國家別 研究開發이 加速化될 展望이다.

국내적으로도 그 동안 電氣自動車 관련 요소 기술 確保를 위해서 정부 출연 연구소를 중심으로 기초 연구를 수행한 경험을 갖고 있으며, 최근 '93 大田 EXPO에 대비한 電氣自動車の 開發推進과 캘리포니아州 規制實施에 따른 民間企業의 自律開發計劃을 수립, 推進하여 왔다. 그러나 우리의 技術與件으로 보아 '98 캘리포니아州의 ZEV 要求에 卽應해야 하는 짧은 開發期間, 競爭關係에 있는 先進國技術移轉의 어려움, 國產電池의 性能不足 등 많은 어려움이 제기되고 있다.

이에 政府는 電氣自動車の 개발을 國家次元에서 G7 프로젝트로 選定하여 1996년까지 市販可能한 無公害知能型 電氣自動車の 開發計劃을 確定하고 1992년 그 1次年度事業을 맞이하게 되었다.

따라서 今年度에는 電氣自動車 시스템 設計 및 解析, 高性能輕量化 蓄電池開發, 高性能 모터 및 制御裝置開發, 高速充電 裝置開發 등 分野에서 관련 產業界, 學界, 研究所 등이 참여하여 活潑한 연구가 이루어질 것이 期待되고 있다.

7. 新素材 技術, 새해의 發展 展望

姜 日 求

(한국 과학 기술 연구원)

新素材 및 新素材 技術의 최근 發展方向을 외국과 우리 경우에 걸쳐 概觀하면서, 올해에 開發 혹은 實用化가 두드러질 것으로 豫測되는 素材를 살펴보고, 우리 나라 新素材 技術의 研究開發에 대해 간단히 展望해 보고자 한다.

金屬계 材料에 있어서는 첫번째로 꼽을 수 있는 素材가 自動車 輕量化 材料이다. 이는 環境規制 問題로 燃比를 必然적으로 향상시키기 위해 알루미늄 합금이나 마그네슘 합금을 非晶質화 내지는 超微細 結晶粒化시켜 그 強度를 현격하게 향상시킨 재료이며, 自動車용 터보·차저 로터로서 실용화가 추진되고 있는 니켈·알루미늄아이드나 티타늄·알루미늄아이드와 같은 金屬間 化合物 재료를 다음으로 꼽을 수 있다. 한편 새로운 永久磁石 재료로서 鐵窒化物系 永久磁石 재료의 研究 역시 많은 進展이 豫想된다.

國內 境遇를 살펴보면 熔接性이 우수한 高強度 알루미늄 板材 開發이 두드러질 것이며, 고부가 가치 鋼材 중에서 의견이 부드러워 가죽 같은 느낌을 주는 冷延 엠버스 鋼板과 나무 무늬 형태를 입힌 라미네이트 鋼板 등을 꼽을 수 있다. 이 외에도 칼라 강판이나 耐熱·耐飾性이 우수하면서 값이 저렴한 알루미늄 鍍金鋼板 등도 開發生産되고 있다.

세라믹스 材料에 있어서는 그 동안 많은 연구 개발이 이루어진 세라믹스 엔진 材料로서 실리콘 나이트라이드 터보 차저가 日本에서 이제 생산 단계에 돌입되었고, 새로운 工程도 개발되었다. 電子 세라믹스에 있어서는 논 보라타일 메모리 재료, 積層 誘電體, 光電 薄膜 및 單結晶 재료들의 연구가 활발하고 많은 成果를 나타내고 있다.

국내에서는 壓電 이그나이터, 超音波 모터, 쏘 필터, 패키징 材料로서 씨 디포 등의 개발이 알려져 있다. 고부가 가치 無機 재료로서 일반 시멘트에 비해 強度가 두 배 이상 높은 高強度 시멘트, 두 시간만에 굳어 養生 시간을 대폭 短縮시킨 초속경 시멘트, 無收縮性 시멘트 등의 개발도 完了하여 生産에 들어가고 있다.

高分子材料로서 포토 콘단티브하면서 리니어 옵틱스인 포토 리플렉티브 폴리마의 開發, 새로운 타운드 프리프레그 라든가 모듈러스가 대단히 큰 炭素纖維를 들 수 있고 새로운 工程으로는 리액티 하나로서 多種類의 폴리올레핀을 生産하는 工程을 꼽을 수 있다.

국내에서는 汎用 폴리마의 過多生産에 반하여 엔지니어링 플라스틱의 生産이 점차 늘고 있다.

한편 新素材를 seeds oriented 한 것

(새로 발견된 現象, 特性을 이용한 素材)과 needs oriented한 것(既存보다 나은 特性, 技術이 要求되는 needs를 充足시켜 줄 素材)으로 區分할 때, needs oriented한 소재에 대한 올바른 視覺의 設定이 優先的으로 우리에게 重要하며,

우리 産業과 技術의 需要를 把握하는 것이 다음으로 先決해야 할 問題라고 지적하고 싶다. 특히 部品이라는 中間過程을 거쳐야만 하는 素材에 대한 正確한 判斷과 配慮가 이상의 어려움을 해결할 수 있다고 確信한다.

8. '92 環境問題의 새로운 視角

— 政策과 技術의 調和 —

林 基 哲

(기술 정책 연구실)

현황과 인식

경제의 전반적인 성장과 분배 과정에서 삶의 질에 대한 관심의 고조는 그 사회의 진보를 가늠하는 하나의 척도일 뿐만 아니라 이미 국제 사회의 공통된 관심사로서 최고의 가치로까지 제기되고 있다. 1972년 스톡홀름에서 열렸던 「인간 환경 회의」 이후 체결되고 있는 다자간 협상과 회의 결과는 국제 무역, 국내 산업 구조, 에너지 체계 등에 파급되어 압박 요인으로 작용하고 있으므로 경제 성장과 환경 보호라는 두 개의 얼굴을 조화시켜 「환경 적합형」 가치의 창출이 전제된 가운데 일련의 경제와 기술 정책이 수립될 필요가 있다. 美·日·EC라는 3극 시대의 출범과 함께 무역 정책의 첨예화와 환경 규제의 국제화로 이어지는 일련의 고리 속에서 혁신적으로 변화된 과학 기술 정책에 입각하여 국제 시장에서는 환경 적합형 기술과 재화, 그리고 서비스를 요구하고 있는 까닭에 새로운 경쟁력 확보를 위해서는 환경에 대

한 자각과 환경 기술 확보를 무역 장벽의 해소라는 단기적 방안보다는 기술 혁신의 계기로 삼아 장기적으로는 21세기 선진 G7 국가 수준에 진입하는 과정에 환경적으로도 무리가 없어야 할 것이다.

환경 과학 기술의 과제와 전망

국경을 초월한 지구 환경 변화는 그 파급 효과가 광역적이므로 신흥 공업국인 우리로서는 국제적인 기술, 산업 정보 교류의 추진과 함께 선진 공업국과 개도국 사이에서 개별적 대응책과 등거리 환경 외교를 통해 국제 협약에 대응하는 전략이 그 요체라 할 수 있다. 92년 6월 리오데자네이루에서 개최될 「유엔 환경 개발 회의(UNCED)」에서는 CO₂ 배출량 규제에 관한 국제 협약 체결이 논의될 예정이며, 이는 산업 구조가 화석 연료 중심이고 에너지의 해외 의존도가 90% 이상인 우리 나라의 경우 심대한 영향을 받게 될 것이므로 석유 대체 에너지원의 개발과 이용, 에너지의

효율적 이용 기술 개발, CFC 대체 물질 개발, CO₂ 고정화 기술 개발 등의 지속적인 연구가 필요하다.

시급한 현안 문제와 그 대응책으로는 첫째, CO₂ 배출량의 안정화와 삭감에 대한 구체적인 목표를 세운 후, 그 실행을 위한 과학적인 근거와 자료 마련의 준거가 될 환경 변화의 예측과 지구 관측 기술의 확보를 통해 환경 협약에 임하는 준비가 올 상반기에 확립되어야 한다. 둘째, 중국의 공업화 추진에 따라 심각해진 대기 오염이 편서풍을 타고 한반도는 물론 일본에까지 영향을 미치므로 이에 대한 韓·中·日 3국의 공동 연구와 대책이 필요하고, 따라서 일본에게 환경 과학 기술의 이전을 중국과 같은 목소리로 요구하면서 동북아 경제권에서의 지구 온난화 대책을 수립하는 전략도 생각할 수 있다. 셋째, 에너지 수급과 산업 구조의 개편, 통일 준비 과정에서의 비용 지출 및 북한 핵문제에 대한 대응, 환경 기여도 평가제 실시, G7 환경 부문 기획 내용의 가시화 등 지구 환경 문제에 대한 우리 나름의 노력을 국제 협약에서 부각시켜 우리의 입장을 전지할 필요가 있을 것이다.

예컨대 일본이 제시한 「지구 재생 계획」의 장기적인 구상을 보면, 1단계로는 과학적 연구 기반을 강화하면서 에너지 절약과 프레온 가스의 삭감을 도모하고, 2단계로는 태양 에너지, 연료 전지 등 신에너지와 재생 가능한 에너지를 비롯한 클린 에너지를 대폭 도입하고, 3단계로는 제3세대 CFC 대체 물질 개발 기술, CO₂ 고정화, 환경 조화 생산 공정 등 혁신적인 환경 기술을 개발하고, 4단

계로는 1단계에서 조성한 산림의 CO₂ 흡수 효과, 사막의 녹화 등을 통해 CO₂ 흡수원을 확대하며, 마지막 5단계에서는 핵융합 기술, 우주 태양 발전 등 차세대 를 위한 혁신적 에너지 기술의 개발이 기획되어 있는바, 우리 나라도 우리의 기술 수준에 걸맞는 구체적인 연차별 장기 계획의 수립이 요구된다.

국내 환경 문제의 해결을 위해서는 단순한 규제 강화의 저변에 기업의 자생적 기술 혁신 의지를 유도할 수 있는 정책 수단의 개발과 함께 부처 간의 할거주의나 폐쇄성을 벗어나 강제력을 지닌 「국가 환경 위원회」 같은 제도적 장치가 국가 원수나 총리실에 설립되어야 하는데, 최근 환경처가 발표한 「환경 기여도 평가제」가 도입되어 각종 개발 사업에 대한 환경성 검토가 제대로 반영된다면 이를 국제 환경 협약에서 협상의 카드로 부각시켜 볼 수도 있을 것이다.

수질 오염의 경우, 선진 방지 기술을 도입하여 모방 단계에 와 있으나 방지 시설의 효율성이 낮고 보급이 부진하므로 이를 제고하면서 환경 계측 기술의 확보와 환경 모니터링 시스템의 응용과 더불어 종합적 환경 관리 체계의 구축이 절실하다. 수질 오염에 비해 대기 오염의 심각성이 일견 간과되고 있는 듯하지만 CO나 NO_x 배출의 주범인 디젤 자동차 엔진의 연차적 감산, 디젤유 가격 조정, 난방 연료의 청정 연료 사용 확대화 등이 거론되지 않고는 해결이 순조롭지 않을 것이다. 폐기물 처리 문제는 생활 쓰레기의 종합 관리 방안으로서 쓰레기 발생량의 근본적 감소 대책→재활용 확대→유기질 쓰레기의 퇴비화→열병합

시설로 소각→위생 매립 등의 단계별 과정이 제기되고 있으므로 구체적 추진 계획이 필요하다.

요컨대 G7 프로젝트 출범의 첫해가 되는 92년엔 환경 공학 기술 개발 분야에서 무공해 엔진 개발의 시작과 함께 종래의 오염 관리 기술이나 오염 방지 기술인 사후 처리적 기술 체계(end of pipe technology)로부터 장기적으로 사전에 오염을 방지하는 청정 기술 체계(clean technology)로의 전환이 그 기조를 이룰 것이다. 수질 분야에서는 분리막을 이용하여 폐수를 재순환시켜 용수로 재사용하는 무방류 시스템의 도입, 협소한 방지 시설 부지 문제를 해결할 수 있는 공정의 개발 등도 검토되어야 한다. 대규모 처리 시설의 건설에 있어 설계와 시공, 감리를 담당한 업체가 각각 분리되어 있는 구조적 모순점을 컨소시엄 형성이나 턴키 방식으로 바꾸어야 한다는 지적은 관계 부처가 귀담아 들어

야 할 부분이다.

한편 92년부터 환경 산업에 대한 세제 혜택, 처리 시설 설치에 대한 금융 혜택을 비롯하여 1월 1일부터 시행되는 폐기물 예치금제의 실효성 있는 관리를 통한 공해 방지 산업의 수요 창출이 주목된다. 이는 과거 오염 물질 배출에 대한 규제 제도의 실효성 부족으로 환경 투자가 비생산적 투자라는 기업의 인식을 변화시키고 장기적으로는 유망한 성장 산업으로의 기술 혁신을 유도해야 한다는 정책적 차원에서 볼 때 그 일부는 정부의 몫이라 하겠다. 또한 정치 사회적 공감대 형성과 관련지어 국민에 대한 환경 정보의 공개, 공청회를 통한 주민과의 대화, 민간 환경 단체(NGO)와의 교류와 협력뿐만 아니라 남북한 과학 기술 교류와 국토 개발 계획에 있어서도 투철한 환경 철학이 반영된 모델의 창안은 적극 추진되어야 할 현안들이다.