

半導體 産業의 危機 극복을 위한 美議會의 最新動向

- 美 半導體 諮問委員會의 '92 報告書를 中心으로 -

이 장 재

(기술정책연구실, 선임연)

## I. 머리말

미국 산업의 競爭力 상실이라는 위기에 직면하여 美政府가 시장 개입에 대한 전통적 신념이었던 『시장 패러다임』을 변화시켜 가고 있음을 주지의 사실이다. 技術이 경제적 번영은 물론 국가 안전과 국가의 영향력 발휘를 위한 核心的 要素로 부각되는 시점에서 美政府는 산업 경쟁력의 회복을 위해 주요 기술 개발에 적극 개입하려는 자세를 보이고 있다. 특히 현대 산업의 核心要素 혹은 情報社會의 요체(fundamental building blocks)라 불리는 반도체 산업에서 미국의 경쟁적 지위와 기술적 우위가 상실되고 있다는 심각한 현실에 직면하여 미국은 議會를 중심으로 반도체 산업의 위기 극복을 위한 적극적 대책을 마련하고 있는 실정이다. 미 의회의 이러한 대응은 미국 반도체 산업의 경쟁력 열세가 경쟁자에 비해 불리한 事業環境 및 市場構造에 기인한 것이며 따라서 미 정부와 반도체 업계가 공동으로 適期에 적절한 대책을 마련하지 않는다면 미국의 반도체 산업은 물론 반도체를 기반으로 하는 전자 및 항공·우주 등 첨단 산업에서의 장기적 쇠퇴 그리고 군사적 안전 보장에 심각한 위험이 초래될 것이라는 위기의식을 토대로 이루어지고 있다. 본고는 이상과 같은 미국 반도체 산업의 경쟁적 지위 및 기술적 우위를 확보하기 위한 美議會 산하 半導體 諮問委員會의 活動 動向을 살펴보고자 하는 것이다.

## II. 危機의 認識

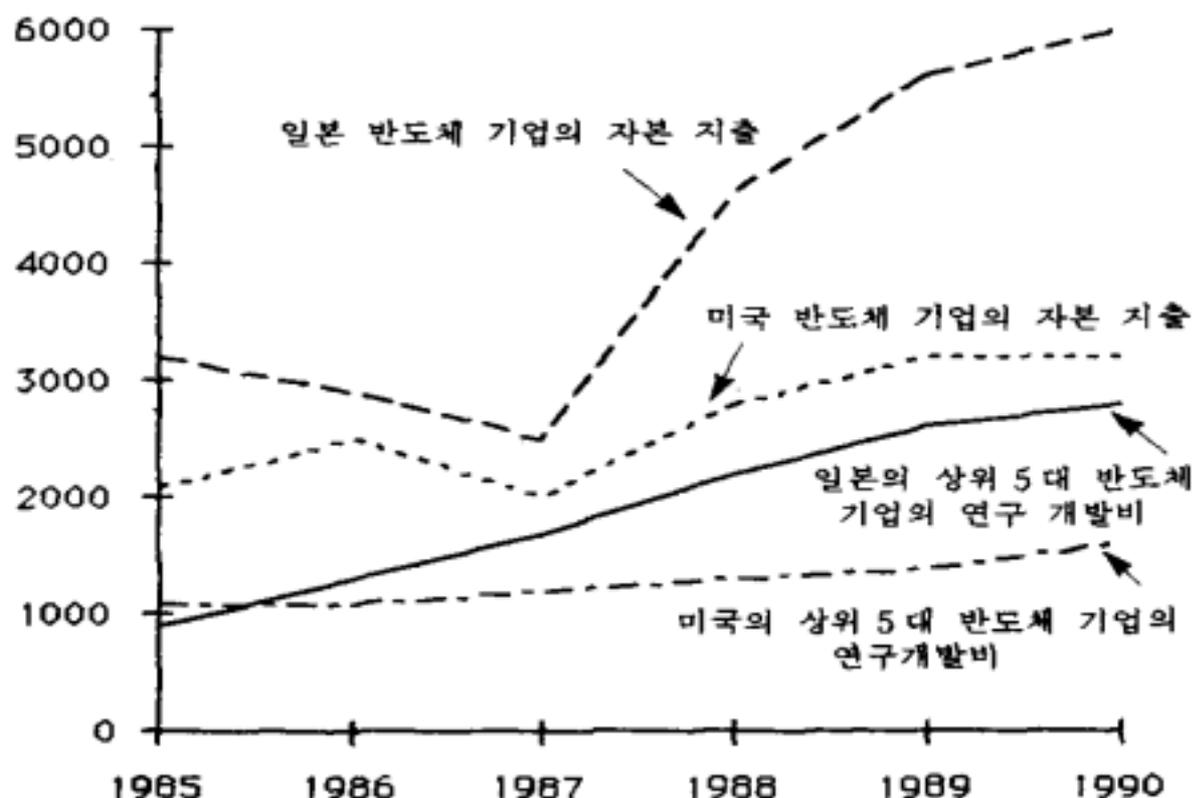
반도체 산업은 컴퓨터, 통신에서 신소재에 이르는 반도체 칩과 연관을 갖고 있는 산업의 技術力 向上과 産業性 増加를 가져오는 것은 물론 그밖의 산업에도 중요한 영향을 미치는 신기술의 創出 및 傳達母體로 중요한 역할을 수행하고 있다. 이와 같이 중요한 의미를 갖는 반도체 산업에서 미국의 지위 하락에 대해서는 相反된 두 가지의 견해가 존재해 왔다. 그 하나는 현재 반도체 산업의 침체는 미국 반도체 산업이 高附加價値의 새로운 산업 구조로 이행하고 있는 과정에서 나타난 創造的 破壞(creative destruction) 過程이라는 주장으로 주요 근거로는 새로운 칩의 설계 기술과 주문용 칩(ASICs)부문에서 미국의 우월적 지위를 들고 있다. 또하나의 주장은 미국 반도체 산업은 지속적으로 競爭의 優位를 喪失하고 있으며 이는 주로 미국 반도체 산업 및 관련 산업의 構造的 및 其他 要因에 의한 것이라는 주장으로 주요요인으로는 거액의 연구 개발 및 투자 재원의 조달이 쉽지 않은 미국 반도체 기업 구조와 경쟁 구조 그리고 질이 낮은 인력 공급, 독과점 규제, 외국에 의한 불공정 관행 등을 들고 있다.<sup>1)</sup>

두 가지의 상반된 견해에 대한 論爭은 현재 後者의 승리로 귀결되어 가고 있으며 따라서 미국 반도체 산업의 경쟁력 우위를 회복하기 위한 公共部門의 介入이 적극 검토되고 있는 실정이다.

현재 미국 반도체 산업의 競爭的 地位의 劣勢는 여러 부문에서 나타나고 있다. 먼저 세계 반도체 생산에서 미국의 市場占有率은 지난 25년 간 지속적으로 하락 추세를 보여 1990년 미국의 반도체 생산은 일본의 시장 점유율 47%에 약 10%가 뒤지는 37%의 시장 점유율을 차지하고 있다. 한편 미국과 일본의 상위 5개 반도체 판매 기업(Merchani Chipmaker)<sup>2)</sup>의 R&D 지출액에서 미국은 일본의 약 절반 수준을 유지하고 있으며 미국과 일본 반도체 판매 기업의 資本 지출액의 비교에서도 미국은 일본의 절반만을 투자하고 있는 것으로 나타나고 있다(<그림 1> 참조). 이러한 상황은 미국 기업의 지속적으로 新技術의 개발과 工程技術의 개선 측면에서 일본기업에 비해 불리한 위치에 있음을 나타내고 있다. 세계 반도체 裝備 市場에서도 미국의 우월적 지위는 지속적으로 하락되어와 1989년 중반을 기점으로 일본에게 指導的 地位를 넘겨 주었다(<그림 2> 참조). 반도체 장비 부문에서 일본의 우월한 지위는 반도체의 製造分野에서 미국이 더욱 더 일본에 의존하게 된다는 위기 의식을 유발하고 있는 상황이다.

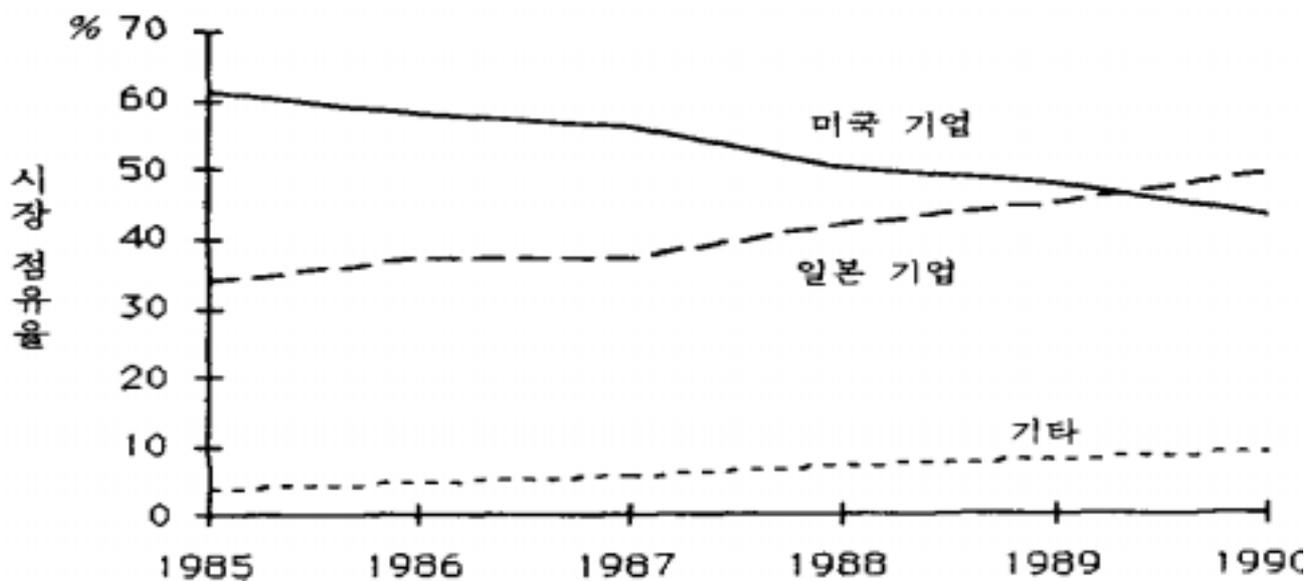
이와 같은 반도체 산업에 대한 위기 의식이 토대가 되어 美議會는 1988년 제

<그림 1> 미·일 반도체 산업의 연구 개발비와 자본 지출 비교



자료: Dataquest, NACS, Annual Report, 1992에서 재인용  
 주: Merchant 반도체 회사만을 대상으로 함. 단위: 백만 달러

<그림 2> 세계 반도체 제조 장비 시장 점유율



자료: VLSI Research and SEMI/SEMATECH NACS, 1992 재인용

100회 의회에서 『National Advisory Committee on Semiconductor Research and Development Act of 1988(Public Law 100~428)』의 일환으로 미국 반도체 산업의 나아갈 방향과 전략을 입안하고 공포하기 위해 美半導體 諮問委員會

(National Advisory Committee on Semiconductor)를 설립하고 공공 부문에서의 적극적 활동을 시작하게 되었다.

### III. 美 半 導 體 諮 問 委 員 會 的 活 動

AT&T의 벨 연구소의 會長인 Ian M. Ross를 의장으로 산업계와 정부의 총 15인(1992년)으로 구성된 자문 위원회는 미국의 반도체 산업이 안고 있는 문제의 심각성에 대해 인식을 같이 하고 관련 資料와 수집 및 政策勸告의 작성과 분석을 위해 3개의 特別 作業班(事業環境, 市場, 技術)을 설치하고 미국 반도체의 경쟁력 약화의 原因 分析과 반도체 전략의 樹立 및 政策 勸告(1989, 1991, 1992) 그리고 2000년까지 미국 반도체 산업이 기술적 우위를 확보하기 위한 MICRO TECH 2000 日程計劃(roadmap)을 수립하는 등 활발한 활동을 보이고 있다.

#### 1. 반도체 산업의 衰退 原因

이 반도체 자문 위원회의 原因分析에 따르면 미국 반도체 산업은 먼저 事業環境 측면에서 주된 경쟁 상대국에서 존재하는 政策 및 慣行의 차이로 불리한 입장에 있다는 것이다. 이러한 정책 및 관행의 차이로는 低利의 資本調達 가능한 지원 정책, 自國市場에 대한 보호 장벽, 지적 소유권이나 독점 금지법 등 국가 간의 법제도나 법관행의 차이, 그리고 공공 기술 교육 프로그램의 존재를 들고 있다.

둘째, 市場 側面에서 미국 반도체 업계가 직면하고 있는 기본적 문제는 반도체 산업의 주된 고객인 電子機器 생산 거점이 東아시아로 옮겨 가고 있다는 사실이다. 미국의 반도체 산업은 주로 國內 市場에서 의 판매에 치중하고 있기 때문에 電子機器의 생산 거점의 이동은 미국 반도체 시장의 縮小를 가져와 지속적인 침체의 원인을 제공할 것으로 우려하고 있다.

셋째, 技術 側面에서 반도체 업체가 기술적 우위를 지속하기 위해서는 長期에 걸친 人力, 技術, 設備에 대한 투자를 필요로 한다. 그러나 현재 次世代 반도체의 개발에 필요한 비용은 이미 한 기업이 감당하기가 어려운 약 1억 5천만 달러에 이르고 이는 더욱 급속도로 증가할 전망이다. 이러한 상황 하에서는 競爭 前段階에서의 共同研究가 요청되고 있으나 미국 반도체 업체에서의 연구 개발은 기업의 고유 영역으로 간주되어 경쟁사나 장비·재료 업체와 연구 결과를 공유한 慣行이 거의 존재하지 않는 실정이다. 따라서 미국 반도체 기업들의 경쟁적 분위기는 투자의 중복과 비효율성 그리고 소규모의 단일 연구 개발 투자를 가져와 競爭 前단계에서 共同의 知識 pool을 바탕으로 대규모의 연구 개발을 실시해 온 日本業體에 의해 기술적 우위를 상실하고 있다는 것이다.

#### 2. 半 導 體 와 國 家 戰 略

이 반도체 자문 위원회는 지난 3년 간 노력의 결실로 다음과 같은 다섯 가지의 주요 대응책으로 이루어진 半 導 體 關 連 國 家 戰 略을 제안하였다.

첫째, 産業投資의 獎勵이다. 따라서 반도체 업체의 연구 개발과 제조 설비 및 제조 장비 그리고 노동자의 교육 훈련에 대한 投資를 촉진할 수 있는 事業環境의 造成이 요구된다. 이를 위해서는 반도체 제조 장비의 減價償却을 3년으로 단축, 연구 개발 조세의 영구 감면 등 租稅 및 財政政策과 외국의 경쟁자와 비슷한 法的 規制的 環境의 조성 등을 제안하고 있다.

둘째, 미국 내 電子製品의 大量生産 促進이다. 전자 제품 제조업은 반도체 산업의 중요한 顧客이므로 미국 전자 산업의 육성은 반도체 산업의 육성을 위한 前提條件이 된다. 따라서 반도체 업체와 정부는 신제품 개발을 촉진할 수 있는 標準 설정과 公共 프로그램을 마련하여 신기술 제품의 初期市場을 제공하는 데 협력해야 한다.

셋째, 競爭 前단계(precompetitive)의 共同技術開發이다. 미국 반도체 산업이 우월한 競爭的 지위를 갖기 위해서는 경쟁 전단계의 공동 기술 개발이 요구된다. 이를 위해서 미 반도체 산업은 尖端 반도체 기술 개발 계획과 SEMATECH 과 같은 미래 製造工程 기술 개발을 위한 계획을 수립하여야 한다. 이러한 계획은 미국 반도체 산업의 미래 기술 개발과 협력의 토대로 작용할 것이고 산업체와 정부는 이를 달성하기 위해 共同努力을 기울여야 할 것이다.

넷째, 컨소시움, 同盟(alliances), 協力(collaborations)의 形成이다. 미래의 반도체 기술 개발에 필요한 막대한 財源의 조달은 協力手段의 촉진을 통해 가능하게 될 것이다. 따라서 정부는 현재 기업의 상호 협력에 장애가 되는 反트러스트법(antitrust barriers)을 재검토하여야 한다.

다섯째, 質的으로 우수한 製造技術(high-quality manufacturing skills)인력의 육성이다. 우수한 반도체 제조 인력은 반도체 산업에서 매우 중요하다. 따라서 정부는 고급 인력 창출에 높은 優先順位를 두어야 하며, 기업은 교육 훈련을 통해 노동자의 기술력 향상을 도모해야 한다.

<표 1> Micro Tech 2000 목적 도달에 필요한 기술들

<b>A. 리소그래피 기술</b> Mask technology Overlay technology Metrology Resists, resist technology Lithography tools Optical X-ray proximity X-ray projection E-beam direct write E-beam projection E-beam proximity Ion beam	<b>B. 처리 기술</b> Microcontamination Process control and Process/tool development: Ion implantation Chemical vapor deposition Physical vapor deposition Pattern transfer(etch) Thermal treatment Large-diameter wafers Integrated process equipment clusters Metrology
<b>C. 시뮬레이션 기술</b> Factory models Physical 3-D process models Tool models Deep submicrometer device Design, layout, and simulation tools for board, module, & chip Computing frameworks & standards	<b>D. 장비와 회로 기술</b> Interconnection technology 1 Gbit SRAM cell technology Device design Device technology Design for test
<b>E. 구조 기술</b> High-speed interconnects High-performance packaging Flat panel displays	<b>F. 경제 요인</b> Manufacturing education Manufacturing economics Factory/product cost models Market simulation

자료: MICRO TECH 2000 Workshop, NACS, Third Annual Report에서 재인용

다. 정부는 또한 제품의 경쟁력 향상에 필요한 柔軟 生産技術(flexible production technology)과 같은 製造 시스템 연구 개발에도 중점을 두어야 할 것이다.

### 3. MICRO TECH 2000 Roadmap

미 반도체 자문 위원회는 미국의 반도체 산업이 2000년까지 競爭的 優位를 확보하기 위해서는 첨단 기술 개발을 포함하는 技術開發 日程(technology roadmap)을 수립하는 것이 필요하다고 인식했다. 이러한 필요성에 의해 동 자문 위원회는 1991년 4월에 백악관의 기술 정책실(OSTP)과 공동으로 2000년까지의 半導體 기술 개발 프레임워크에 관한 논의와 계획을 수립하기 위한 workshop을 개최하였다. 이 모임에는 미국의 저명한 마이크로일렉트로닉스 科學者, 엔지니어, 經濟學者, 産業體 관련자 90명이 참가하여 2000년까지 현재 最尖端의 칩보다 5배나 소형화된 線幅을 가진(약 0.12 micrometers) 반도체 칩의 工程 기술 개발과 현재의 예측보다 한 世代 앞서는 반도체 칩인 1 gigabit static ram(1 Gbit SRAM) 시제품의 생산을 위한 日程計劃을 작성하였다. MICRO TECH 2000 목적의 달성에 필요한 技術目錄은 <표 1>에 나타나 있다.

동 workshop에서는 2000년까지의 試製品 개발에 결정적인 이슈(critical issues)로 1994년까지 0.10에서 0.15 미크

론을 실현할 수 있는 실험용 리소그래피 장비의 개발, 현재 150mm에서 200mm직경의 웨이퍼 생산 능력에서 1995년 경에는 300mm 직경의 웨이퍼 생산 능력 확보, 공정의 복잡성을 해결할 수 있는 多層構造(multilayer structure) 및 표면처리(planarization) 기술, 새로운 재료 기술의 연구, 첨단 도량형학(metrology)의 발전, 컴퓨터 시뮬레이션과 선서 기술의 발전 그리고 CAD, CAM 분야 발전의 필요성이 제시되었다. 그리고 MICRO TECH 2000 日程計劃은 미국의 반도체 工業協會의 지원 하에서 주요 반도체 기업들의 공동 작업팀에 의해 구체화될 예정이다. 이상과 같은 MICTECH TECH 2000은 미국 반도체의 미래 기술 개발의 일정에 대한 광범위한 승意 導出의 필요성과 이 계획의 성공적 집행을 위해서는 반도체 기업 간 및 기업과 연방 정부 연구소 그리고 대학의 공동 노력이 필요하다는 중요한 교훈을 미국 산업체, 정부 학계에 인식시키는 중대한 의미를 갖고 있다.

IV. 危機克服을 위한 政策勸告

미 반도체 자문 위원회가 3차(1989, 1991, 1992)에 걸쳐 대통령과 의회에 제출한 政策勸告는 事業 環境의 개선을 위한 7개 항목의 35개 세부 권고와 미국 반도체 산업의 市場 占有率 확대를 위한 6개 항목에 25개 세부 권고, 競爭의 技術力 확보를 위한 8개 항목의 13개 세부 권고 등

<표 2> 미 반도체 자문 위원회의 정책 권고 요약

사업 환경의 개선	시장 점유율의 확대	경쟁적 기술력 확보
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 산업의 자본 형성의 장려(1989)</li> <li>• 노동자 교육의 개선(1989)</li> <li>• 무역법의 개정(1989)</li> <li>• 지적 소유권 보호(1989)</li> <li>• 반트러스트법 개정(1989)</li> <li>• Malcolm Baldrige 국가 품질상(1991)</li> <li>• Collaboration과 컨소시움 형성 촉진(1992)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 소비자 전자 산업의 재육성(1989)</li> <li>• 사업 환경 지원(1989)</li> <li>• 소비자 전자 제품의 표준 설정(1989)</li> <li>• Broadband communication 서비스의 촉진(1991)</li> <li>• 첨단 디스플레이 산업의 육성(1991)</li> <li>• 인공 자동차/고속도로 시스템(IVHS) 관련 시장에서 미국의 역할 촉진(1991)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 기술 일정 계획의 실행(1992)</li> <li>• 반도체 제조 장비와 재료의 개발을 위한 연구 개발 증가(1989)</li> <li>• 첨단 Lithography 개발(1989)</li> <li>• 반도체 관련 대학 연구 및 강의 확대(1989)</li> <li>• Metrology와 표준 설정(1989)</li> <li>• 외국인 대학원생의 체제 조건 완화(1989)</li> <li>• Scholarship과 Fellowship의 증복화(1989)</li> </ul>

자료: NACS, Third Annual Report, 1992

총 21개 항목의 73개 세부 권고로 이루어져 있다(21 항목은 <표 2> 참조). 본고에서는 이들 중 1992년에 제출된 勸告 事項을 중심으로 세부 권고 사항을 살펴보고 아울러 동 자문 위원회가 제출한 주요 미래 活動計劃을 살펴보고자 한다.

미 반도체 자문 위원회가 1992년에 대통령과 의회에 제출한 정책 권고는 다음과 같다. 첫째, 事業環境의 改善을 위한 권고에는 반도체 사업에서의 企業協력과 컨소시움 形成의 촉진을 들 수 있다. 구체적 권고 사항을 살펴보면, 산업의 指導的 기업과 공공 정책 담당자는 컨소시움의 필요성과 이익을 널리 알리며, SEMA TECH를 통해 0.35미크론 스펙의 기술 개발과 아울러 재료와 제조 공정, 그리고 생산 장비에 관한 연구를 수행하도록 한다. 反트러스트 조항의 범위 내에서 공동 기술 개발과 공동 노력에 대한 논의를 위한 산업체를 대상으로 하는 포럼을 발전시킨다. 貿易協會(trade association)가 컨소시움과 기업 협력에 관심을 가지도록 노력한다. 연방 정부는 技術的 貢獻者로 컨소시움에 참가하여 컨소시움의 형성을 촉진하고 지원해야 하며, 정부의 이해와 관련된 공공 연구 개발에 대해 財政的 支援을 하여야 한다. 그리고 연방 정부는 國家技術政策 聲明(Statement) 범위 내에서 컨소시움 장려하여야 한다.

둘째, 競爭的 技術力 확보를 위한 권고로는 半導體 技術 日程計劃(Semiconductor Technology Roadmap)의 실행이 있다. 세부 권고 사항은 다음과 같다. MICRO TECH 2000을 수행하기 위한 세부 실천 계획은 반도체 산업의 先頭企業群에 의해 작성되어야 하며, 또한 이들계획은 반도체 산업에 의해 定期的으로 새롭게 修正되어야 한다. 大學은 반도체 연구 협회(SRC)와 과학 재단(NSF) 및 기타 기관으로부터 재원을 지원받아 반도체 산업 技術計劃의 달성에 공헌하여야 하며, 서브미크론(submicro-meter) 기술의 早期生産을 위해 共同 제조 장비의 설치가 고려되어야 한다.

이상의 권고 외에 동 자문 위원회는 자문 위원회가 수행해야 할 주요 미래 활동 프로그램 및 構想(Initiativers)을 제3차 연례 보고서에서 제안하였다. 주요 미래 활동 프로그램 및 구상에는 3년의 장비 감가 상각과 무역법의 개정, 공동 생산을 촉진하기 위한 反트러스트 법의 개정, MICRO TECH 2000, SEMATECH, 尖端 디스플레이 등이 제시되고 있다(<표 3> 참조).

#### V. 맺는말

미 반도체 자문 위원회의 활동은 침체되어 가고 있는 미국의 산업을 재생시키고 더 나아가 국가 이익을 보호하기 위한 公共部門의 活動事例의 하나로 중요한 의미를 갖는다. 동 자문 위원회가 제시한 반도체 관련 國家戰略과 政策勸誘가 실제로 정책에 얼마만큼 반영될지는 의문이나 미국 반도체 산업의 쇠퇴 원인이 많은 부분, 産業構造와 美政府의 政策 貧困에 있다고 분석하고 있는 점은 주목할만 하다. 이른바 시장 실패가 반도체 산업의 특수한 상황-즉 거대한 開發 및 設備資金 등- 과 경쟁상대국의 인위적 노력- 支援政策 및 保護貿易 등-에 의해 야기되고 있으므로 미국도 이에 적극 대처해야 한다는 입장에서 直, 間接的 정책 권고를 제시하고 있는 것이다. 특히 92년도에 제시된 정책 권고인

<표 3> 미 반도체 자문 위원회의 주요 미래 활동 프로그램 및 구상

주요 프로그램 및 구상	主管 機關
3-Year equipment depreciation	반도체 공업 협회(SIA) 국제 반도체 장비 및 재료 협회(SEMI), 의회
Trade law reform	SIA, 미 교역 대표부(USTR) 상무성(DOC)
Antitrust law reform to stimulate joint manufacturing	Coalition for Joint Manufacturing, 제조업 협회(NAM), 의회, 법무성(DOJ), 상무성
Inform industry and public officials about the need for consortia	상무성, 산업 무역 협회(ITA)
Create a forum for industry leaders to discuss opportunities for consortia	상무성
Intelligent vehicles and highway systems	IVHS America, 교통성(DOT)
Broadband communications	National Telecommunications and Information Administration, Exchange Carriers Association, 통신 산업 협회(TIA), 전화 협회(USTA), 과학 재단(NSF), Defense Advanced Research Projects Agency, Federal Network Council
Advanced displays	전자 협회(AEA), Microelectronics and Computer Technology Corporation, SEMI, Industry Consortia, DARPA
MICRO TECH 2000	SIA, SEMI
SEMATECH	SIA, SEMI, SEMI/SEMATECH, 국방성(DOD), DARPA

자료: NACS, Third Annual Report, 1992

企業協力 및 컨소시움 形成의 촉진과 MICRO TECH 2000 Roadmap의 실행제안은 공동 노력을 提示하고 있다는 점에서示唆적이다. 즉, 반도체라는 전략적으로 중요한 산업의 재도약을 위해서는 産業界, 學界, 政府 모두가 공동으로 노력하여야 한다는 의미가 92년 勸告에 담겨 있는 것이다. 이상과 같은 미 반도체 자문위원회의 활동 및 정책 권고는 半導體 市場의 약 절반을 미국에 의존하고 있는 우리 반도체 산업의 미래 戰略 構想에 중요한 정보를 제공해 줌은 물론 국가 이익을 위한 政治圈의 役割이란 관점에서 좋은 관감이 되고 있다고 하겠다. <

<주>

주석 1) 두 주장의 상세한 내용은 Mike Hobday, "Semiconductors: Creative Destruction or US Industria Decline?", Futures July/August 1990과 Gregory Tasse, "Structural Change and Competitiveness: The U.S Semiconductor Industry". Technological Forecasting and Social Change, 37, 1990을 참고 바람. Hobday는 두 주장을 소개하면서 미국 반도체 산업의 쇠퇴를 Decoupling 현상으로 해석하고 있으며, Tasse는 구조적 입장에서 미 반도체 산업의 침체를 설명하고 있다.

주석 2) 반도체 제조 회사는 크게 외판용 제조업체(Merchant Chipmaker)와 사내용 제조 업체(Captive Chipmaker)로 나누어지는데 외판용 제조 업체는 반도체 칩을 외부에 판매하는 업체를 말하며, 사내용 제조 업체는 자사의 소비자를 위해 반도체 칩을 생산하는 기업으로 미국의 IBM이 대표적이다. 일반적 의미에서 외판용 제조 업체는 사내용 제조 업체를 제외한 반도체 제조 업체를 의미한다.

