

## 반도체 산업의 학습효과와 원가우위전략\*

이정희(주저자/교신저자)  
연세경영연구소 연구원, 박사  
(junghlee@yonsei.ac.kr)  
이영훈(연결저자)  
안진회계법인 공인회계사  
(younghee@deloitte.com)

본 연구는 반도체 제조 기업들이 학습효과를 통한 원가우위를 획득하는지에 대해 실증적으로 분석하였다. 기존 연구와는 달리 원가의 대응치로 수율을 사용하였고, 표본을 기업단위로 세분하여 기업의 전략적 의사결정의 측면에서 논리를 전개하여 차별화하였다.

실증 결과 새로운 세대의 DRAM을 조기 생산한 경험은 현재 주력 DRAM의 원가를 낮추는 것으로 나타났다. 즉, 기업의 과거부터 현재시점까지의 누적생산량이 많을수록, 생산을 개시한 시점부터 현재까지의 기간이 길수록 현재 시점의 주력 DRAM의 수율이 높게 나타났다. 더불어 새로운 세대의 DRAM은 가격적인 측면에서 프리미엄을 가지고 있음을 보여준다. 하지만 단순한 시장 진입 순서와 원가구조의 관계는 발견되지 않았으며, 이는 구매자의 전환 비용에 근거한 선도자 우위는 기대하기 어려움을 보여준다.

학습의 파급효과는 기업의 전략적 의사결정의 측면에서 학습효과를 고려할 때 필요한 중요한 요소이다. 따라서 반도체 산업에서 학습의 파급효과와 관련된 추가 분석을 실시하였다. 실증 분석 결과, DRAM 산업에서 학습의 파급효과가 존재하는 것으로 나타나고 있으나, 기업의 누적생산량 규모에 따라 비대칭적으로 나타나는 학습의 파급효과에 대한 증거는 나타나지 않고 있다.

주제어: 학습효과, 선도자우위, 학습의 파급효과, 반도체 산업, DRAM

### 1. 서론

반도체 산업은 차세대 제품의 활발한 기술 및 공정 개발과 전문 고급 인력을 필요로 한다. 더욱이 반도체 산업이 글로벌 경쟁 구조를 형성하고 있는 현실은 범국가적 차원에서 반도체 산업을 제도적으로 육성해야 할 필요성을 제기 한다. 특히 DRAM 사업 분야는 이러한 반도체 산업 특성을 가장 잘 반영하

여 축적된 기술력과 전문 인력에 의한 학습효과를 연구하는 데 효율적인 분야라고 할 수 있다.

반도체 산업은 여러 산업부문 중 가장 복잡한 제조공정을 포함하고 있다.<sup>1)</sup> 우선 반도체 산업의 가치 체인(value-chain)을 분석해보면, 디자인/설계, 제조, 패키징, 마케팅/영업의 네 가지 가치 창출 활동으로 구성되어 있다(이 철, 2004). 제조 공정은 다시 원자재 웨이퍼를 가공하는 것을 시작으로 집적 회로를 웨이퍼에 생성한 후 칩으로 절단하여 패키지

논문접수일: 2009. 5                      게재확정일: 2009. 12

\* 본 연구를 지도해 주신 장진호 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

1) 원칙적으로 반도체 제조공정은 원자재 웨이퍼를 만드는 재료 산업(LG 실트론 등)과 웨이퍼를 가공하고 집적회로를 웨이퍼 표면에 생성한 후 이를 셀(다이)로 절단하여 하나의 패키지 된 제품으로 만들어 내는 소자산업으로 나뉜다. 일반적으로 반도체 제조공정이란 함은 후자인 소자산업을 일컫는데, 이는 구입한(혹은 제조한) 웨이퍼를 가공하는 것으로부터 시작된다. 본 연구의 언급하는 제조공정도 이러한 소자산업을 일컫는다. 반도체 제조 공정에 대한 제조 프로세스와 세부공정에 대한 보다 자세한 설명은 이영훈 등(1995) 연구를 참조하기 바란다.

된 하나의 상품으로 만드는 FAB, EDS, 조립, 테스트의 4단계 프로세스로 구성되어 있으며, 각 단계는 다시 여러 단계의 공정 과정을 포함하고 있다(이영훈 등, 1995). 이 중 Fabrication(FAB)공정은 제조공정 중 가장 고도의 생산 기술이 요구되며 전체 사이클의 대부분의 시간을 차지하고 있으며, 반도체 산업의 핵심 역량(core competence)으로 알려진 수율이 결정되는 단계이기도 하다.<sup>2)</sup> 수율이란 웨이퍼 한 장당 얻을 수 있는 전체 셀 중 판매 가능한 셀의 비율을 뜻하는데, FAB공정 단계에서의 공정기술력, 최신 장비, 엔지니어와 오퍼레이터의 숙련도에 의해 결정된다. 수율의 개선은 산업평균 이상의 수익을 올리거나 원가를 낮출 수 있는 반도체 기업의 핵심 역량이기 때문에 전사 단계의 전략적인 면이나 실행적인 면에서도 많은 부분이 FAB 관리에 집중되고 있다. 본 연구에서도 이러한 FAB 단계에 초점을 맞추어 학습효과와 원가경쟁력의 관계를 살펴보고자 한다.

수율은 Dynamic Random Access Memory (DRAM) 제품의 원가에 직접적인 영향을 미치게 되어 초기 단계에서의 제품의 원가는 상대적으로 높게, 때로는 판매가격을 상회하여 나타나게 된다. 생산 초기의 제품들은 가격 프리미엄이 있지만 높은 원가로 인해 높은 수익률을 기대하기 어려운 것이 현실이다. 그럼에도 불구하고 왜 기업들은 경쟁적으로 초기에 생산을 하는가?<sup>3)</sup>

본 연구에서는 현재 새로운 세대의 DRAM(차세대 DRAM) 이 향후 주력 DRAM이 되었을 때 초

기에 생산한 경험에 의한 학습효과가 원가 경쟁력의 원동력이 될 수 있는지 실증적 분석을 하는데 목적이 있다. 이와 같은 연구목적의 달성은 반도체 기업의 DRAM사업 분야에서 학습 효과를 통한 미래의 원가우위를 점하기 위한 현재의 전략적 의사결정이 유효한지를 검증하고, 나아가 향후 원가 우위 전략을 모색하는 데 방향을 제시함으로써 기업 실무에 공헌할 수 있을 것으로 기대한다.

반도체 산업의 경우 제품 차별화가 쉽지 않은 범용적인 성격이 강하기 때문에 원가 우위의 전략적 포지셔닝(strategic positioning)이 일반적이다. 원가 우위 전략이 그 실효성을 거두기 위해서는 규모의 경제를 통한 원가 절감과 동시에 낮은 가격에서도 지속적으로 이익을 창출해야 한다. 반도체 산업의 경우에는 전체 원부재료 원가 중 투입된 웨이퍼의 원재료가 차지하는 비중이 가장 높으며, 원재료 비용을 절감할 수 있는 가장 중요한 요소는 수율의 개선이라고 할 수 있다.<sup>4)</sup> 따라서 규모의 경제는 수율의 개선으로 나타나는 효과가 가장 크다고 할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 수율의 개선이 조기진입과 그에 의한 학습효과로 일어날 수 있는지 초점을 주고 있다. 반도체 산업은 초기 막대한 설비투자과 자본력을 필요로 하기 때문에 시장 경쟁력이 없는 차세대 제품 생산의 조기 진입은 원가가 가격을 상회하게 된다. 이러한 상황에서 조기 진입으로 인한 경험축적이 수율의 개선으로 이어지는가에 대한 실증적 검증은 원가 우위 전략의 실효성 여부에 증거를 제시해 줄 것이다. 앞서 언급했듯이, 반도체 산업

2) 웨이퍼의 표면에 여러 종류의 막을 형성시켜, 이미 만든 마스크를 사용하여 특정부분을 선택적으로 깎아내는 작업을 되풀이함으로써 전자회로를 구성해 나가는 과정을 말하며, 줄여서 FAB이라고 한다. 이 단계에서는 최소한 0.25 마이크로미터 이하의 세밀함으로 백 가지 이상의 프로세스를 거쳐야 한 개의 제품이 생산된다.

3) Lieberman(1987)의 이론을 적용하면 기업은 미래의 원가경쟁력을 위하여 현재의 생산에 따른 원가가 판매가를 초과하더라도 생산을 할 유인이 존재하게 된다.

4) 반도체의 3대 원재료는 웨이퍼, 마스크, 리드 프레임이다.

의 원가 경쟁력의 기본 요소가 되는 투자 역량과 규모의 경제는 진입 장벽으로 작용하게 된다. 따라서 선두 업체와 기술 격차를 줄일 수 있는 기술 경쟁력과 생산 시설 규모를 위한 자본력을 단시간에 확보하지 못한 후발 생산 업체들은 구조 조정을 감행하거나 파산에 이르게 되는 등 실질적으로 선두 기업에 영향을 주기 어렵다.<sup>5)</sup>

전 세계 반도체 기업 중 22 개 기업을 대상으로 실증 분석한 결과 현재 시점의 주력 DRAM은 기업이 과거부터 현재시점까지의 누적생산량이 많을수록 수율이 높게 나타났으며, 생산을 개시한 시점부터 현재까지의 기간이 길수록 수율이 높게 나타나고 있다. 수율이 DRAM의 원가를 결정하는 중요한 요소임을 고려하였을 때, 연구의 결론은 초기의 생산경험의 축적이 현재의 원가경쟁력을 획득하게 하는 요인이라는 점을 말하고 있다. 따라서 기업들이 현재 생산하는 차세대 DRAM이 이후에 주력 DRAM이 되었을 때 높은 원가경쟁력을 가지기 위하여 초기단계의 낮은 시장성에도 불구하고 생산에 착수하는 전략적 의사결정은 유효하다고 할 수 있다. 반면 차세대 DRAM 생산에 착수하는 기업간의 단순한 상대적 진입순위는 이후의 원가경쟁력과 유의적인 관계가 나타나지 않고 있다. 이는 다른 기업에 비해 해당 세대의 DRAM 생산에 먼저 착수한 기업이라도 반드시 후발기업에 비해 높은 수율을 가지는 것이 아님을 보여준다.

기업이 축적한 경험이 기업내부에 전유적 학습으로 남을 수도 있지만 기업외부로 확산되는 파급효과를 가지게 될 수도 있다(Spence, 1981). 이러

한 학습의 파급효과가 기업의 경쟁전략과 밀접한 관련이 있다는 Lieberman(1987)의 이론에 근거하여, 학습의 파급효과가 반도체 산업 내 개별 기업에서 실제로 존재하는지, 그리고 이러한 학습의 파급효과가 산업 내 기업에게 균일하게 일어나는지에 대한 추가 분석을 실시하였다. DRAM 산업에서 학습의 파급효과가 존재하는 것으로 나타나고 있으며 이러한 학습의 파급효과는 완전하지 못한 것으로 나타났다. 또한 기업의 누적생산량 규모에 따라 비대칭적으로 나타나는 학습의 파급효과에 대한 증거는 반도체 산업에서는 나타나지 않고 있다.

내부 정보인 원가를 직접 사용 하는 데는 정보수집의 한계가 있다. 기존 연구에서는 장기적인 관점에서 가격은 원가와 평행하게 움직인다는 실증연구를 기반으로 원가의 대응치로 가격을 사용하였다(Lieberman, 1987; Boston Consulting Group, 1978). 하지만 우리가 관찰하고자 하는 DRAM은 각 세대교체 주기를 장기로 볼 수 없고, 학습의 파급은 완전하게 100%의 비율로 이루어진다고 볼 수 없다. 이에 대해 본 연구에서는 원가의 대응치로서 수율의 개념을 도입함으로써 기존 연구와 차별화하였다. 반도체 기업에서는 수율 역시 경쟁사에게 정보 노출을 꺼려하는 중요한 내부정보로 분류된다. 수율을 거꾸로 환산하면 생산량과 제품원가를 쉽게 파악할 수 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 수율에 대한 새로운 대응치를 제안함으로써 반도체 산업의 원가 관련 실증 연구에 기여할 것으로 기대된다.<sup>6)</sup>

또한 표본 단위가 국가단위의 생산량과 원가정보

5) 2006년 이후 현실화 된 독일 DRAM 업체 '키몬다'의 파산 신청과 대만 업체들의 구조 조정 등의 실례를 들 수 있다.

6) 수율의 대응치로써  $\text{Log}(\text{해당분기의 총생산량} / \text{FAB의 이론적 최대조업도의 합})$ 을 사용하였다. 해당분기의 총생산량은 표본에 포함된 각 기업이 해당분기에 생산한 모든 세대의 DRAM 총생산량을 256Mbit로 환산한 값이며, 이를 분기동안 FAB이 생산에 투입할 수 있는 최대의 웨이퍼 개수로 나누어 준다. 자세한 설명은 (4.1 연구모형 및 변수의 설명)에 언급되었다.

에 의존하였던 기존 연구와 달리 표본을 기업 단위로 세분화하였다. 현재 반도체 선도 기업의 원가우위 전략에 대해 검증된 자료가 부재하는 현실에서 본 연구는 기업의 전략적 의사결정의 측면을 보다 부각하여 전략 분야 연구에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## II. 선행연구 및 이론적 배경

### 2.1 학습효과 (Learning by Doing)

#### 2.1.1 반도체 산업에서의 학습효과

많은 연구들이 반도체 각 세대에 대한 학습곡선을 조사하였다. Gruber(1992)는 EPROM, DRAM, SRAM의 학습곡선을 조사하였는데, 결과에 따르면 각각의 반도체 칩의 원가를 결정하는 요인이 다르게 나타났다. EPROM의 경우에는 학습효과가 원가에 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났고, DRAM의 경우에는 규모의 경제와 생산기간이 유의적으로 나타나고 있으나 학습은 유의적으로 나타나지 않고 있다. SRAM의 경우에는 생산기간이 원가에 영향을 미치는 주요원인으로 분석되고 있다. Gruber는 이와 같이 DRAM의 원가에 학습이 주요한 요인으로 나타나지 않은 원인을 유추하고 있는데, EPROM에 비하여 DRAM의 경우에는 비교할 수 없을 정도로 높은 고정비용을 가지며 생산 규모가 크기 때문에 규모의 경제에 의한 효과에 의해 학습효과가 가려진 결과라고 분석하고 있다.

한편, Irwin and Klenow(1994)는 DRAM 산업에서의 학습곡선과 학습의 파급효과에 대한 연구

를 하였다. 연구결과에 따르면 DRAM 산업의 평균 학습률은 20%로 나타났으며, 자신이 획득한 학습의 효과는 타 회사의 학습에 의한 파급적 학습의 효과에 비하여 3배의 크기를 가지는 것으로 나타났다. 이는 곧 개별 기업이 획득한 학습효과는 파급이 존재하나 일정부분이 기업에 전유적으로 잔존함을 의미한다. 또한 학습의 파급효과는 국내 기업과 국외 기업 간의 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉, 한 기업의 생산량 증대에 따른 학습효과는 국내적으로는 물론 국제적으로도 공공재의 성격을 가지게 되어 후발기업들의 무임승차문제가 발생하게 된다. 한편, DRAM 산업에 있어서 각 세대 간의 파급효과는 크게 중요하지 않은 것으로 나타난 한 세대에 있어서의 이점이 오래 지속되지 않는다고 말하고 있다.

이후의 연구들은 반도체 산업에 있어서 학습효과와 세부적 메커니즘을 확인하기 위하여 누적생산량 이외의 요소들에 대해 집중하게 된다. Hatch와 Mowery(1998)는 반도체 산업에서의 경쟁력을 새로운 공정에 대한 개발, 도입, 적용의 측면에서 고려하였는데, 연구결과에 의하면 학습효과는 단순히 누적생산량의 증가에 따른 외부적인 결과가 아니라 엔지니어들의 구조적인 배치를 통한 문제해결 활동에 의하여 영향을 받는다고 말하고 있다. 즉, 학습효과란 관리적인 활동을 통하여 기업에 의하여 통제될 수 있음을 암시하고 있다. 또한, 공정개발을 위한 독자적인 시설, 개발시설과 생산시설간의 지형적인 위치, 개발시설과 생산시설간의 설비의 동일성은 새로운 기술을 도입하는 과정의 성과와 유의적인 관계가 발견되고 있다.

Macher와 Mowery(2003)는 인적자원, 조직단위의 활동과 공급체인의 관리기법이 학습에 미치는 영향을 조사하였다. 연구결과를 보면, 학습효과는

경영자의 행동에 영향을 받는다는 점을 강조하고 있다. 인적자원의 여러 활동들은 조직적 단위에서 이루어지는 문제해결 활동에 영향을 주게 되고 이에 따라서 정보교환의 양이 많아지면서 누적생산량 증가에 따른 학습효과가 더욱 커지게 된다. 즉, 그러한 활동은 단순반복에 의한 학습효과를 더욱 가속화시키는 영향을 한다고 할 수 있다.

한편, Brist and Wilson(1997)는 1973년부터 1993년까지의 DRAM생산 데이터를 이용하여 DRAM 각 세대의 생산에 참여한 기업의 수를 결정하는 요인을 분리하고자 하였다. 학습효과와 기업의 위치, 기타 시장의 특성을 분석에 포함시켰다. 연구결과, 기업의 위치는 영향이 없다고 나타났고, 시장의 집중도는 각 세대의 DRAM 생산에 참여한 기업의 수에 영향을 주는 것으로 나타났다. 또, 이전 세대의 DRAM 생산에 의한 경험은 현재 세대의 DRAM 생산에 참여한 기업의 수에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결론은 기업이 단지 이윤을 위해 전략을 수립하는 것이 아니라 기술수준을 계속 유지하기 위해서 혹은 중간재로서의 DRAM의 생산을 유지하려는 목적에서 생산에 참여한다는 점을 알 수 있다.

### 2.1.2 학습효과의 일반적 선행연구

본 연구는 반도체 산업에 국한하여 학습효과를 연구하였으나, 학습효과에 관한 연구는 여러 제조업 분야와 다양한 관점에서 시도되고 발전되어 왔다.

T. P. Wright(1936)는 항공기 기체 조립에 있어서 누적생산량이 증가할수록 직접노동비용이 감소한다는 사실을 발견하였다. Wright의 이러한 발견은  $Y = aX^b$ 의 함수로 표현되는데, 여기서 Y는 직접노동비용, X는 항공기 기체의 누적생산량, a

는 첫 번째 항공기 기체의 직접노동비용, b는 학습곡선의 가파른 정도를 결정하는 학습지수를 말한다. 이 연구결과에 의하면 항공기 기체의 누적생산량이 2배가 될 때마다 직접노동비용은 20%씩 감소하는 것으로 나타났다. 이에 대한 추가적인 연구로서 제2차 세계대전 동안에 항공기 기체조립에 대한 연구가 진행되었는데 Asher(1956), Alchian(1963) 등의 연구에서 위의 관찰이 재차 확인되었다.

1950년대와 1960년대에 들어와서는 이러한 학습효과가 항공기 기체조립산업 이외의 다른 제조산업에서도 나타나는가에 대한 여부에 관심이 집중되었다. Hirsch(1952)는 공작기계 생산에 있어서의 학습효과를 관찰하였고, Rapping(1965)은 선박 제조 산업에 있어서의 학습효과를 관찰한 결과 일련의 학습효과가 존재함을 발견하였다. 이 이외에도 여러 제조 산업 분야에서 연구가 진행되었고, 산업별로 차이가 존재하긴 하지만 결과적으로 Wright의 학습곡선 모델은 일반적인 지지를 받게 되었다.

한편 1960년대 후반에 들어서 Boston Consulting Group(BCG)은 학습곡선의 개념이 응용될 수 있는 범위를 가치 사슬의 전 분야로 확장한 경험 곡선을 개발하였다. BCG(1972, 1974)는 적극적인 가격 인하와 그로 인한 시장점유율의 확대를 통해 경험효과가 나타날 수 있다고 주장하였다. 하지만 BCG의 경험 곡선 이론을 적용하여 단순히 생산량만을 늘리는 기업들에게는 경험 효과가 나타나지 않았는데, 이는 실제 생산 공정에서 얻은 경험으로부터 점진적인 개선의 결과로 경험 효과가 일어나는 것을 간과하였기 때문이다.

Spence(1981)는 학습이 존재할 경우, 현재의 생산은 미래의 원가를 낮추는 '투자'의 역할을 하기 때문에 신규진입자가 존재하지 않을 경우 원가의 감소에 비하여 가격의 감소는 느린 속도로 이루어

지고 극단적인 경우 가격은 일정하게 유지될 것이라는 주장을 하였다. 하지만 몇몇 실증분석의 경우 위의 주장과 상반되는 결과를 보여주고 있는데, Boston Consulting Group(1978)은 장기적인 관점에서 보면 가격과 원가는 평행하게 움직인다는 실증분석 결과를 보여주고 있다.

이후 몇몇 연구자들은 학습효과와 규모의 경제에 의한 효과를 분리하고자 하였다. Lieberman(1984)은 화학물 처리 산업에서의 학습효과를 분석하였는데 학습효과와 규모의 경제에 의한 효과를 분리하기 위하여 규모의 경제를 나타내는 설명변수인 평균 공장규모를 분석에 포함시켰다. 그 결과 규모의 경제에 의한 효과는 통계적으로 유의하지만 학습에 의한 효과에 비하여 그 크기가 작게 나타나고 있다.

## 2.2 학습의 파급효과(spillover effect)

일반적으로 한 기업이 축적한 경험은 전적으로 그 기업의 내부에만 존재하는 것이 아니라 기업의 부로 어느 정도 확산되는 파급효과(spillover effect)를 가지게 된다. Spence(1981)는 그의 이론적 모델을 통하여 학습의 파급효과와 시장 진입 장벽의 관계를 설명하였다. 그의 주장에 따르면 기업이 경험을 통하여 축적한 학습효과가 전유적 학습으로 남아있는 경우 이것이 진입 장벽의 역할을 한다는 것이다. 이에 대한 몇몇 실증분석은 서로 일치하지 않는 결과를 보여주고 있다.

먼저 일회용 기저귀 산업에서의 사례분석연구에서 Porter(1984)는 그러한 진입 장벽이 실제로 발생하게 되며 나아가 진입 장벽의 효과로 인하여 시장은 한 개의 회사에 의하여 지배받게 된다고 주장하였다. 이와는 상반되게, Lieberman(1984)은 누적생산량 증가에 따른 학습효과가 가파르게 나타

나지만 진입 장벽의 효과는 작게 나타나고 있음을 보여주었다.

이후 Lieberman(1987)은 이론적 모델을 통하여 학습의 파급효과와 경쟁전략과의 관계를 설명하였다. 그의 논리에 따르면, 기업이 축적한 학습이 전유적 학습으로 남아있는 경우 기업은 현재의 생산을 늘려 미래의 원가를 줄일 유인이 발생하게 되며, 이와는 반대로 기업이 축적한 학습이 외부로 파급되는 효과를 가진다면 기업은 생산량을 증가시킬 유인이 감소할 것이다. 또한 학습이 전유적으로 남는다면 진입 장벽도 매우 높을 것이고, 학습의 파급정도가 크다면 진입 장벽이 낮을 것이라고 주장하고 있다. 또한, 학습의 파급효과가 작은 경우 가격은 원가가 떨어짐에도 불구하고 일정하게 유지될 것이고 파급효과가 큰 경우에는 원가와 평행하게 가격이 떨어질 것이라고 얘기하고 있다. 이러한 Lieberman의 주장은 장기적인 관점에서 가격은 원가와 평행하게 움직인다는 실증적인 결과와 함께 학습곡선의 모델링에 있어 기업의 내부정보인 원가의 대응치로 가격을 사용하는 논리적인 근거로 사용되고 있다.

이러한 파급효과가 존재할 경우 기업의 학습효과는 자신의 고유한 경험에 의한 학습뿐이 아니라 파급효과에 의해 취득한 학습이 혼재되어 나타나게 된다. Argote(1990)는 제2차 세계대전동안의 선박제조에 있어서 동일한 종류의 선박을 제조하는 13개의 야드(yard)에 대한 학습효과를 관찰한 결과 먼저 생산을 시작한 야드에 비하여 후에 생산을 시작한 야드의 생산성이 높음을 발견하였다. 즉, 생산착수 시점의 차이에 따라 야드 간에 학습의 파급효과가 발생하였음을 보여주고 있다.

Jarmin(1994)은 기존연구에 있어서 학습의 파급효과가 산업 내 기업에게 균일하게 영향을 미친

다는 가정을 비판하면서 기업의 특성에 따라 전유적 학습과 파급적 학습 중 어떤 것이 더 많은 영향을 미치는지 비교하였다. 연구결과에 따르면, 기업이 축적한 학습은 전유적 학습과 파급적 학습이 함께 존재하며, 선도 기업은 파급적 학습이 강하게 나타나지 않는 반면에 군소기업들은 파급적 학습이 유의적으로 나타나고 있다(비대칭적 파급효과). 따라서 기업그룹별로 기업의 생산량 증가로 인한 경험의 축적이 기업에 미치는 영향이 다르게 나타난다는 것을 알 수 있다.

Bark(1993)은 학습의 개념을 조직적 학습, 자본적 학습, 노동의 학습 세 가지로 분류하고 이 중 조직적 학습과 자본적 학습에 대한 실증분석을 하였다. 분석결과, 조직적 학습의 경우에는 공장의 설립이후 최소 10년 동안의 기간 동안 발견되었으며, 자본적 학습의 경우에는 5년에서 6년의 기간 동안 지속되는 것으로 나타났다. 이 결과는 조직적 학습과 자본적 학습에 의해 기존의 진입자가 더 이상 직면하지 않는 비용을 새로운 진입자의 경우에는 부담해야 함을 의미한다.

### 2.3 선도자 우위 (First Mover Advantage)

FMA는 개념이 너무 광범위하고 모호하기 때문에 이론적인 모델들을 뒷받침할 실증분석이 충분하지 않다는 문제점이 있다. 이에 비교적 최근의 연구들은 'resource-based view of the firm(RBV)'과 연결시켜 실증분석을 진행하였으며 FMA는 두 가지의 근본적인 질문을 가지게 된다. 첫째, 어떠한 상황 하에서 조기진입이 기업에게 우월한 자원과 경쟁력의 축적을 확장시키는가. 둘째, 초기의 자원과 경쟁력이 기업의 최적 진입 시기에 영향을 미치는가의 두 가지 관점에서 연구가 진행되고 있다.

기존의 실증분석은 주로 시장의 진입순서와 시장점유율의 관계를 보여주고 있다. Urban, Carter와 Gaskin(1986)은 시장의 진입순서, 직전 브랜드의 진입시점으로 부터의 경과시간을 시장점유율의 설명변수로 채택한 결과, 시장의 진입순서와 시장점유율은 음의 상관관계가 유의적으로 나타나고 있음을 보여주고 있다.

Murthi, Srinivasan과 Kalyanaram(1997)은 조기 진입자가 가지고 있는 관리적 요소가 FMA에 영향을 미치는가에 대하여 실증분석을 하였다. 그들은 시장의 조기진입여부와 시장점유율간의 유의적인 관계가 기업이 가지고 있는 관리적 요소를 통제하지 못하여 나타난 결과인지를 검증하였는데, 효율성의 개념으로 측정된 여러 관리적 기술의 대응치들을 분석에 포함한 결과 시장의 조기진입여부와 시장점유율은 여전히 유의적으로 나타났다.

Robinson, Fornell과 Sullivan(1992)은 171개의 시장진입자들의 시장진입순서를 여러 가지 기술과 자원의 함수로 나타내고 이에 대한 분석을 하였다. Multinomial Logit Model에 의한 분석결과, 기존의 브랜드를 공유하는 것은 첫 번째 진입의 확률을 낮추는 것으로 나타났다. 재무적 기술이 증가함에 따라서 시장의 조기진입 확률이 증가하였고, 제조설비의 공유가 증가할수록 초기에 시장에 진입할 확률이 높게 나타나고 있다.

한편, 하나의 브랜드가 새로운 시장에 진입하게 되면 구매자의 브랜드에 대한 학습이 일어나게 되고 따라서 후의 진입자에 비하여 유리한 점을 가지게 된다. 따라서 후의 진입자가 참가하기전의 시간이 길면 길수록 더 큰 이득을 가지게 되는데, 여기서의 다음 진입자가 진입할 때까지의 시간을 'time in market'이라고 한다. Brown과 Lattin(1994)은 소비자의 학습에 관한 대응치로 'time in market'

을 사용하여 시장점유율과의 관계를 살펴보았다. 연구결과 'time in market'과 시장점유율과는 양의 상관관계가 유의하게 나타나고 있으며 추가적으로, 시간이 지남에 따라서 조기진입에 따른 이득이 감소함을 보여주고 있다.

Lieberman(1988)에 의하면, First Mover Advantage(FMA)란 회사가 새로운 시장에 조기 진입함에 따라서 양의 경제적 이윤을 획득하는 능력이라 정의된다. Lieberman이 제안한 FMA의 발생 원천 중 학습효과와 관련이 있는 기술적인 리더십과 시장 진입 순서를 설명하는 구매자의 전환 비용을 살펴본다.<sup>7)</sup>

### 2.3.1 기술적인 리더십

기술적인 리더십의 측면에서 보면 두 가지의 원리에 의하여 FMA가 발생하게 되는데 첫 번째로 학습효과를 들 수 있다. 기업들은 진입 직후 원가 이하의 가격에 판매를 하면서도 현재 경험의 축적을 통하여 장기적으로는 원가경쟁력을 얻게 된다. Porter(1981)는 일회용 기저귀산업에 있어서 학습효과로 인한 진입 장벽이 발생함을 보이면서 조기 진입자가 이득을 오래 유지함을 보여주고 있다. 비슷하게, Shaw(1984)는 유럽의 합성섬유시장을 관찰한 결과 뒤늦게 시장에 진입한 기업들은 주목할 만한 시장점유율이나 원가경쟁력을 갖추지 못하였고 결국 대부분이 시장에서 철수하였음을 이야기하고 있다.

기술적인 리더십을 발생시키는 원인으로 두 번째로는 R&D 경쟁에서의 승리와 특허권 획득을 들

수 있다. 기술적인 우위가 R&D 지출과 비례하는 상황 하에서 기업이 획득한 기술이 특허로 보호를 받거나, 사외유출을 막을 수 있다면 시장에 조기에 진입함으로써 이득을 누릴 수 있다. 여러 이론적 모델에서 이에 대한 설명을 하고 있다. 하지만 실증적인 연구에 있어서는 이러한 특허에 대한 경쟁이 제약 산업과 같은 특정 분야에서만 중요한 것으로 보인다. Mansfield(1981)은 제약 산업, 화학 산업, 전자산업을 조사한 결과 복제자는 특허권을 취득한 기업에 비하여 평균적으로 65%의 비용만으로 특허권 대상의 기술을 복제한 것으로 나타났다. 이러한 기술의 복제는 4년 만에 연구대상 샘플의 60%가 해당될 만큼 급격한 속도로 이루어졌다. 한편, 제약 산업에서의 기술의 복제는 다른 산업에 비하여 높은 비용이 소요되는데, 이는 여러 법적 승인절차 때문이라고 설명하고 있다.

### 2.3.2 구매자의 전환비용

전환비용은 여러 가지로부터 발생하는데 먼저 최초 계약비용이나 구매자가 판매자의 제품에 적응하기 위한 투자가 있다. 더불어 공급자의 의도에 의해 만들어진 계약상의 전환비용이 있을 수 있다. Wernerfelt(1985)에 의하면 시간이 흐를수록 구매자들은 공급자들의 제품의 성격에 적응하게 되고 이에 따라 타 브랜드로 옮겨가지 않게 되는 성향이 있다.

이러한 전환비용이 존재할 때의 시장균형에 대한 이론적 모델에 관한 연구로는 Klempere(1987)와 Wernerfelt(1988)의 연구가 있다. 그들의 이

7) Lieberman 은 FMA를 발생시키는 원천으로 제한된 자산의 선점도 제한하였다. 이는 조기 진입자의 경우 생산투입요소, 지리상의 위치, 제품 특성 공간, 공장과 설비에 대한 투자와 같은 요소들에 대하여 선점함으로써 후의 진입자들에 비하여 이점을 가질 수 있다고 설명한다.

론적 모델에 따르면 전환비용의 존재는 시장의 초기단계에서의 시장점유율이 중요한 의미를 가지게 된다. 한편, 높은 시장점유율을 가진 초기 진입자라고 해서 반드시 높은 이윤을 누리는 것은 아니라고 설명하고 있다. 초기단계의 시장에서의 시장점유율에 대한 경쟁이 일어나게 되면 이윤은 점차 사라지게 된다.

불확실성하의 구매자의 선택패턴도 FMA를 발생시키는 원인으로 작용한다. Schmalensee(1982)에 따르면, 구매자는 실제 제품의 품질과는 상관없이 제품에 대한 불완전한 정보를 가지게 되는데, 이러한 상황 하에서는 구매자는 처음의 브랜드를 고집하게 된다. 이에 따라서 시장의 초기 진입자는 자신의 제품품질에 대한 명성을 쌓을 기회를 가지게 되고 이러한 명성은 초기 진입자의 타제품으로 전이되는 경향이 있다(Wernerfelt, 1987).<sup>8)</sup>

### III. 연구 가설

#### 3.1 주요 용어의 정의

##### 3.1.1 Major DRAM

한 시점을 관찰 하였을 때 샘플에 포함된 기업 전체의 생산량 중에 그 비율이 가장 큰 DRAM의

세대로 정의한다. 2003년 4분기를 예를 들면, 산업 전체의 생산량 중 256Mbit DRAM의 생산량이 77.7%로 가장 높다. 따라서 2003년 4분기의 Major DRAM은 256Mbit로 정의된다. 이때 비율 계산에 사용된 단위는 개수(Unit)이다.

##### 3.1.2 Frontier DRAM

한 시점을 관찰 하였을 때 그 시점의 Major DRAM보다 발전된 세대에 속하는 DRAM들을 Frontier DRAM이라고 정의한다. 2003년 4분기의 예를 들면, Major DRAM이 256Mbit이므로 frontier(+1) DRAM은 512Mbit가 되며, frontier(+2) DRAM은 1Gbit가 된다.<sup>9)</sup>

#### 3.2 연구 가설

연구가설에서 언급되는 수율은 투입한 양(input) 대비 제조된 양(output)의 비율로서 의미상 불량률의 반대이며 원가와 반비례 관계에 있다. 수율이 높다는 것은 한 장의 웨이퍼를 동일하게 투입하여도 더 많은 산출물을 얻는다는 것이며, 원가를 낮추는 것을 의미하게 되는 것이다. FAB의 경우 공정의 자동화 비율이 높으므로 노무원가, 제조 간접원가는 고정비의 성격이 높은 점을 감안할 때, 반도체 수율은 기업의 경쟁력을 결정짓는 중요한 원가 요소라고 할 수 있다.<sup>10)</sup>

8) 불완전한 정보로 인한 효과는 기업구매자보다 개인구매자에게 더 큰 영향을 미치는데, 이는 기업구매자의 경우에는 대량구입으로 인하여 구입품에 대한 정보수집활동이 개인구매자에 비하여 활발하기 때문이다. Robinson(1988)은 개인구매자와 기업구매자를 동시에 가지고 있는 초기 진입자들을 조사한 결과 위와 같은 결과를 입증하였다

9) 현재 Frontier DRAM은 현시점에서는 차세대 DRAM으로, 같은 시점의 Major DRAM보다 기능상 상위에 있지만 초기 상대적으로 높은 가격으로 시장 점유율은 낮은 상태이다. 결국 대량생산과 가격 안정화에 의해 가까운 미래시점의 새로운 Major DRAM이 된다.

10) 반도체 수율의 중요성의 한 예로, 매출 10조원인 반도체 업체의 수율 1% 하락은 1천억 원의 매출 손실이 생기는 것으로 알려져 있다.

먼저, 실제로 차세대 DRAM의 초기 생산경험이 향후 Major DRAM의 원가를 감소시켰는지에 대한 가설을 설정한다. 현재의 차세대 DRAM이 Major DRAM이 되었을 때, 초기에 생산한 경험에 의한 학습효과로 낮은 원가구조를 가질 것으로 기대된다. 고전적인 경제이론에 따르면 기업의 균형 생산량은  $MR=MC$ 인 점에서 나타나지만, 학습효과가 존재할 경우에는 새로운 균형에 도달하게 된다. Spence(1981)는 학습이 존재할 경우 이론적으로 현재의 생산은 미래의 원가를 낮추는 투자의 역할을 한다고 설명하였다. 즉, 생산의 의사결정에 있어서  $MR=MC$ 에서 추가로 현재의 한 단위 생산으로 인한 미래 원가의 절감액의 현가를 고려해야 함을 의미한다. 따라서 기업은 현재의 한 단위 생산으로 인한 손실이 미래의 원가절감액의 현가보다 작다면 현재의 생산량을 증가시킬 유인이 작용하는 것이다. 기존 학습효과 연구에서 일반적으로 인정되는 학습효과의 설명 변수로 누적생산량과 시간을 채택하여 각각의 가설을 설정하였다(Wright, 1936; BCG, 1972; Lieberman, 1984; Rapping, 1965; Lieberman, 1984; Macher와 Mowery, 2003).

가설 1: Major DRAM의 누적생산량이 많을수록 높은 수율이 나타난다.

가설 2: Major DRAM을 생산해 온 기간이 길수록 높은 수율이 나타난다.

한편, 기업이 학습기반의 원가경쟁력을 갖추기 위해서는 생산에 대한 충분한 수요가 전제되어야 한다. 충분한 수요가 주어지지 않았을 경우 기업의 입장에서는 현재의 생산량은 결국 재고로 남게 되어 여러 비효율을 발생시키기 때문이다. 따라서 초

기에 높은 시장점유율을 가진 회사의 경우 학습기반의 원가경쟁력을 획득할 가능성이 높다.

기존의 FMA에 관한 연구들을 보면 주로 시장의 진입순서가 빠를수록 높은 시장 점유율을 가짐을 보여 주었다. 이들 연구들은 구매자의 전환비용과 불확실성하의 구매자의 선택을 선도자 우위의 원천으로 주장하고 있다(Urban, Carter와 Gaskin, 1986; Murthi, Srinivasan과 Kalyanaram, 1997). 즉, 구매자에게 전환비용이 존재하는 경우, 후입 기업은 기존의 선도 기업의 구매자를 흡수하기 위해 추가적인 투자가 필요하게 된다. 전환비용은 여러 가지로부터 발생하는데 먼저 최초 계약비용이나 구매자가 판매자의 제품에 적응하기 위한 투자가 있다. 여기에는 새로운 공급자를 평가하는데 소요되는 시간과 자원이 포함된다.

또한 구매자의 공급자에 대한 학습에 관련한 연구에서는 구매자들은 시간이 흐를수록 공급자들의 제품의 성격에 적응하게 되고 이에 따라 타 브랜드로 옮겨가지 않게 되는 성향이 있다고 보고되어지고 있다(Wernerfelt, 1985).

구매자는 실제 제품의 품질과는 상관없이 제품에 대한 불완전한 정보를 가지게 될 경우 처음의 브랜드를 고집하게 된다(Schmalensee, 1982). 이에 따라서 시장의 초기 진입자는 자신의 제품품질에 대한 명성을 쌓을 기회를 가지게 되고 이러한 명성은 초기 진입자의 타제품으로 전이되는 경향이 있다(Wernerfelt, 1987).

이와 같은 연구결과를 볼 때 기업은 시장에 초기에 진입함으로써 구매자의 높은 전환 비용을 기반으로 초기의 높은 시장점유율을 유지하게 되고, 이에 따라 학습기반의 원가경쟁력을 획득할 수 있다고 생각된다. 따라서 다음과 같은 가설을 설정한다.

가설 3: Major DRAM의 생산에 먼저 착수한 기업일수록 미래의 수율이 높게 나타날 것이다.

추가적으로, 학습의 파급효과는 기업의 전략적 의사결정의 측면에서 학습효과를 고려할 때 필요한 중요한 요소임에 근거하여 다음의 가설 4와 가설 5을 설정하였다(Lieberman, 1987). 만약 학습의 파급효과가 크게 나타난다면 기업은 새로운 세대의 DRAM생산에 늦게 착수할 유인이 발생한다. 반면 학습의 파급효과가 작게 나타난다면 기업은 새로운 세대의 DRAM생산에 먼저 착수할 유인이 발생할 것이다.

Irwin and Klenow(1994)의 연구에서 DRAM 산업에서 학습의 파급효과의 증거를 제시하였는데, 본 연구에서는 개별 기업 간의 파급효과를 재검증하고자 다음과 같은 가설을 설정한다.

가설 4: DRAM 생산에 있어서 학습의 파급효과가 존재할 것이다.

Jarmin(1994)은 기업이 축적한 학습은 전유적 학습과 파급적 학습이 함께 존재하며, 선도 기업은 파급적 학습이 강하게 나타나지 않는 반면에 군소 기업들은 파급적 학습이 상대적으로 크게 나타나고 있다는 증거를 제시하였다. 본 논문에서는 Major DRAM의 누적생산량이 많은 기업을 선도 기업이라고 상정하고, DRAM산업에 속한 여러 기업 간에 학습의 파급효과가 비대칭적으로 나타나는가에 대한 연구를 진행하였다. 이를 위해 아래와 같은 가설을 설정한다.

가설 5: 선도 기업일수록 파급적 학습이 약하게

나타날 것이다.

## IV. 연구의 설계

### 4.1 연구모형 및 변수의 설명

각 가설의 검증을 위한 회귀모형을 다음과 같이 설정하였다. <표 1>에서는 각 연구모형에 사용된 변수들의 설명이 나타나 있다.

[가설 검증을 위한 모형]

#### 연구모형 1

$$YIELD_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_1 CMDRAM_{i,t} + \beta_2 SCOPE_{i,t} + \beta_3 FABAGE_{i,t} + \beta_4 WSIZE_{i,t} + \beta_5 LWIDTH_{i,t} + \beta_6 MDRAMP_{i,t}$$

#### 연구모형 2

$$YIELD_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_1 TIME_{i,t} + \beta_2 SCOPE_{i,t} + \beta_3 FABAGE_{i,t} + \beta_4 WSIZE_{i,t} + \beta_5 LWIDTH_{i,t} + \beta_6 MDRAMP_{i,t}$$

#### 연구모형 3

$$YIELD_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_1 ENTRY_{i,t} + \beta_2 SCOPE_{i,t} + \beta_3 FABAGE_{i,t} + \beta_4 WSIZE_{i,t} + \beta_5 LWIDTH_{i,t} + \beta_6 MDRAMP_{i,t}$$

#### 연구모형 4

$$YIELD_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_1 CMDRAM_{i,t} + \beta_2 CMDOTHER_{i,t} + \beta_3 SCOPE_{i,t} + \beta_4 FABAGE_{i,t} + \beta_5 WSIZE_{i,t} + \beta_6 LWIDTH_{i,t} + \beta_7 MDRAMP_{i,t}$$

#### 연구모형 5

$$YIELD_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_1 ZCMDRAM_{i,t}$$

$$\begin{aligned}
& + \beta_2 ZCMDOTHER_{i,t} + \beta_3 ZCMDRAM_{i,t} \\
& * ZCMDOTHER_{i,t} + \beta_4 SCOPE_{i,t} \\
& + \beta_5 FABAGE_{i,t} + \beta_6 WSIZE_{i,t} \\
& + \beta_7 LWIDTH_{i,t} + \beta_8 MDRAMP_{i,t}
\end{aligned}$$

통상적인 수율의 의미는 웨이퍼 1장당 가공된 전체 셀의 숫자 중 판매가 가능한 셀의 개수의 비율을 뜻한다. 그러나 수율의 정보는 해당 반도체 기업의 핵심역량에 대한 정보를 포함하고 있으므로 일반적으로 수율은 크비의 정보로 분류되어 일반에 공개되

지 않는다. 따라서 본 논문에서는 수율에 대한 대응치를 사용하였으며 개략적인 내용은 그림1에 나타나 있다. 한 개의 fab을 기준으로 생산된 DRAM의 개수와 이를 위해 투입된 웨이퍼의 개수를 알 수 있다면, 생산된 DRAM의 개수를 투입된 웨이퍼의 개수로 나누어서 해당 fab의 평균적인 수율을 추정할 수 있다. 다만 동일한 수율 하에서도 해당 fab에 투입되는 웨이퍼의 크기와 공정의 미세 정도에 따라 생산되는 DRAM의 개수가 달라지므로 해당 변수를 통제변수로 모형에 포함시켜 모델의 신뢰성을 높이

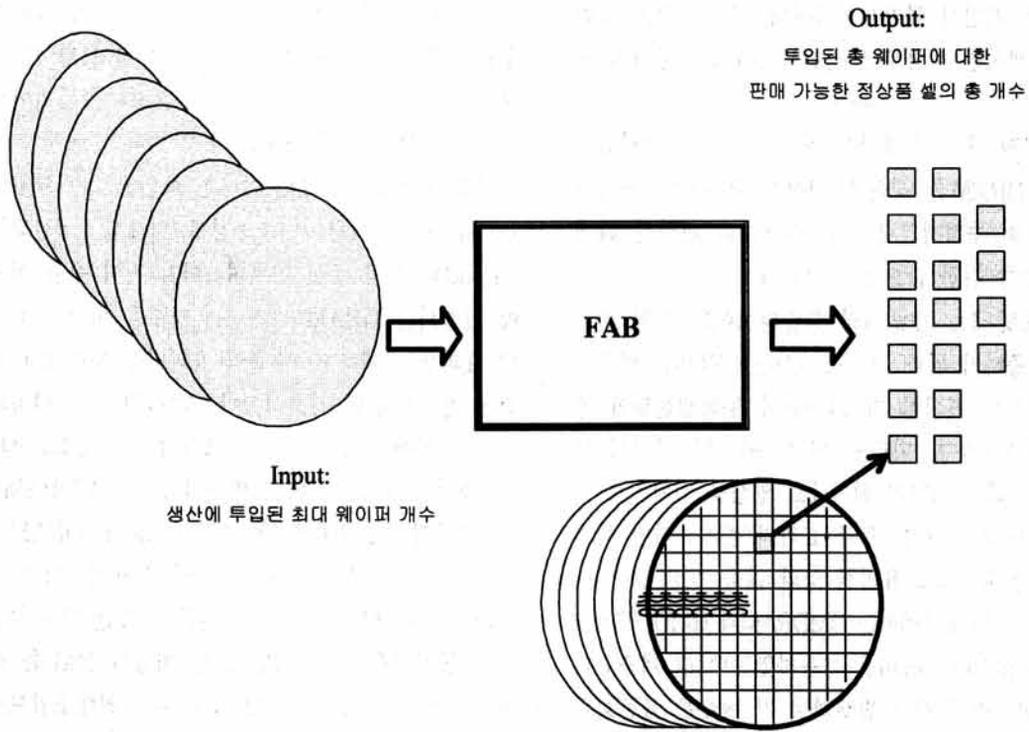
〈표 1〉 변수의 정의

변수		정의
YIELD	종속변수	(해당분기의 총생산량 / FAB의 이론적 최대조업도의 합)에 자연로그를 취한 값
CMDRAM	설명변수 (모형 1, 4)	Major DRAM에 대한 관찰시점까지의 누적생산량에 자연로그를 취한 값
TIME	설명변수 (모형 2)	Major DRAM의 최초 생산시점부터 관찰시점까지 분기의 수
ENTRY	설명변수 (모형 3)	관찰시점의 Major DRAM 생산에 착수한 기업 간 상대적 진입순위의 자연로그를 취한 값
CMDOTHER	설명변수 (모형 4)	(major DRAM에 대한 관찰시점까지의 전 세계 누적생산량 - 당해 기업 생산량)에 자연로그를 취한 값
ZCMDRAM	설명변수 (모형 5)	변수 CMDRAM을 표준화한 변수
ZCMDOTHER	설명변수 (모형 5)	변수 CMDOTHER을 표준화한 변수
ZCMDRAM x (ZCMDOTHER)	설명변수 (모형 5)	ZCMDRAM과 ZCMDOTHER의 interaction term
SCOPE	통제변수	해당분기에 각 기업이 생산하고 있는 DRAM 세대의 수
FABAGE	통제변수	각 기업의 FAB이 최초 가동된 후 경과된 연수
WSIZE	통제변수	각 기업의 FAB에 투입되는 웨이퍼의 직경
LWIDTH	통제변수	각 기업의 FAB에서 적용하는 공정의 미세정도
MDRAMP	통제변수	관찰시점의 총생산량에서 Major DRAM이 차지하는 비중

고자 하였다.

회귀모형의 종속변수인 YIELD는 수율의 대응치이며(해당분기의 총생산량 / FAB의 이론적 최대조업도의 합)에 자연로그를 취한 값으로 정의한다. 여기서 해당분기의 총생산량이란 표본에 포함된 각 기업이 해당분기에 생산한 모든 세대의 DRAM 총생산량을 256Mbit로 환산한 값을 말한다. 분모에 해당하는 FAB의 이론적 최대조업도의 합은 해당 시점에서 각 기업이 보유하고 있는 FAB의 이론적 최대조업도를 전부 합한 값을 말하며, 이는 분기동안 FAB이 생산에 투입할 수 있는 최대의 웨이퍼 개수를 뜻한다.

학습효과와 원가의 관계를 다룬 가설 1과 2를 검증하기 위해 연구모형 1과 연구모형 2에서는 전통적인 연구에 의하여 일반적으로 인정되는 학습효과와 설명변수인 CMDRAM과 TIME을 각각 사용하였다. 학습효과에 대한 여러 대응치들의 설명력을 비교한 선행 연구들을 살펴보면, 먼저 Rapping (1965)은 제2차 세계대전동안에 선박 제조 산업에 나타나는 학습효과를 분석하는데 있어서 시간과 누적생산량을 동시에 분석에 포함한 결과 시간은 누적생산량에 비하여 설명력이 낮은 것으로 나타나고 있다. 또한 Lieberman(1984) 화학물 처리 산업에서의 학습효과에 관한 연구에서도 시간변수와



수율(YIELD) = Input / Output  
 (즉, 생산된 DRAM 셀의 수 / 투입된 웨이퍼의 개수)

〈그림 1〉 수율 (YIELD)의 측정 방법

누적생산량을 동시에 고려한 결과 시간은 누적생산량에 비하여 설명력이 낮다는 동일한 결론을 보여주고 있다. 이 연구들과 기타 여러 실증분석의 결과를 종합해 볼 때 학습효과를 측정하는 설명변수로써 누적생산량이 가장 적합하다고 합의하고 있다. 하지만, 본 연구에서는 설명력의 비교가 목적이 아니며, 누적생산량과 시간을 모두 학습효과에 대응치로서 가설 1과 가설 2를 발전시켰다. 따라서 누적생산량과 시간을 모형 1과 모형 2에 설명변수로 포함시켰다. 설명변수 CMDRAM은 기업이 관찰시점에서의 Major DRAM을 생산을 개시한 후 관찰시점까지 생산한 총 누적생산량을 256Mbit로 환산한 값에 자연로그를 취한 값이다. 설명변수 TIME은 기업이 관찰시점에서의 Major DRAM을 생산을 개시한 시점부터 관찰시점까지의 분기의 수를 뜻한다.

연구모형 3의 설명변수 ENTRY는 관찰시점의 Major DRAM을 생산을 개시한 후 관찰시점까지 생산한 총 누적생산량을 256Mbit로 환산한 값에 자연로그를 취한 값으로 정의된다.

연구모형 4는 가설 4의 학습의 파급효과의 가능성을 검증하기 위한 것으로, CMDOTHER 변수는 해당 회사를 제외한 타 회사들의 누적생산량의 총합을 사용하였다. 따라서 이 변수는 타 기업의 학습효과가 해당 기업의 원가에도 영향을 끼치는지 측정하기 위한 것이며, 파급·효과가 존재한다면 회귀계수는 통계적으로 유의한 양의 값을 가질 것이다.

한편, 연구모형 5에서는 CMDRAM과 CMDOTHER의 interaction term을 사용하였는데 각 계수간의 다중공선성의 문제가 발생하여 각 변수를 표준화한 변수인 ZCMDRAM과 ZCMDOTHER를 사용하였다.

통제변수를 살펴보면, SCOPE는 해당분기에 각

기업이 생산하고 있는 DRAM 세대의 수를 뜻한다. FABAGE는 각 기업의 FAB이 최초 가동된 후 관찰시점까지 경과된 연수를 말하며, 한 기업이 둘 이상의 FAB을 보유하고 있을 경우 각 FAB의 이론적 최대 조업도에 따라서 가중 평균한 값으로 정의한다. 본 연구에서는 SCOPE와 FABAGE를 노동의 학습효과 이외의 학습효과를 통제하기 위한 변수로 사용하였다. Bark(1993)에 의하면 학습의 개념은 조직적 학습, 자본적 학습, 노동의 학습 세 가지로 분류되는데, 자본적 학습과 조직적 학습의 효과도 나타나고 있음을 보이고 있다. 따라서 FAB 수준에서 발생하는 조직적 학습의 효과와 자본적 학습의 효과를 통제하기 위한 변수로 사용하였다. 한편, 위에서 언급한 바와 같이 본 연구의 종속변수는 일정 기간의 평균수율의 개념이라고 할 수 있다. 하지만 한 장의 웨이퍼가 FAB에 투입되어서 산출되는 DRAM의 개수는 수율 이외의 요인에 의해서도 영향을 받는다. 이러한 요인으로는 투입되는 웨이퍼의 직경, 제조공정의 미세함, 생산되는 DRAM의 용량 등이 있으며, 이와 같이 수율 이외에 산출되는 DRAM의 개수에 영향을 미치는 요인의 효과를 억제하고, 수율의 효과만을 분리하기 위하여 통제변수를 사용하였다. WSIZE는 웨이퍼의 직경을 통제한 변수이며, LWIDTH는 제조공정의 미세함을 통제하기 위한 변수이다. 또 MDRAMP는 하나의 FAB에서 생산되는 major DRAM이 전체 생산량에서 차지하는 비율을 뜻하며, 이는 생산되는 DRAM의 용량을 통제하기 위한 변수이다. 해당 통제변수는 한 기업이 둘 이상의 FAB을 소유하고 있을 경우 각 FAB의 이론적 최대조업도에 따라서 가중 평균한 값으로 정의하였다.

## 4.2 표본의 선정

연구에 이용된 FAB의 자료와 DRAM에 대한 자료는 Gartner Dataquest상의 자료를 이용하였다. 1996년 1분기부터 2006년도 4분기까지의 총 44분기 'DRAM Supply and Demand Quarterly Statistics: Worldwide와 Worldwide FAB Database'를 이용하여 추출하였다.

Dataquest의 자료에는 전 세계의 fab에 대한 1달간 처리 가능한 웨이퍼의 개수로 측정된 이론적 최대조업도가 정리되어 있다. 본 논문에서는 해당 자료를 이용하여 하나의 fab에서 생산된 DRAM의 개수를 이론적 최대조업도로 나누어 수율의 대용치로 사용하였다. 다만, 실제로 fab에서 한 달 동안 처리하는 웨이퍼의 개수는 이론적 최대조업도와 차이가 있는 정상조업도의 수준에서 수행되지만, 반도체 산업의 특성상 초기 설비투자 후 생산 활동의 중단으로 인한 감산은 막대한 손실을 초래하기 때문에 시장의 수요 따라 생산량을 조절하지 않는 특성을 보이므로 정상조업도는 최대조업도의 일정 비율로 이루어진다고 가정 할 수 있다. 더욱이 연구 기간(1996년-2006년)에는 DRAM의 수요 및 생산이 꾸준히 증가하는 추세이며, 특히 2003년-2006년까지는 지속된 메모리 업계의 호황으로 공급량이 비약적으로 증가되었다. 따라서 실제조업도 대신 이론적 최대조업도를 사용하여도 종속변수의 신뢰성에 큰 무리가 없다고 판단된다.

표본 중 FAB에 대한 자료가 없거나 DRAM에 관련된 자료가 없는 관측치를 제외하였으며, 타 기업을 흡수 합병한 기업의 경우에는 합병직후 1년의 관측치를 제외하였다.

전 세계의 반도체 기업을 대상으로 하였으며 최종표본에 포함된 반도체 기업의 수는 총 22개이고

최종표본의 관측치는 385개로 나타났다.

〈표 2〉는 2000년부터 2003년까지의 Major DRAM과 Frontier DRAM의 Mbit당 평균판매가격을 보여주고 있다. Frontier(+1) DRAM과 Frontier(+2) DRAM의 경우 Major DRAM에 비하여 가격 프리미엄을 가지고 있음을 알 수 있다.

## V. 실증분석 결과

### 5.1 기술 통계분석 결과

〈표 3〉은 각 변수의 기술통계량을 나타내고 있다. 종속변수인 YIELD의 경우 평균값이 3.841로 나타나고 있고, 표준편차 1.663, 최소값 -1.211, 최대값 6.728의 분포를 가지고 있다. 설명변수인 CMDRAM의 경우 평균값 3.932, 표준편차 3.932로 나타나고 있다. 설명변수 TIME은 평균 11.979, 표준편차 5.063으로 나타나고 있는데, 이는 관찰되는 기업들이 평균적으로 약 12분기 동안 Major DRAM을 생산해 왔다는 것을 의미한다. 설명변수 ENTRY는 평균 1.605, 표준편차 0.761로 나타나고 있다. 통제변수 SCOPE는 평균 3.748로 나타나고 있으며, 이는 관찰된 기업들이 평균적으로 3.748세대의 DRAM을 동시에 생산하고 있음을 말해준다.

통제변수 FABAGE는 평균 7.967년, 표준편차 4.076으로 나타나는데, 이는 표본에 포함된 각 기업들이 운용하고 있는 FAB의 연령이 평균적으로 약 8년임을 알 수 있다. WSIZE는 평균 196.78mm를 나타내고 있으며, LWIDTH는 평균 0.241을 나타내고 있다. MDRAMP는 평균 0.570으로 나

〈표 2〉 Major DRAM과 Frontier DRAM의 Mbit당 ASP

	Major DRAM	Major DRAM price per Mbit	Frontier(+1) price per Mbit	Frontier(+2) price per Mbit
2000 1Q	64M	\$0.13	\$0.13	\$0.25
2000 2Q	64M	\$0.12	\$0.12	\$0.22
2000 3Q	128M	\$0.13	\$0.20	-
2000 4Q	128M	\$0.08	\$0.10	-
2001 1Q	128M	\$0.05	\$0.07	-
2001 2Q	128M	\$0.03	\$0.05	-
2001 3Q	128M	\$0.02	\$0.02	-
2001 4Q	128M	\$0.01	\$0.01	-
2002 1Q	128M	\$0.03	\$0.03	\$0.23
2002 2Q	256M	\$0.03	\$0.15	-
2002 3Q	256M	\$0.02	\$0.08	-
2002 4Q	256M	\$0.02	\$0.07	-
2003 1Q	256M	\$0.02	\$0.06	\$0.24
2003 2Q	256M	\$0.02	\$0.05	\$0.21
2003 3Q	256M	\$0.02	\$0.04	\$0.17
2003 4Q	256M	\$0.02	\$0.04	\$0.16
평균		\$0.047	\$0.076	\$0.211

타하며 이는 관찰된 기업들이 전체생산량 중 평균적으로 57%정도를 Major DRAM이 차지하고 있음을 말해준다.

〈표 4〉는 각 변수간의 상관관계를 나타내고 있다. 우선 종속변수인 YIELD와 설명변수, 통제변수의 상관관계를 살펴보면 설명변수 ENTRY를 제외한 모든 변수들이 높은 상관관계를 나타내고 있음을 알 수 있다. 먼저 CMDRAM과 YIELD는 1%의 수준에서 유의한 양의 상관계수가 나타나고 있으며, 계수는 0.794의 값을 갖는다. TIME과 YIELD는 1%의 수준에서 유의한 양의 상관계수가 나타나고 있으며, 0.355의 계수 값을 갖는다.

ENTRY와 YIELD는 -0.043의 음의 상관계수를 가지나, 통계적으로 유의하게 나타나지 않았다. 통제변수인 SCOPE, FABAGE, WSIZE, LWIDTH, MDRAMP도 종속변수인 YIELD와 양의 상관관계가 유의적으로 나타나고 있다. 한편, 각 설명변수와 통제변수의 상관관계를 살펴보면 많은 경우에서 상관계수가 유의적으로 나타나고 있지만 다중공선성의 문제는 없는 것으로 나타났다.

### 5.3 다중회귀분석 결과

〈표 5〉는 가설 검증을 위한 연구모형에 대한 다

〈표 3〉 기술통계량

변수	N	Mean	Std.Dev	Min	1Qtr	Med	3Qtr	Max
YIELD	385	3.841	1.663	-1.211	2.682	4.030	5.218	6.728
CMDRAM	385	3.932	2.368	-3.688	2.636	3.970	5.686	8.116
CMDOTHER	385	6.884	2.064	-1.817	6.274	7.034	8.501	9.283
TIME	385	11.979	5.063	1	8	12	16	25
ENTRY	385	1.605	0.761	0	1.098	1.791	2.197	2.708
SCOPE	385	3.748	1.203	1	3	4	5	6
FABAGE	385	7.967	4.076	1	5.098	7.293	9.756	33
WSIZE	385	196.78	26.50	147.40	181.56	200	203.43	275.75
LWIDTH	385	0.241	0.124	0.088	0.145	0.180	0.350	0.505
MDRAMP	385	0.570	0.298	0	0.344	0.643	0.805	1

〈표 4〉 변수들 간의 피어슨 (Pearson) 상관관계

변수	YIELD	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
YIELD	1								
CMDRAM (1)	0.794***	1							
CMDOTHER (2)	0.644***	0.694***	1						
TIME (3)	0.355***	0.606***	0.606***	1					
ENTRY (4)	-0.043	-0.209***	-0.209***	-0.365***	1				
SCOPE (5)	0.330***	0.422***	0.422***	0.311***	-0.230***	1			
FABAGE (6)	0.118**	0.144***	0.144***	0.226***	0.040	0.031***	1		
WSIZE (7)	0.450***	0.430***	0.430***	0.072	-0.083	0.093**	-0.300***	1	
LWIDTH (8)	-0.623***	-0.604***	-0.604***	-0.256***	-0.027	-0.154***	0.036	-0.702***	1
MDRAMP	0.205***	0.175***	0.175***	-0.148***	-0.241***	0.001	-0.243***	0.209***	0.031

주: \*. 유의수준 <0.10, \*\*. 유의수준 <0.05, \*\*\*. 유의수준 <0.01

〈표 5〉 다중회귀분석 결과 (종속변수: YIELD)

변수	모형 1		모형 2		모형 3		모형 4		모형 5	
	회귀계수	t-value	회귀계수	t-value	회귀계수	t-value	회귀계수	t-value	회귀계수	t-value
상수	2.269	3.13***	2.200	2.54**	2.351	2.57**	1.013	1.34	3.479	4.76***
CMDRAM	0.404	13.14***					0.310	8.54***		
TIME			0.051	4.04***						
ENTRY					0.128	1.57				
CMDOTHER							0.186	4.61***		
ZCMDRAM									0.735	8.44***
ZCMDOTHER									0.374	3.91***
ZCMDRAM x ZCMDOTHER									-0.008	-0.18
SCOPE	0.058	1.29	0.260	5.19***	0.338	6.7***	0.068	1.54	0.068	1.54
FABAGE	0.031	2.3**	0.071	4.57***	0.084	5.4***	1.015	1.15	0.015	1.15
WSIZE	0.0001	0.01	0.001	0.53	0.002	0.48	0.0001	0.04	0.001	0.08
LWIDTH	-3.710	-5.57***	-7.359	-10.46***	-7.796	-11.03***	-2.906	-4.32***	-2.877	-4.17***
MDRAMP	0.732	4.01***	1.571	7.66***	1.573	7.38***	1.116	5.68***	1.11	5.67***
수정된 R <sup>2</sup>	67.4%		54.5%		52.9%		69.1%		69.0%	
F값	133.73***		77.87***		72.93***		123.81***		108.06***	
표본수					385					

주: \*. 유의수준 <0.10, \*\*. 유의수준 <0.05, \*\*\*. 유의수준 <0.01.

중회귀분석 결과를 보여주고 있다. 먼저 설명변수로 Major DRAM의 누적생산량을 사용하는 연구모형 1에서는 수정된  $R^2$ 값이 67.4%를 보이고 있다. 즉, 이 회귀식이 종속변수인 수율을 설명하는 설명력은 67.4%이며, F값은 133.73으로 회귀식이 1% 유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. 설명변수인 CMDRAM의 계수는 양의 값을 가지며, t값은 13.14로 나타나 1%의 유의수준에서 종속변수와 유의적인 양의 상관관계를 가지는 것을 알 수 있다. 이는 Major DRAM의 누적생산량이 높아질수록 수율이 높아지는 것을 뜻하며, 첫 번째 가설인 「major DRAM의 누적생산량이 많을수록 높은 수율이 나타난다.」를 지지한다. 설명변수로 Major DRAM을 생산해온 기간을 사용하는 연구모형 2에서는 수정된  $R^2$ 값이 54.5%이다. F값은 77.87로 회귀식이 1% 유의수준에서 유의한 것으로 나타났다. 설명변수인 TIME의 계수는 양의 값을 가지며, t값은 4.04로 나타나 1%의 유의수준에서 종속변수와 유의적인 양의 상관관계를 가지는 것을 알 수 있다. 이는 Major DRAM을 생산한 기간이 길수록 수율이 높아지는 것을 뜻하며, 두 번째 가설인 「major DRAM의 생산해온 기간이 길수록 높은 수율이 나타난다.」를 지지하는 결과이다. 위의 두 결과를 종합해 볼 때, 반도체 제조 기업은 학습효과를 통해 원가 우위를 획득한다고 볼 수 있다.

연구모형 3은 각 세대의 DRAM생산에 착수한 상대적 순위를 나타내는 변수 ENTRY를 설명변수로 사용하고 있으며, 수정된  $R^2$ 값이 52.9%, F값은 72.93으로 회귀식이 1%의 유의수준에서 유의한 것으로 나타나고 있다. 예상과는 달리, 설명변수인 ENTRY의 계수는 종속변수와 유의적인 상관관계가 나타나고 있지 않다. 이는 다른 기업에 비해 해당세대의 DRAM 생산에 먼저 착수한 기업이

구매자의 높은 전환비용을 기대하고 선도자 우위의 입지를 유지하기는 어렵다는 것을 내포한다.

연구모형 4의 다중회귀분석의 결과에서는 설명변수 CDMRAM과 CMDOTHER의 계수가 모두 유의한 것으로 나타나고 있다. 이는 해당 기업의 수율은 타 회사의 누적생산량이 증가할수록 개선된다는 사실을 말하며, 학습의 파급효과가 존재함을 의미한다. 이 결과는 Irwin and Klenow(1994)의 DRAM 산업에서의 학습곡선과 학습의 파급효과에 대한 연구결과와 일치하고 있다. 한편, 변수 CDMRAM과 변수 CMDOTHER의 계수를 비교해 보면, CDMRAM의 계수는 0.310으로 CMDOTHER의 계수인 0.186보다 크게 나타나고 있다. 이는 학습의 파급효과가 존재하지만 완전하게 이루어지지 않으며, 기업내부에 전유적 학습으로 잔존한다는 주장에 대한 증거라고 할 수 있다.

연구모형 5에서는 Jarmin(1994)의 연구결과를 DRAM산업에 적용한다면, interaction term인 ZCDMDRAM \* ZCMDOTHER의 계수가 음의 값을 가질 것으로 기대하였다. 즉 선도 기업이라고 구분할 수 있는 기업의 경우에는 다른 기업으로부터 습득하게 되는 학습의 파급효과가 작게 나타날 것이기 때문이다. 하지만 결과는 통계적으로 유의적이지 않았으며, 기업의 누적 생산량 규모에 따라서 비대칭적으로 학습의 파급효과가 나타난다는 주장에 대한 증거를 찾지 못하였다.

## VI. 결론

본 연구에서는 반도체 산업에서 차세대 DRAM의 초기 생산이 학습기반의 원가경쟁력을 가지게

하는지 살펴보았다. 실증 결과 현재 시점의 주력 DRAM은 기업이 과거부터 현재시점까지의 누적 생산량이 많을수록 수율이 높게 나타났으며, 생산을 개시한 시점부터 현재까지의 기간이 길수록 수율이 높게 나타나고 있다. 수율이 DRAM의 원가를 결정하는 중요한 요소임을 고려하였을 때, 이와 같은 결과는 초기의 생산경험의 축적이 현재의 원가경쟁력을 획득하게 하는 요인이라는 점을 시사한다. 따라서 현재 생산하는 차세대 DRAM이 이후에 주력 DRAM이 되었을 때 높은 원가경쟁력을 가지기 위하여 초기단계의 낮은 시장성에도 불구하고 생산에 착수하는 전략적 의사결정의 유효성을 뒷받침하는 증거를 제시하여 준다.

한편, 새로운 세대의 DRAM 생산에 착수하는 기업 간의 상대적 진입순위는 이후의 원가경쟁력과 유의적인 관계가 나타나지 않고 있다. 이는 다른 기업에 비해 해당세대의 DRAM 생산에 먼저 착수한 기업이라도 반드시 구매자의 전환 비용이나 불확실성하의 구매자의 선택에만 의존한 경쟁력 획득은 어렵다는 것을 의미한다. 전략적인 측면에서 학습 효과와 학습의 파급효과는 동시에 고려되어야 한다.

학습의 파급효과와 관련된 실증 결과 DRAM 산업에서는 파급효과가 존재하는 것으로 나타나고 있다. 이러한 학습의 파급효과는 누적생산량 규모에 따른 기업군에 따라 비대칭적으로 나타날 것으로 예상하였으나 이에 대한 증거는 나타나지 않고 있다.

반도체 산업이 우리경제에 미치는 영향을 고려해 볼 때, 본 연구 결과는 반도체 산업의 원가전략 측면에서 다음의 시사점을 보여준다. 원가우위를 위해서 차세대 DRAM에 대한 초기 투자에 주력해야 할 것이며, 오랜 시간 축적된 생산 기술과 고급인력이 경쟁사에 누출되거나 이동되지 않기 위한 노력이

필요하다는 것이다.

본 연구의 한계점으로는 반도체 기업의 FAB에서는 DRAM을 비롯하여 플래시메모리와 같은 여러 제품군을 동시에 생산하고 있기 때문에 DRAM 생산에 할당되는 정확한 FAB의 조업도를 분리해 낼 수 없다는 점이다. 이러한 사업별 세밀한 원가 정보가 내부 자료라는 본질적인 한계점은 추후 실증연구에서 보완할 수 있기를 기대한다.

## 참고문헌

- 윤충한, 1998, "정보통신산업의 산업 조직론적 접근: 반도체 시장의 가격하락과 학습곡선," *산업조직연구*, pp. 89-108
- 이영훈, 김수영, 이관후, 이상우, 1995, "반도체 산업의 생산관리: 이론과 실제," *산업공학*, pp.73-87.
- 이철, 2004, "한국 반도체 산업의 국제 경쟁력 분석 및 산업 클러스터 발전 전략," *서강경영논총*, Vol.15, No.2, pp. 315-346.
- Alchian, A. (1963), "Reliability of Process Curves in the Airframe Production," *Econometrica*, 31 (4), 679-693.
- Argote, L (1990), "The Persistence and Transfer of Learning in Industrial Settings," *Management Science*, 36 (2), 140-154.
- Asher, H.(1956), *Cost-Quantity Relationships in the Airframe Industry*, Santa Monica, CA, The Rand Corporation.
- Bahk B.H. and M. Gort (1993), "Decomposing Learning by Doing in New Plants," *Journal of Political Economy*, 101 (4), 561-593.
- Boston Consulting Group. (1972), "Perspectives on Experience," *Technical Report*. Boston.

- Boston Consulting Group.(1974), "The Experience Curve Reviewed: Price Stability," *Technical Report*. Boston.
- Boston Consulting Group. (1978), "Cross Sectional Experience Curves," *Technical Report*. Boston.
- Brist L.E. and W.W. Wilson. (1997), "Economies of Scale, Markups and Learning by Doing in DRAM Markets", Working paper, University of Oregon, Mimeo, USA.
- Brown C. L. and J. M. Lattin (1994), "Investigating the relationship between time in market and pioneering advantage," *Management Science*, 40 (10), 1361-1369.
- Eaton, B. C. and R. Lipsey (1981), "Capital, commitment and entry equilibrium," *Bell Journal of economics*, 12, 149-158.
- Gruber, H.(1992), "The learning curve in the production of semiconductor memory chips," *Applied Economics*, 24, 885-894.
- Hatch, N. W. and D.C. Mowery (1998), "Process innovation and learning by doing in the semiconductor manufacturing," *Management Science*, 44 (11), 1461-1477.
- Hirsch, W.Z. (1952), "Manufacturing Process Function," *Review of Economics and Statistics*, 34 (2), 143-155.
- Irwin D. A. and P. J. Klenow (1994), "Learning-by-doing spillovers in the semiconductor industry," *The Journal of Political Economy*, 102 (6), 1200 -1227.
- Jarmin, R. S. (1994), "Learning by Doing and Competition in the Early Rayon Industry," *Rand Journal of economics*, 25 (3), 441-454.
- Johnson, R. N. and A. Parkman (1983), "Spatial monopoly, non-zero profits and entry difference: the case of cement," *Review of Economics and Statistics*, 65, 431-438.
- Klemperer, P.(1987), "Markets with consumer switching costs," *Quarterly Journal of Economics*, 102 (2), 375-394.
- Lieberman, M.B. (1984), "The Learning Curve and Pricing in the Chemical Processing Industries," *The Rand Journal of Economics*, 15 (2), 213-228.
- Lieberman, M.B. (1987), "The Learning Curve, Diffusion, and Competitive Strategy," *Strategic Management Journal*, 8 (5), 441-452.
- Lieberman, M. B. and D.B. Montgomery (1988), "First-mover advantage," *Strategic Management Journal*, 9, 41-58.
- Macher J. T. and D. C. Mowery (2003), "Managing learning by doing: an empirical study in semiconductor manufacturing," *The Journal of Product Innovation Management*, 20 (5), 391-410.
- Main, O. W. (1955), *The Canadian nickel industry*, Toronto, University of Toronto Press.
- Mansfield, E., M. Schwartz, and Wagner. (1985), "Imitation costs and patents: an empirical study," *Economic Journal*, 91, 217-223.
- Murthi, B. P. S., K. Srinivasan, and G. Kalyanaram (1996), "Controlling for observed and unobserved management skills in determining first-mover market share advantages," *Journal of Marketing Research*, 33, 329-336.
- Porter, M. E.(1984), "Strategic interaction: some lessons from industry histories for theory and antitrust policy," in R. B. Lamb (ed.), *Competitive Strategic Management*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 446-467.
- Rapping, L. (1965), "Learning and World War II

- Production Functions," *Review of Economics and Statistics*, 48 (1), 81-86.
- Robinson, W. T. (1988), "Sources of market pioneer advantages: the case of industrial goods industries," *Journal of Marketing Research*, 25, 87-94.
- Robinson, W. T., C. Fornell and M. Sullivan (1992), "Are market pioneers intrinsically stronger than later entrants?," *Strategic Management Journal*, 13 (8), 609-624.
- Schmalensee, R. (1982), "Product differentiation advantages of pioneering brands," *American Economic Review*, 72, 349-365.
- Shaw, R. W. and S. A. Shaw "Late entry, market shares and competitive survival: the case of synthetic fibers," *Managerial and Decision Economics*, 5, 72-79.
- Spence, A.M. (1981), "Learning Curve and Competition." *Bell Journal of Economics*, 12, 49-70.
- Urban G. L., T. Carter, and S. Gaskin (1986), "Market share rewards to pioneering brands: an empirical analysis and strategic implications," *Management Science*, 32 (6), 645-659.
- Wernerfelt, B.(1985), "Brand loyalty and user skills," *Journal of Economic Behavior and Organization*, 6, 381-385.
- Wernerfelt, B. (1986), "A special case of dynamic pricing policy," *Management Science*, 32, 1562-1566.
- Wernerfelt, B. (1988), "General equilibrium with real time search in labor and product markets." *Journal of Political Economy*, 96 (3), 821-831.
- Wernerfelt, B. and A. Karnani (1987), "Competitive strategy under uncertainty," *Strategic Management Journal*, 8, 187-194.
- Wright, T. P. (1936), "Factors Affecting the Cost of Airplanes," *Journal of Aeronautical Sciences*, 3 (4), 122-128.

## Learning Effects and Cost Leadership in Semi-conductor Industry

Jung Hee Lee\* · Young Hoon Lee\*\*

### Abstract

The primary object of this study is to examine the impact of learning effect on cost leadership in semiconductor industry. In semiconductor manufacturing, wafer fabrication (FAB) is the most complicated and important process, and is composed of several hundred process steps and involves several hundred machines. Therefore, the semiconductor fabrication usually aims to improve the wafer yield rate, which have been recognized as important factors to build core competences for semiconductor manufacture.

The key contributor to a learning curve driven by manufacturing efficiencies is also the improved wafer yield rate. Rapid yield-learning rate determines profitability because high yield leads to low unit costs and high profit margins.

This study, therefore, focuses on the output yield rate in the FAB process of Dynamic Random Access Memory (DRAM) to examine the association between learning effect and cost leadership.

We differentiate our study by using output yield rate as a proxy for cost and analyzing an individual firm's strategic decision by quarterly firm-level data. Data on FAB and DRAM was obtained from 'DRAM Supply and Demand Quarterly Statistics provided by Gartner Dataquest from 1996 to 2006, which included the 44 quarters. The sample firm included 22 firms operated worldwide.

Empirical results show that first mover firms with a greater experience of new generation DRAM can attain cost leadership when it becomes a major DRAM. The learning effect observed is that the yield rate of current major DRAM increases with accumulated output and product

---

\* Ph.D. Yonsei Business Research Institute, Seoul

\*\* KICPA, An-Jin Accounting Firm, Seoul, Korea

time. We find that price premium exists in a new generation DRAM. However, we do not find the relation between the relative entry order and cost leadership, which indicate that first mover advantage do not arise simply from buyer switching cost.

Our additional test results provide evidence of spillover learning effects. However, these spillovers are neither complete nor symmetric.

Key words: Learning Effect, First Mover Advantage, Spillover learning effect, Semiconductor industry, Cost leadership