

국가혁신체제와 산업혁신체제의 연계 : 한국 IT 산업혁신체제를 중심으로1)

대전발전연구원 과학기술정책담당
황혜란(hrhwang@djdi.re.kr)

1. 서론

혁신정책적 관점에서 보면, 전략산업의 선정과 육성이라는 과정은 산업혁신체제와 국가혁신체제의 관계를 어떻게 설정할 수 있을 것인가 하는 문제와 매우 밀접하게 연관되어 있기 때문에 이 두 가지 수준의 혁신시스템간의 연계문제에 대한 고려가 필요하다. 특정 국가의 국가혁신체제가 갖는 특성과 개별 산업에서의 산업혁신체제가 갖는 특성은 어떠한 관계를 가지고 있는 것인가? 산업혁신체제에서 요구하는 시스템적 특성만 갖추 수 있다면 해당 산업에서 해당 국가는 국제적 경쟁력을 갖추 수 있는 것인가? 등의 문제에 대한 검토는 각국의 전략산업 선정과 육성의 방향을 설정하는데 있어 매우 중요한 의미를 갖는다.

이 글은 국가혁신체제와 산업혁신체제가 어떻게 연계될 수 있는가 하는 문제를 한국의 정보통신분야 혁신체제 분석을 중심으로 시론적 수준에서 검토하고자 하는 목적을 가지고 출발하였다.

정보통신분야는 그간 한국의 산업발전을 선도해 온 분야이지만 산업내부를 보면 제품의 기술적 특성에 따라 성공과 실패의 사례가 비교적 단적으로 드러난다는 특징을 가지고 있다. 예를 들어 우리나라의 대표적 성공사례인 DRAM, TFT-LCD, CDMA 등과 더불어 상대적으로 성과가 미흡한 PC, SOC(System-On-Chip) 등의 대비되는 사례가 공존하고 있다. 따라서 동일산업 내에서도 왜 특정 제품군은 성공적 성과를 배태한데 반해 다른 분야에서는 전략적 자원배분이 이루어졌음에도 불구하고 상대적 취약성을 나타내는가 하는 문제의 탐구를 통해 국가혁신체제와 산업혁신체제가 어떻게 상호 연관되는지 분석해 보고자 한다.

2. 국가혁신체제와 산업혁신체제의 연계성 분석을 위한 개념틀

진화론적 관점에서의 산업연구는 혁신체제(innovation system)접근과의 접합에 의해 산업혁신체제(sectoral systems of innovation)론으로 발전해 나가고 있다. 파빗(Pavitt, 1984)과 말러바(Malerba, 2002; 2004)의 연구가 대표적인 것으로, 주로 산업의 다양성을 생산, 수요와 기술레짐, 혁신활동, 경쟁의 주요원천 등을 중심으로 규명하고자 하는 이론적 노력이 진행되고 있다.

1) 이 글은 2005년 1월 한국원자력연구소 주최로 열린 '국가혁신체제 이론과 적용' 워크숍에서의 발표문을 기초로 재구성한 것임을 밝혀드립니다.

산업혁신체제론이 갖는 정책적 함의는 개별 산업/제품은 기술적 레짐, 지식기반, 학습과정 등에서 각기 차이를 나타내며 따라서 혁신이 이루어지는 메커니즘과 혁신주체의 특성, 혁신을 지원하는 제도적 설계 등에서 차별적인 접근을 해야 한다는 것이다.

산업혁신체제와 국가적 수준의 혁신체제의 연계 관점에서 매우 흥미로운 경험적 사실은 개별 국가혁신체제의 특성에 따라 산업적 특화 현상과 산업적 성과의 차별성이 나타난다는 것이다. 이는 지역단위에서도 마찬가지로의 재생산 구조를 발견할 수 있다. 즉 개별 국가나 지역의 혁신시스템이 혁신활동에 매우 우호적인 것이라 할지라도 이것이 모든 산업부문에 일괄적으로 적용되는 것은 아니라는 점이다. 국제경쟁력의 관점에서 보면 국가별로 특정산업에 특화되어 있는 현상을 발견할 수 있다. 지역적 수준에서도 마찬가지로 절대적 경쟁우위를 가지고 있는 특정 산업에 특화하는 지역적 모자이크 현상이 나타나고 있으며 이러한 지역은 국가대표혁신클러스터로서 성장하는 경향성을 보인다. 이와 같이 국제경쟁환경 내에서 보여지는 각국별 산업특화 현상은 국가혁신체제와 산업혁신체제간에 특정한 연계관계가 존재하고 있음을 암시하고 있다.

산업혁신체제와 국가혁신체제간의 연관성을 이해하고자 하는 노력은 크게 두가지 방향에서 진행되어 왔다고 할 수 있다. 그 하나는 각 산업의 기술적 레짐(technological regime)은 지역이나 국가에 관계없이 동일한 기반을 가지고 있기 때문에 국가 혹은 지역간 차이점은 크지 않다고 보는 입장이다. 즉 각 산업의 기술적 지식의 기반과 학습과정의 패턴에 기초하여 볼 때 같은 산업부문에서는 국가나 지역별 차별성은 크게 나타나지 않으며 각국에서 나타나는 혁신패턴 및 혁신조직방식은 유사하게 나타난다는 것이다(Breschi, Malerba and Orsenigo, 2000). 이 경우 국가혁신체제의 패턴은 특정 산업부문이 해당국가에 자리잡을 때 보여지는 특성에 영향을 미친다.

이와 관련하여 산업혁신체제와 국가혁신체제의 관계에 대한 또 다른 측면의 접근은 산업시스템과 각국의 국제 경쟁력에서의 성과간의 연계에 대한 고려를 중심으로 이루어지고 있다. 모워리와 넬슨(Mowery and Nelson, 1999)의 연구에 따르면 각국의 산업시스템과 국제적 성과간의 관계는 국가의 제도 및 비기업 조직에 의해 매개되며, 특히 개별국의 국제경쟁력은 혁신역량을 보유한 기업의 존재, 기업간 상호연관, 발달된 비기업조직 및 제도의 존재에 의해 좌우된다고 파악하고 있다.

즉 국가혁신체제와 산업혁신체제의 연계에 관한 이상의 두 가지 연관된 논의를 요약하면 기본적으로 산업혁신체제를 구성하는 기술적 체계의 성격이 동일하게 적용되기 때문에 개별 산업부문(sector)을 놓고 볼 때 국가간 차별성보다는 유사성이 발견된다는 것이다. 그렇지만 개별 국가의 국제경쟁력 차원에서 특정 산업부문에서 차별적인 성과를 도출하는 것은 해당 국가가 혁신에 필요한 요소인 혁신적 기업, 기업간 연계, 진보된 형태의 제도 및 비기업조직 등의 혁신조직 및 제도적 요인들을 갖추었는가에 좌우된다고 보고 있다.

여기에서 우리는 한걸음 더 나아가 개별국가 혹은 지역단위에서의 산업적 특화현상에 주목하여 국가혁신체제와 산업혁신체제간의 관계를 탐구하고자 한다. 흔히 개별국의 특정산업 부문에서의 경쟁우위 현상을 발견할 수 있다. 예를 들어, 영국의 제약산업, 미국의 소프트웨어, 대만의 PC산업, 일본의 자동차 산업 등이 대표적으로 언급되는 사례이다. 최근 지역 단위에서도 동일하게 산업적 특화현상이 나타나고 있어, 흔히 글로벌 수준에서 경쟁력 있는 지역혁신클러스터의 출현에 따라 국가간 경쟁이 지역단위간 경쟁으로 비춰지고 있을 만큼 주목받고 있는 현상이다.

그러나 이러한 국가간 산업적 특화현상이나 지역혁신클러스터 연구들은 국가단위의 혁신체제구성에 의한 경쟁력 획득이나 지역적 단위의 혁신체제 구성이라는 측면에 초점이 맞추어져 연구되면서 국가 혹은 지역혁신체제와 산업혁신체제간의 연계 측면에 대해서는 상대적으로 활발한 연구가 진행되지 못하고 있다.

그러나 앞서 밝힌 바와 같이 국가나 지역단위에서의 산업적 특화 문제는 개별국 및 지역에서의 전략산업육성에 따른 성과창출이라는 측면에서 매우 중요성을 가지고 있는 문제이며, 국가나 지역단위에서의 혁신체제만으로 설명될 수 없는 고유의 산업특화적 변수를 지니고 있다는 점에서 경험적, 이론적 중요성이 매우 큰 문제이다.

이 글에서는 국가혁신체제와 산업혁신체제간의 선택적 친화성이 존재하며 이를 통해 국가 및 지역단위에서의 산업적 특화 현상이 나타나고 있음을 시론적으로 피력하고자 한다. 각국의 국가혁신체제를 구성하는 구성요소들은 혁신주체와 주체간 관계, 비기업조직 및 제도 등이며 해당국가가 보유하고 있는 연구자원 및 연구활동의 역사적 전개방식, 경제 및 사회제도의 특성에 따라 각기 다른 차별성을 지니고 있다. 특정 국가의 혁신성과에 대한 혁신체제론적 연구들은 혁신능력을 지닌 기업의 존재, 비기업조직 및 제도의 효과성, 경제사회적 제도의 혁신성 등 다양한 측면에서 연구되어 왔으나 산업적 특성과의 연관성에 대한 연구는 상대적으로 미흡했던 것이 사실이다.

거시적 관점에서는 프리먼과 페레즈 (Freeman & Perez,1988)의 연구에서 기술경제패러다임과 사회제도적 틀 간의 조응성에 의해 장기적 경제 변환과정에서의 개별국가의 혁신성과가 좌우된다는 이론이 제출되었다. 이는 산업체제관점에서, 기술경제패러다임의 핵심을 이루는 담지산업의 특성에 조응하는 사회제도적 틀, 즉 시스템을 갖출 때 해당 국가가 경쟁력을 확보할 수 있다는 것으로 재해석될 수 있다.

경험적인 차원에서 볼 때 현존하는 국가혁신체제 중 혁신활동에서 가장 우수한 성과를 나타내고 있는 미국과 독일의 경우조차도 산업부문에 따라 편차를 보이고 있는 것에서 이와 같은 국가혁신체제와 산업적 특화 간의 관계를 입증할 수 있다. 예를 들어 미국형의 경우 기초연구에의 강점, 혁신활동에 필요한 전문성을 지닌 인력이 유연하게 공급되는 외부노동시장의 발달, 전문기업간의 네트워크에 의한 새로운 지식 및 제품개발패턴 등의 시스템 특징을 가지고 있으며 이러한 특징은 소프트웨어, 모듈형 정보통신제품, 바이오산업에서 요구하는 혁신체제와 부합되면서 두드

러진 성과를 나타내고 있다. 반면 독일형은 개발 및 생산과정에서 누적적으로 축적된 능력이 기술혁신의 원천으로 작용하며 기업내부에서 축적된 능력을 바탕으로 하는 내부노동시장의 발전 등의 제도적 기반을 바탕으로 자동차, 공작기계 등의 규모 집약형 산업에서 우수한 성과를 나타내고 있다²⁾.

요약하면 단위 산업에서의 혁신체제가 보편성을 가지고 있다고 하더라도 각국의 국가혁신체제의 특성과의 상호작용을 통해 성공적으로 안착할 수 있는가 여부가 영향을 받으며 이것이 결과적으로 국가별 산업적 특화현상으로 나타나게 된다고 볼 수 있다. 즉 산업혁신체제와 국가혁신체제간에서 특정시점에서의 선택적 친화성이 존재하고 있다는 것이다. 그러나 진화론적 입장에서 이와 같은 특정시점의 혁신체제간 선택적 친화성은 해당국가나 산업단위에서의 기술 및 경쟁환경의 변화에 따라 동태적인 변화(dynamic transformation)과정을 겪을 수 있다는 점도 고려되어야 할 것이다.

3. 한국 정보통신산업의 경쟁력과 제품별 차별성

정보통신산업이 한국경제에 갖는 중요성은 매우 크다고 할 수 있다. 정보통신 산업이 전체 GDP 대비 비중이 2003년 기준 36%에 이르고 있고³⁾ 정보통신산업의 생산액 기준 연평균 성장률이 21%(1998~2003)에 이를 만큼 급속한 성장과 국민경제에의 영향력이 증가하고 있음을 알 수 있다. 특히 DRAM, TFT-LCD, CDMA와 같이 글로벌 경쟁력을 가진 제품군에서의 약진과 그간의 산업기술 발전을 기반으로 기초연구 능력의 확장 등이 일어나고 있는 점 등 혁신능력의 확대 측면에서 긍정적인 평가를 내릴 수 있다.

기술경쟁력 측면에서는 미국특허를 분석해 보았을 때 반도체제조과정, 정보기억장치, 디스플레이 분야 등의 분야에서 특허출원이 집중되고 있어 한국이 산업경쟁력을 보유하고 있는 분야에서 기술경쟁력도 함께 증가하고 있음을 알 수 있다(<표 1> 참조). 또한 기초연구에 있어서도 SCI(Science Citation Index) 논문 출판 건수를 중심으로 분석해 보았을 때 반도체 관련 기초연구, 디스플레이관련 기초연구 분야에서 두각을 나타내고 있어 산업경쟁력이 확보된 분야를 중심으로 기초연구능력의 심화(deepening) 현상이 나타나고 있음을 알 수 있다(<그림 1> 참조).

즉 기술경쟁력 및 기초연구에 있어 특정 분야에의 집중현상이 나타나고 있음을 알 수 있다. 이러한 분야별 경쟁력 편차는 다음 <그림 2>에서 나타나는 바와 같이 반도체 메모리제품, 디스플레이, 이동통신단말기, 컬러TV 등의 제품군에서는 세계시장점유율이 매우 높게 나타나는 반면, 컴퓨터, 인터넷장비, 비메모리제품, 소프트웨어 등의 분야에서는 낮은 성과를 보이고 있다. 즉 정보통신산업내에서도 특정 기술특성을 가지고 있는 제품군에서는 성공적 성과를 도출하고 있는데 반해 그렇지 못

2) Coriat and Weinstein (2004); 송위진 외(2004)

3) Jee, KY (2004)

한 제품군 또한 병존하고 있음을 알 수 있다. 우리는 이하에서 이러한 경향성을 통합형 제품군과 모듈형 제품군이라는 분류를 통해 보다 더 심층적으로 분석해 보도록 하겠다.

<표 1> 미국특허출원을 통해 본 한국의 기술경쟁력

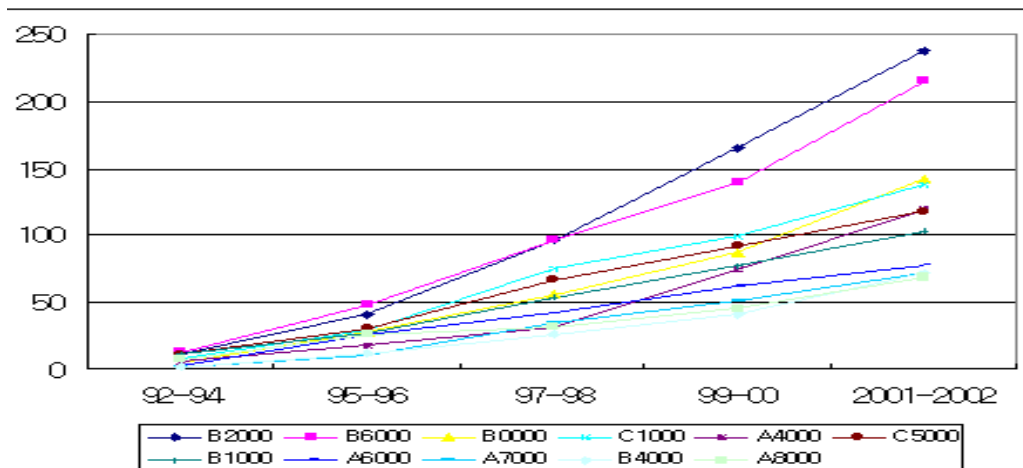
Leading technological activities: Korea

Rank	Class	1997(no, %)	Class	1999(no, %)	Class	2001(no, %)	Class	2002(no, %)
1	438	177 9.08	438	296 8.17	438	455 12.58	438	486 12.57
2	365	120 6.16	365	207 5.71	365	217 6.00	257	209 5.41
3	348	89 4.57	257	182 5.02	257	148 4.09	365	194 5.02
4	369	66 3.39	348	104 2.87	327	102 2.82	349	112 2.90
5	257	61 3.13	62	93 2.57	345	100 2.77	370	105 2.72
6	360	56 2.87	327	79 2.18	375	88 2.43	345	102 2.64
7	375	43 2.21	375	77 2.13	349	85 2.35	369	96 2.48
8	386	43 2.21	399	75 2.07	348	83 2.30	313	86 2.23
9	359	41 2.10	369	73 2.01	455	76 2.10	455	78 2.02
10	430	35 1.80	360	68 1.88	369	75 2.07	327	70 1.81
Top 10 Total		731 37.51	-	1254 34.61	-	1425 39.52	-	1538 39.79
Total		1949 100	Total	3621 100	Total	3616 100	Total	3865 100

Class description: 438(Semiconductor manufacturing process), 505(Static information storage and retrieval), 257(Active Solid state Device), 348(Liquid crystal cells, elements and systems), 370(Multiple communications), 359(Dynamic information storage and retrieval), 349(Televisions), 360(Dynamic magnetic information storage or retrieval)
 Source: US PTO database

자료: Chung & Hwang(2003)

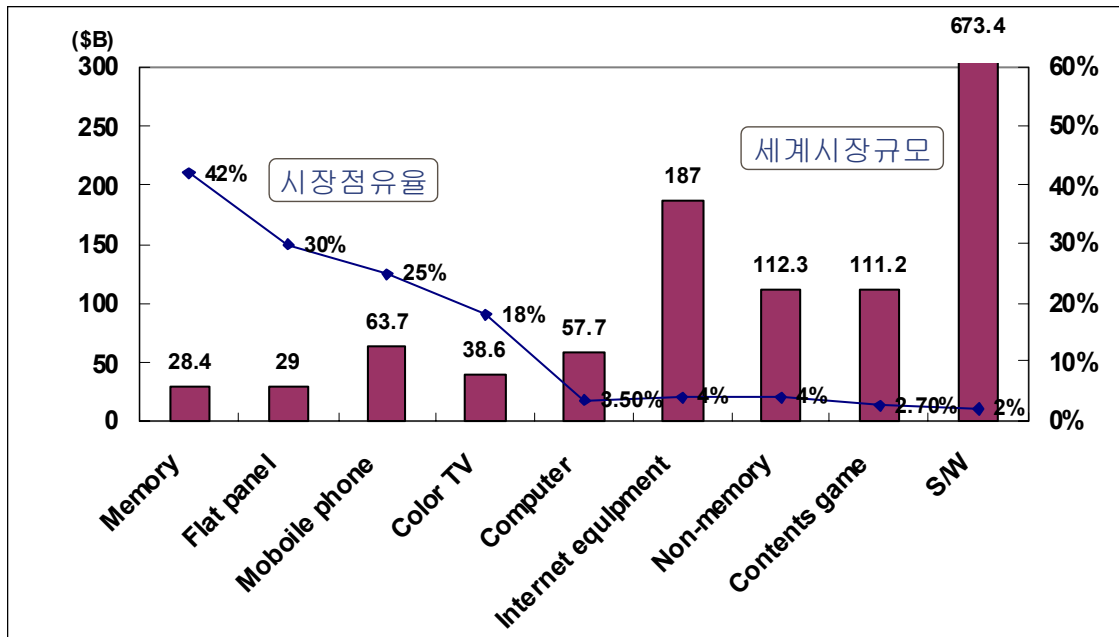
<그림 1> SCI 논문 출판건수를 중심으로 본 한국의 공학분야 기초연구능력



* 분류: B2000: Components, electron device and materials; B6000: communications ; B0000:ENG. math and material science; C1000:system and control theory; A4000:phenomenology Fundamental ; C5000:computer hardware; B1000: circuit theory and circuit.; ; A6000:condensed matter: structure, thermal and mechanical property ; A7000: condensed matter: electronic structure, electrical, magnetic and optical B4000:optical materials and applications

자료: Chung & Hwang(2003)

<그림 2> 정보통신 제품군별 경쟁력 현황



자료 : Jee, K.Y.(2004)

4. 한국 정보통신산업의 혁신체제 분석

1) 통합형 제품군과 모듈형 제품군

최근 기술경영연구의 하나의 조류로서 제품설계구조에 따라 제품군을 분류하고자 하는 시도를 발견할 수 있다. 제품설계구조(product architecture)는 제품의 성능을 구성하는 개별 기능들의 연관성과 상호작용으로 정의할 수 있다(Ulrich, 1995). 제품설계구조가 중요성을 갖는 것은 설계구조의 기술적 특성이 혁신과정과 생산시스템 구조에 갖는 영향이 크기 때문이다 (Chen & Liu, 2004). 즉 설계구조의 특성에 따라 제품개발기업에서의 개발방식과 내부구조의 구성이 영향을 받는다는 것이다.

제품설계구조에 대한 분류는 다양한 방식이 있을 수 있으나 기능과 부품간의 관계에 따라 크게 통합형(integral)과 모듈형(module)으로 나누어 볼 수 있다. 통합형 설계구조는 기능적 요소와 물리적 부품간의 복잡한 연결(mapping)구조를 가지고 있으며 부품들간의 밀접한 연관을 맺은(coupled) 인터페이스를 갖는다는 특징을 가지고 있다. 즉 부품간 통합도가 높고 상호의존성이 높다는 것이다. 따라서 통합형 설계의 경우 제품변화에 있어서는 기능상 변화가 다수 부품의 변화를 초래하고 통합된 부품생산과정을 통해 제품의 다양성을 추구할 수 있다는 특징을 갖는다. 이와 같은 기술적 특성은 기업내부, 혹은 사용자-공급자 관계측면에서 볼 때는 설계와 제조부문간의 긴밀한 조정이 필요하게 된다. 대표적인 산업의 사례로는 시스템제품의

경우 자동차, 선박 등을 들 수 있고 부품의 경우에는 DRAM, TFT-LCD 등 설계와 제조간의 긴밀한 연계와 일괄공정의 특성을 갖는 제품이 통합형 구조의 범주로 분류될 수 있다.

모듈형 설계구조는 기능요소와 물리적 부품간의 일대일 연결구조(one-to-one mapping)를 가지고 있으며 상대적으로 적은 부품으로 구성되고 기본단위(building block)의 변화로 다양성을 추구하기가 용이하다는 특징을 가지고 있다. 대부분 모듈형 제품의 경우에는 산업표준에 따른 인터페이스가 정해져 있으며 흔히 개방적인 특징에 따라 부품간 관계가 느슨하게 결합(de-coupled)되어 있다고 볼 수 있다. 즉 단일 부품의 변화만으로도 기능변화, 제품세대의 변화가 가능하다는 것이다. 이러한 기술적 특징은 설계와 제조활동이 분리될 수 있는 가능성이 많고 가치연쇄(Value-chain) 측면에서 특화와 분업이 가능하다는 것을 의미한다.

이상을 요약하면 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 통합형 제품구조와 모듈형 제품구조의 비교

	통합형	모듈형
정의	기능적요소와 부품간의 복잡한 mapping	기능요소와 부품간의 일대일 mapping
사례	자동차, 선박, DRAM, TFT-LCD	PC, 오디오시스템, SOC
제품변화	기능상의 변화가 다수 부품의 변화 조래	단일 부품의 변화만으로도 기능변화, 제품세대 변화 가능
제품 다양성	유연한 부품생산 과정 없이는 다양성 추구가 불가	상대적으로 적은 부품의 구성 block의 변화로 다양성 추구
부품 표준화		부품표준화가능 산업표준에 따른 인터페이스
제품개발 경영	설계/제조간 긴밀한 조정필요	설계/제조 분리 가능, 특화와 분업 가능

자료: Ulrich(1995)에서 일부 수정

2) 정보통신 분야에서의 한국혁신체제 : 통합형 vs. 모듈형

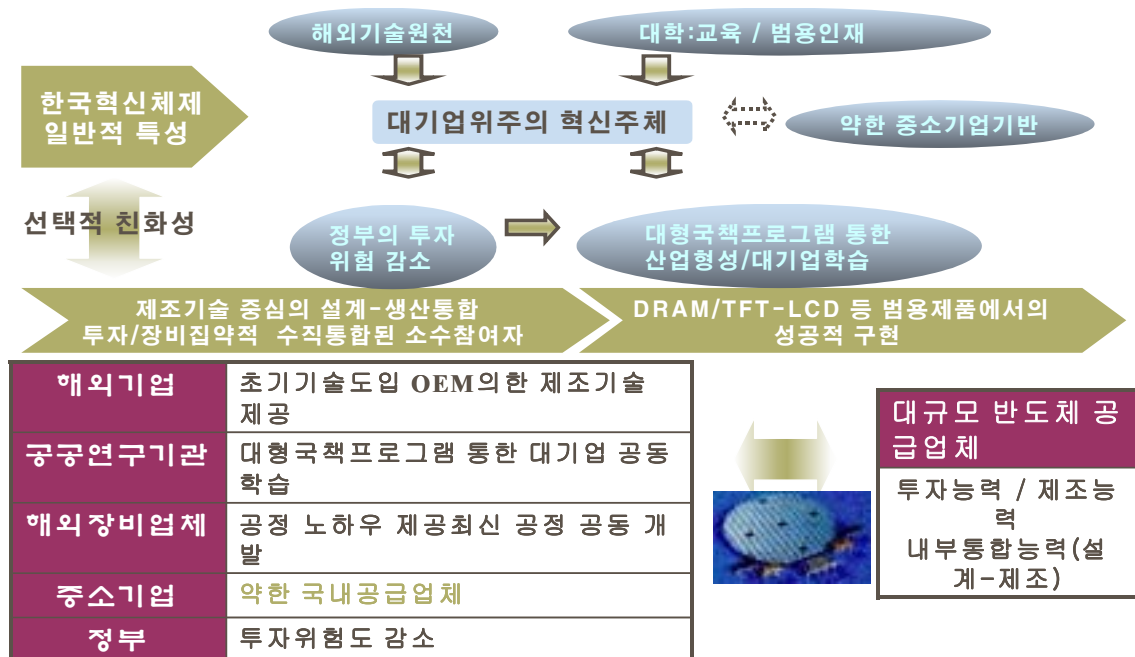
우리나라 정보통신 분야의 발전과정 중 중심적 위치에 있는 반도체 산업을 보면 대표적인 성공사례인 DRAM(Dynamic Random Access Memory)와 현재 새로운 전략산업으로 집중하고 있는 SOC(System-on-a-chip)의 경우에 매우 큰 성과상의 차이를 발견할 수 있다.

DRAM 제품의 경우 대표적인 통합형 제품구조로 이해할 수 있다. DRAM 제품의 설계 진화의 경로는 극소화(miniaturization)와 통합에 초점을 맞추고 있으며 제조과정에서는 일괄공정을 필요로 하고 있어 공정 각 단계간의 통합이 매우 중요한 경쟁우위 요소로 작용하고 있다. 설계 경로는 공정기술의 진보와 맥락을 같이 하기 때문에 설계기술과 공정기술의 밀접한 결합이 DRAM 기술진화의 가장 큰 특징이라고

할 수 있다. 즉 설계활동 자체가 생산가능성(manufacturability)을 염두에 두고 수행되어야 하며 실제 제조공정에 들어가서도 지속적으로 공정기술과의 연관 하에 설계의 변용이 뒤따라가는 형태로 제품개발이 이루어진다. 이러한 기술적 기반은 DRAM 제품에서의 혁신체제의 특성에 중요한 결정요소의 하나로 작용하고 있다.

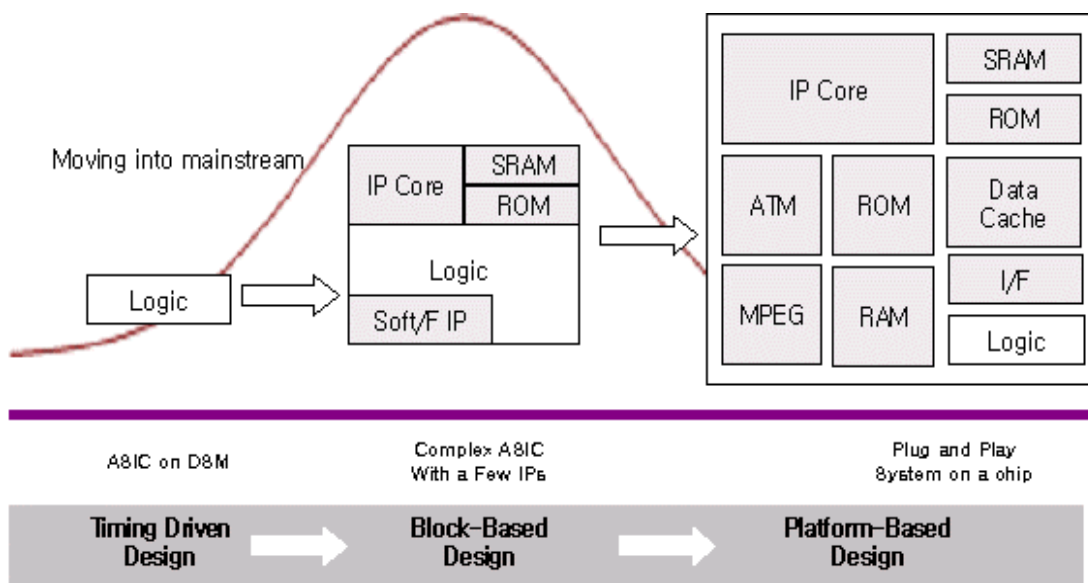
DRAM제품군에서의 혁신체제는 제조능력을 중심으로 한 기업내부의 지식창출 고리를 만드는 통합과정, 특히 설계 부문과 생산 부문간의 긴밀한 연계관계의 형성이 중요한 혁신의 원천으로 작용한다. 기업간 관계의 측면에서도 제조능력을 중심으로 장비공급업자와 제조업체간의 연관관계 형성을 통해 최신 공정기술을 개발하는 것이 혁신활동에 있어 중요한 비중을 차지한다. 이에 반해 메모리 제품은 범용성을 가진 제품으로서 수요자와의 관계가 미치는 영향은 상대적으로 적다고 할 수 있다.

이러한 DRAM 제품군에서의 제품구조 및 기술적 특성은 한국 혁신체제가 갖는 특성과 선택적 친화성을 갖는 것으로 파악할 수 있다. 우리나라는 제조능력에 강점을 가지고 있는 수직통합형 대기업이 주도하는 혁신체제로서 기술원천은 해외기업으로부터의 도입에 의존하여 제조부문을 중심으로 빠른 기술적 추격을 달성해 온 것이 시스템 강점이라고 할 수 있다. DRAM 개발에 있어 이러한 한국 혁신체제의 특성은 매우 성공적으로 구동되었다고 할 수 있는데 기업내부적으로 볼 때는 제조 부문과 설계부문과의 긴밀한 조직적 통합, 장비업체와의 지속적 관계를 통한 공정 기술부문에서의 첨단기술 공동개발 등이 결정적인 경쟁우위로 작용한 것으로 분석되고 있다 (Hwang, 1998). 이를 요약하면 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 한국 혁신체제와 DRAM 제품군 혁신체제의 선택적 친화성

이에 반해 1990년대 중반 이후 전략제품군으로 육성되고 있는 SOC의 경우 매우 다른 기술적 특성과 성장패턴을 보여주고 있다. 다음 <그림 4>에서 나타나는 바와 같이 SOC 제품은 각기 다른 기능적 요소를 가지고 있는 단위(block)들의 집적이라고 볼 수 있다. 예를 들어 하나의 칩안에 마이크로프로세서, 메모리, 시스템 어플리케이션 칩 등을 집적한 것으로 시스템이 요구하는 대부분의 기능이 하나의 칩으로 구현되는 것을 의미한다. 즉 각각의 기능적 요소를 구현하는 단위(block)들의 배열에 따라 각기 다른 시스템에 장착되어 성능을 구현할 수 있는 SOC 칩이 완성되는 모듈적 특성을 가지고 있다.



<그림 4> SOC 제품의 기술진화 방향

자료: Cadence Design Systems, 2001.10

SOC 제품군에서의 혁신체제는 다른 모듈형 제품의 혁신체제와 마찬가지로 다양한 혁신주체들간의 느슨한 연계(loosely coupled linkage)에 의해 구성되고 있다. 혁신참여자들은 전문설계업체(Fabless), IP 제공업체, 칩의 가공과 생산만을 담당하는 생산전문업체(Foundry), 대규모 시스템 IC 전문공급업체 등이 포함되어 있다. 시스템 업체의 요구가 다양화, 고성능화, 전문화되어 감에 따라 ASIC 기술 및 시스템 요구 기능별로 분화된 전문설계업체들과 IP 제공업체들이 분화되고 있다. 전문 설계업체들은 디자인 서비스 및 부품의 공급, 컨설팅 서비스 등의 활동을 제공하며, IP 제공업체⁴⁾들은 IP 코어, 즉 표준화된 재이용가능 설계블록을 라이선싱하는 업체

4) IP 제공업체에는 마이크로프로세서와 같은 주요 제품의 핵심 코어를 제공하는 선마이크로일렉트로닉스나 모토롤라 같은 대규모 업체로부터 각 전문 기능별 설계 블록을 제공하는 소규모 업체에 이르기까지 다양한 분포로 구성되어 있다. 전문설계업체의 서비스 내용이 디자인 서비스 뿐 아니라 컨설팅, 마케팅, 부품 완제품 공급, 최적화된 공정 제공에 이르기까지 광범위한 반면 IP 제공업체는 자신의 기술력의 결집인 지적재산권에 대한 라이선싱과 개발 툴의 제공을 주요한 서비스 내용으로 하는 특징을 가지고 있

이다. 설계전문기업들은 주로 가공생산업체와의 합작투자, 전략적 제휴, 관계적 계약관계(Relational contract) 형성 등에 의해 안정적 생산기반을 확보하고 있다. 가공생산업체들 중에는 특히 아시아계열의 전문생산업체들이 두각을 나타내고 있어 대만의 UMC, TSMC, 싱가포르의 Chartered Semicondustor 사 등이 활동하고 있다.

SOC 제품군에서의 혁신원천으로서 이러한 설계능력을 중심으로 다양한 혁신참여자와 자원을 효과적으로 활용할 수 있는 조정능력(Co-ordination capability)이 중요성을 가지고 있다. 기업 측면에서 볼 때 가치연쇄 상 모든 단계별로 전문분화되어 각각의 혁신주체들간의 조정능력을 통한 외부자원의 통합(external integration)이 중요한 의미를 갖는다. 예를 들어 수요업체인 시스템업체와 설계업체간의 상호작용이 중요한 혁신의 고리를 이루며 이들을 중심으로 한 혁신과정에서 IP 제공업체와의 관계형성이나 IP 라이브러리 구축을 통한 개별 기능 블록의 확보가 제품경쟁력에 중요한 의미를 갖는다. 설계 전문업체와 가공 생산 전문업체간의 전략적 제휴를 통한 안정적인 생산기반의 확보 또한 경쟁요소의 하나로 작용한다. 즉 다음 <그림 5>에 나타난 바와 같이 핵심능력에 근거한 전문분화된 기업들 간의 관계형성을 통한 제품의 다양성 및 빠른 제품개발력이 경쟁의 원천이 된다.



<그림 5> 반도체 산업에서의 기업활동의 분화와 핵심능력

DRAM제품군에서의 혁신체제와 SOC 제품군에서의 혁신체제는 다음 <표 3>에서 요약된 바와 같이 혁신의 주요 고리, 핵심능력, 공공부문의 역할 등의 측면에서 차별성을 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

다. 이러한 IP제공업자의 영향력 증대는 SOC 경향과 밀접한 관련이 있다. 시스템의 다양한 기능을 하나의 칩에 장착하고자 하는 SOC 경향에 따라 하나의 칩에 다양한 기능 블록들이 통합되고 이 블록들은 모듈적인 특성을 지니게 됨에 따라 개별 설계 블록들을 공급하는 IP 제공업체의 성립기반이 확대되는 것이다.

<표 3> 메모리 제품과 SOC 제품군에서의 혁신체제 비교

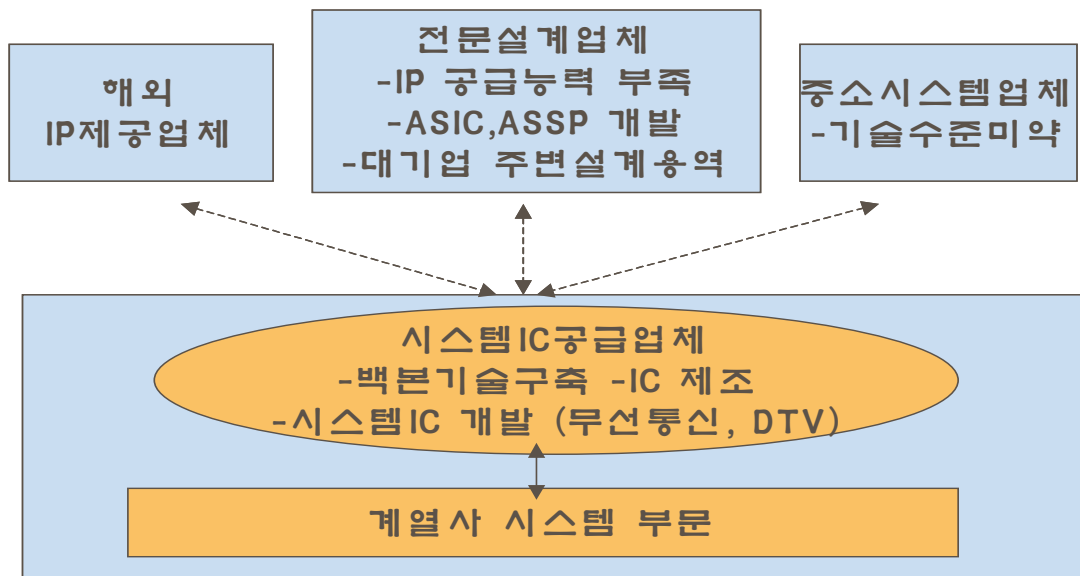
	메모리제품	시스템 IC 제품
시장참여자	수직통합 전자업체, 전문대기업, 장비, 재료공급업체	전문설계업체, IP가공업체, 가공 생산/조립전문업체, 전문대기업,
경쟁환경및 핵심능력	기능적으로 수직통합된 대기업 중심 : 투자/생산능력	기능적으로 분화된 전문기업간 상호작용: 설계, 조정능력
기술/경쟁 환경 변화	경쟁구도의 과점화 제품고성능화, 커스텀화	System-on-chip화
혁신의 주요고리	기업내 설계와 생산간 통합, 사용자-생산자관계, 전략제휴	설계환경 중심으로 다양한 혁신 참여자간 조정
공공부문 역할	투자위험도 감소 대기업간 공동학습의 장 마련	기술인력 양성 전문기업군 육성위한 창업지원 지적재산권 제도

이러한 SOC 제품군에서의 혁신체제는 한국혁신체제의 특성과 어느 정도의 부정합 현상을 보이고 있는 것으로 판단된다. 한국 주요 반도체 기업들이 1990년대 중반 이후 SOC 산업의 중요성을 인식, 주요 전략제품군으로 육성하고자 하는 의지를 가지고 있음에도 불구하고 아직 뚜렷한 성과를 보이고 있지 못한 것은 부분적으로 통합형 혁신체제의 특성과 모듈형 제품군과의 부정합에 기인한 것으로 보인다. 한국에서의 SOC 제품군의 혁신체제는 다음 <그림 6>에서 요약된 바와 같이 대기업과 일부 설계전문기업의 참여로 진행되고 있으며 대기업이 D-TV나 자사 전자업체에서 수요로 하는 SOC 제품을 생산하기 위해 계열사 시스템 부문과 협력하여 제품을 개발하는 형태를 나타내고 있으며 설계전문기업군 및 IP 제공업체 풀이 매우 취약한 산업구조적 특성을 보이고 있다. 이는 과거 성공적으로 구동되었던 통합형 혁신체제가 모듈형 제품구조에서도 재생산된 형태로서, 이것이 모듈형 혁신체제와의 부정합 현상을 일으킨 것으로 파악할 수 있다.

5. 한국 정보통신산업 분야 혁신체제 고도화의 과제

이상에서 국가혁신체제와 산업혁신체제간의 선택적 친화성 문제를 한국의 정보통신 산업을 중심으로 시론적인 수준에서 살펴보았다. 그렇다면 이러한 혁신체제간 선택적 친화성 경향은 정보통신산업 혁신체제 고도화 측면에서 어떠한 정책적 함의를 가지고 있는 것일까? 혁신체제 고도화 방안을 얘기하기에 앞서 선결적으로 논의되어야 하는 두 가지 측면을 살펴보도록 하겠다.

우선 통합형 제품과 모듈형 제품의 중요성에 대해 판단할 필요가 있다. 모듈형 제품군이 특정 제품군에 한정된 것인가 아니면 정보통신제품의 주요한 기술진화의 방향인가 하는 문제도 중요하게 고려해 보아야 하는 문제로 판단된다. 만약 모듈형 제품구조로의 변화가 주요한 기술진화의 방향이라고 본다면 한국형 혁신체제의 이행(transformation)을 위한 많은 노력이 뒤따라야 할 것으로 예상할 수 있다.



<그림 6> 한국에서의 SOC 제품군 혁신체제

두 번째 혁신체제의 패러다임 이전(shift)에 대한 대응전략 측면이다. 여기에서는 이전의 성공적인 패러다임에 근거하여 핵심능력에 기반한 다변화 전략을 추구할 것인가? 아니면 새로운 패러다임으로의 이전을 위해 조직 및 제도, 시스템의 설계를 새롭게 할 것인가의 문제에 대한 광범위한 논의와 혁신주체간의 합의가 필요할 것이다. 이 두 가지 문제는 매우 다양한 변수들을 고려해야 하는 복잡한 문제이며 본 소고를 통해 해결하기에는 벅찬 과제라 할 수 있다.

다만 우리는 최근 정보통신부에서 추구하고 있는 성장전략을 통해 한국 정보통신 혁신체제 고도화 방안에 대한 힌트를 얻을 수 있을 것으로 본다. 최근 정보통신부는 839전략을 통해 우리나라 정보통신산업의 고도화를 꾀하고자 노력하고 있다. 839전략이란 8대 서비스, 3대 인프라, 9대 신성장산업의 육성을 의미한다. 여기에서 9대 신성장 분야에는 차세대 이동통신, 디지털 TV, 홈 네트워크, IT SOC, 차세대 PC, 임베디드 SW, 디지털콘텐츠, 텔레매틱스, 지능형 로봇 등의 분야가 포함되어 있다. 이상의 분야를 통해 우리가 짐작할 수 있는 것은 미래 전략육성 분야의 성격이 프론티어형, 모듈형, 복합형으로 요약될 수 있다는 점이다.

프론티어형, 모듈형, 복합형 혁신체제 구축을 위해서는 기존의 통합형 한국 혁신체제로 부터의 조직 및 제도의 재설계를 위한 다각적인 노력이 필요할 것이다. 다음의 몇가지 예시를 통해 시스템 재설계를 위한 단편적인 방향을 제시하면서 본고를 마무리 하려 한다. 첫 번째, 글로벌 호환성(interoperability)에 근거한 인터페이스 및 표준화 전략, 두 번째, 프론티어 제품군에서 요구되는 산업특수적 기술기획력, 세 번째, 글로벌 시장과의 밀착성을 위한 글로벌 마케팅, CTO(Chief Technology Officer) 제도의 활성화, 네 번째, 모듈형 지식창출 구조의 기반이 되는 지적재산권 문제, 다섯 번째, 전문기업군 육성을 위한 창업지원 제도의 정비와 기업의 외부자원 통합능력의 배양, 여섯 번째, 대학에서의 프론티어 기술을 선도할 수 있는 아키텍처

담당 인력군의 양성 및 기업가형 공학인력의 양성 등이 그것이다.

[참고문헌]

신태영, 황혜란(1999), 한국 반도체/컴퓨터 산업의 혁신체제의 진화과정 및 개선방안, 과학기술정책연구원.

Bo Carlson(1995), *Technological Systems and Economic Performance: The case of Factory Automation*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Breschi, S., Malerba, F., & Orsenigo, L.(2000), Technological regimes and Schumpeterian patterns of innovation, *Economic Journal* 110, pp. 338-410.

Chen, K-L and R-J Liu(forthcoming), "Interface strategies in modular product innovation", *Technovation*.

Choung, J-Y. & H-R Hwang(2003), "The accumulation of basic research capabilities in developing countries : the Korean case", A Conference in honour of Keith Pavitt, University of Sussex, pp. 13-15 November 2003.

Coriat B. & Weinstein, O.(2004), "National Institutional Frameworks, Institutional Complementarities and Sectoral Systems of Innovation" in F. Malerba(ed.), *Sectoral Systems of Innovations*, Cambridge University Press.

Freeman(1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Pinter Publisher.

Freeman & Perez(1988), "Structural Crisis of Adjustment: Business Cycles and Investment Behavior", in Dosi et al.(eds.), *Technical Change and Economic Theory*, London and New York: Pinter and Columbia University Press.

Hobday(1998), "product complexity, innovation and industrial organisation", *Research Policy* 26, pp. 689-710.

Hwang, H. R.(1998), *Organisational capabilities and organisational rigidities of Korean Chaebol*, D, Phil thesis in Univ. of Sussex.

Jee, K. Y.(2004), A case study on Korean broadband diffusion model, International Conference on Broadband, Portugal, Feb. pp. 4-6.

Lundvall(1993), *National Systems of Innovation*, Frances Pinter, London.

Malerba, F.(2002), "Sectoral systems of innovation and production", *Research Policy* 31, pp. 247-264.

Mowery & Nelson(1999), *The Sources of Industrial Leadership*, Cambridge University Press, Cambridge.

Nelson & Rosenberg(1993), "Technical innovation and national systems", in Nelson, R(ed), *National Innovation Systems*, Oxford University Press, Oxford.

Pavitt(1984), Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a

theory, *Research Policy* 13, pp. 343-373.

Ulrich, K.(1995), "The role of product architect in the manufacturing firm",
Research Policy 24.