

R&D 투입과 성과간의 시간지연 분석

이재하*

Abstract

This paper starts out by reviewing the literature that in different ways utilizes patent data as a output of R&D investment. The main focus, however, is an analysis of time-lag between R&D input and output.

To achieve this research objective, the basic data associated with the R&D input(expenditure, researchers) and output(patent, utilities) for the past 15 years, from 1980 to 1994, in the areas of electrical-electronic, machanical and chemical industries have been collected.

And the raw output data were altered it to objective data using Laspeyres approach and analyzed using multiple regression analysis, especialy stepwise regression analysis.

The result of this study can be summarized as follows:

a) The time-lag between R&D input and output is from 1 to 4 years.

This result is equal to the research conclusion of the existing foreign studies.

b) It was found that the time-lag of patents was longer than of utility models.

c) It was showed that the time-lag of electrical-electronic, machanical industry was longer than the chemical one.

1) 남서울산업대학교 경영학과

1. 서 론

R&D투입이 실행되고 얼마후에 얼마만큼의 성과가 나타날 것인가에 대한 관심은 R&D투입의 규모가 커질수록 더욱 증대되어 왔다. 이 때, R&D성과 또는 R&D생산성을 측정하기 위해서 먼저 투입과 산출간의 時間的 遲延(time-lag)을 정확히 포착하는 일이 선행과제라 할 수 있다.

일반적으로 特許나 實用新案과 같은 R&D의 直接成果는 물론 特定 技術開發이나 製品開發 나아가 시스템개발에 이르기까지 R&D투입의 효과나 성과는 일정한 시간이 지난후에 나타나므로, R&D투입이 성과로 연결되기까지 時間的 遲延이 발생됨은 필연적이다. 더구나 R&D의 성과물에 따라서 투입과 성과간에 각기 다른 時間差가 존재하기 마련이다. 때문에 이에 대한 정확한 정보는 향후의 투자전략설정에도 유용한 자료로써 활용가능함으로 時間差의 문제를 다룸에 있어 더욱 신중함이 요구된다.

본 연구는 우리나라 주요 제조산업을 중심으로 2차 data를 근거로 R&D투입(비용과 인력)과 R&D일차성과인 특허(실용신안 포함)간의 時間差 分析에 초점을 맞추고 있다. 본 연구는 총 5절로 구성되어 있다.

2절에서는 기존연구에 대한 검토를 행하고, 3절에서는 분석의 틀로써 분석자료에 대한 설명과 처리방법에 대하여 살펴본다. 4절에서는 분석결과에 대한 해석을 행하고, 마지막으로 5절에서는 연구결과의 요약과 함께 향후 연구의 방향을 제시하고자 한다.

2. 기존연구의 검토

時間差에 대한 연구는 주로 매출액이나 수익 등과 같은 간접성과와 R&D투입요소간의 時間差 研究가 중심을 이루어 왔고, 이에 비하여 特許나 實用新案 등과 같은 直接成果를 대상으로 한 연구는 상대적으로 미약한 편이었다. 본 연구에서는 직접성과인 특허와 R&D투입과의 관계에 초점을 맞추고 있는 바, 이와 관련한 기존연구들을 살펴보면 아래와 같다.

(1) Scherer(1965)의 연구에서는 미국의 448기업(1955년)을 대상으로 R&D종사자수와 특허등록건수간에 시간차를 조사한 결과, 투자 4年후에 성과로 나타나고 있음을 보여주고 있다.

(2) Comanor와 Scherer(1969)는 미국의 제약산업을 대상으로 특허출원건수와 연구자수, 매출액 등 이들간의 관계를 검토하는 연구에서 특허건수 전체에 대한 출원에서 등록까지의 기간을 평균하여 그 결과, 시간차를 3년으로 적용시켰다.

(3) Saito(1987)의 연구에서는 일본의 제조산업을 대상(1963년~1986년)으로 앙케이트를 실시하여 본 결과, 연구개발을 시작하여 특허를 획득하기까지의 평균기간이 4년인 것으로 밝히고 있다. 그러나 화학약품 등의 업종은 장기간을 요하는 것으로 나타나 이를 포함한 화학공업은 6년으로 설정하여 분석에 활용하고 있다.

(4) Griliches와 Schmookler(1963)는 미국의 21개 산업(1939년~1947년)을 대상으로 총투자와 부가가치금액을 특허건수와의 관계로서 파악하였다. 이 연구에서는 이들의 관계를 代數-線型形態의 回歸式으로 분석하였는데, 양자간의 관계를 3년간으로 설정할때, 두 변수간의 설명력이 가장 높은 것으로 나타났다.

(5) Branch(1974)의 연구에서는 미국의 7개산업에 있어 157개 기업(1950년~1954년)을 대상으로 시간차를 분석하였는데, R&D투자후 특허등록까지에 요구되는 시간은 대략 4년인 것으로 나타났다.

(6) Pakes와 Schankerman(1984)은 미국 157개 기업(1963년~1977년)을 대상으로 특허건수와 R&D투입비간에 존재하는 시간차를 규명하기 위하여 투입당해년도로부터 5년전까지의 기간을 설정하여 놓고 분석하였다. 이들은 프로젝트의 시작에서 완성까지의 平均所要時間을 R&D프로젝트의 消化(Gestation lag)期間으로 명명하였으며, 이는 1.6년 정도임을 밝히고 있다. 나아가 이를 應用期間까지 합쳐 보다 구체적으로 아래 表 2-1에서와 같은 결과를 제시하고 있다.

表 2-1. 平均 R&D 時間遲延

	R&D Gestation Lag	Application Lag	Total Lag
Rapoport			
Chemical	1.48	0.24	1.72
Machinery	2.09	0.31	2.40
Electronics	0.82	0.35	1.17
Wagner			
Durables	1.15	1.47	2.62
Nondurables	1.14	1.03	2.17

(7) 近藤正行(1988)은 1975년에서 1984년까지 일본의 로봇산업과 유전공학산업을 대상으로 출판물(Publication)과 特許(Patent)건수를 토대로 R&D 활동상태에 대한 定量的 분석을 시도하였다. 그는 이 연구에서 두 산업분야에 있어서 R&D활동과 정보 확산활동 및 순수연구중심의 연구개발(Research Oriented R&D)간의 관계를 분석하여 미국과 일본, 그리고 전세계적 趨勢分析과 時間差의 문제를 검토하고 있다. 특히, Time-Lag의 문제는 JAPIO(Japan Patent Infomation Organization)의 Data를 활용하여 그 해결을 모색하고 있는데, 특허출원 후 등록까지 요하게 되는 1년 6개월의 기간을 감안하여 분석하고 있다.

(8) 국내의 연구들은 대부분 사전적인 文獻調査方式을 채택하고 있는데, 우선 陳念(1987)의 연구에서는 우리나라 기계산업의 630개 기업을 대상으로 특허(특허 + 실용신안)건수와 매출액, 총종업원수, 자본액과의 관계를 검토함에 있어서 이들간의 시간차를 통계적 분석없이 문헌조사에 의하여 2~3년으로 설정하여 분석하고 있다.

(9) 산기협(1989)에서는 Saito(1987)의 연구모형을 국내 제조업 전체만을 대상으로 적용시킨 연구에서 R&D투입과 특허등록과에 존재하는 시간지연의 폭을 Saito가 설정한 4년으로 채택하여 분석하고 있다.

이상 R&D 활동에서의 투입과 성과간에 존재하는 시간차의 문제를 다룬 연구들을 살펴보았는 바, 대상국가별, 산업별 또는 분석기간별로 상이한 결과를 보이고 있다. 또한, 국내의 연구(陳,1988과 産技協,1989)에서 나타난 것처럼 특허와 R&D투입간의 시간차에 대한 엄밀한 분석은 아직 활발하지 않은 상태에 있으며, 이 時間差의 문제를 單純處理하고 있음을 알 수 있었다. 따라서 이에 대한 보다 정밀한 연구가 요구됨은 두말할 나위가 없다.

이에 본 연구에서는 事前的인 방식이 아닌 重回歸分析을 통한 統計的인 접근방식을 채택하여 時間差의 문제를 해결하고자 한다.

3. 분석의 틀

본 연구를 수행하기 위하여 설정하고 있는 연구의 대상 및 분석방법을 제시하면 아래와 같다.

먼저, 연구의 분석대상으로는 우리나라 제조산업 중 3개의 기반산업 즉, 전기·전자산업, 화학산업, 기계산업을 선정하였다. 이는 이들 산업이 R&D활동이 가장 활발한 산업으로 일컬어지고 있을 뿐만 아니라, 기술발전의 측면에서 이들 산업에서 산출된 기술성고가 우리나라 제조산업 전체의 성과산출량에 있어 차지하고 있는 비중이 크고, 연관산업에의 기술과급효과 또한 가장 크다고 평가되고 있기 때문이다. 분석기간은 비교적 정확한 R&D관련 Data를 구할 수 있는 1980년부터 1994년까지로 설정하였다.

본 연구에서 사용되는 성과지표로는 기술적 성과로 대표되는 특허와 실용신안건수에 한정하였다. 이는 이들 지표가 R&D활동의 직접성고로써 보편적으로 규정되고 있을 뿐더러, 자료수집의 용이성과 더불어 한 기업 나아가 산업, 그리고 국가의 기술수준을 나타내는 지표로 널리 활용되고 있기 때문이다(Comanor & Scherer(1969), Griliches(1984), Basberg(1987), Soete(1987)).

그리고 R&D투입지표로는 R&D투입비용, R&D종사자수 등 순수하게 R&D투입변수만을 선정하였다. 한편, R&D투입비용의 시계열자료를 사용하기 위해서는 실질 R&D투입액을 산정하여야 하는데, 이를 해결하기 위한 방법으로 Laspeyres방법을 활용하였다. 보다 구체적으로는 홍순기 등(1987)의 연구에서 제시한 방법을 참조하였다. 또한, R&D투입인력에 대해서도 질적·양적인 변화를 반영하기 위해서 R&D투입인력에 평균근로시간을 곱하여 구하는 것으로 하였다.

이상 분석에 필요한 지표들은 주로 R&D투입비용 및 인력에 대해서는 「科學技術年監」에 수록된 지표를 사용하였고, 특허와 실용신안정보에 대해서는 「特許年報」와 「産業技術 主要統計要覽」을 참조하였으며, 그외 「主要經濟指標」, 「鑛工業 統計調查報告書報」 등을 활용하였다.

이러한 일련의 과정을 거쳐 조정된 data에 대하여 다음과 같은 중회귀분석 모형을 취하는데, 이는 해당년도에 산출된 성과에 대하여 당해년도에서부터 과거 수년에 이르기까지의 투입이 성과에 영향을 미쳤다고 보기 때문이다.

$$Y_t = a_0 + a_1X_{t-0} + a_2X_{t-1} + a_3X_{t-2} + a_4X_{t-3} + a_5X_{t-4} + e_t$$

여기서,

Y_t : 성과변수 Y(특허·실용신안)의 당해년도 측정치,

$X_{t-0}, X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-3}, X_{t-4}$: 시차투입변수(연구비·연구자수)의 i 년째 측정치
 (X_{t-0} 는 당해년도의 측정치, X_{t-1} 는 1년전의 측정치, X_{t-2} 는 2년전의 측정치,
 X_{t-3} 는 3년전의 측정치, X_{t-4} 는 4년전의 측정치),
 $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$: 회귀계수, e_i : 오차항 등을 의미한다.

한편, 본 연구의 時間差 分析模型에 있어서는 성과에 대한 투입년도의 범위를 4년 전까지로 설정하고 있는데, 이는 투입과 성과간의 일차 상관분석 결과, 그 상관정도가 5년전부터는 감소현상을 보이고 있고 標本크기에 견주어 볼 때, 그 이상의 시간차에 대한 統計的 有意性의 確保도 어렵기 때문이었다.

이러한 시간차를 규명하기 위하여 몇가지의 회귀분석 방법 중 단계별 회귀방식 (Stepwise Regression method)을 이용하였다. 이 방식은 성과변수를 설명하는데 있어서 k 개의 설명변수 중에서 일부를 선택하여 회귀방정식을 만들어 주는 방법으로, 중요한 변수를 하나씩 追加選擇하여 나가면서 미리 반응한 投入變數가 새로운 변수가 첨가되면서 重要性을 상실하게 되는가를 매 단계별로 검토하는 選擇手法이다(박성현(1990)).

이 방식은 위와 같은 절차를 계속 밟아가며 새로이 선택된 변수가 유의하지 않을 때까지 選擇節次가 계속되며, 새로이 회귀식에 도입된 변수가 통계적으로 유의한 경우에 앞서 도입된 변수들이 계속 유의하게 남아 있는가를 검토하여 주는 것이 특색이라 하겠다. 이 때, 본 연구에서는 제일 처음 도입되는 時差變數를 선택하여 時間差의 기준으로 삼는데, 이는 최초로 회귀식에 도입되는 시차변수일수록 성과에 대한 영향력이 가장 큰 변수이면서 투입과 산출간의 시간차를 나타내주는 代理尺度로 볼 수 있기 때문이다.

4. 시간차 분석결과

앞서 언급한 절차에 따라 分析된 結果는 表 4-1과 表 4-2에 나타난 바와 같다. 이를 전체적으로 정리해 보면 다음과 같다.

첫째로, 實用新案보다는 特許의 경우가 보다 긴 時間差를 갖는 것으로 밝혀졌다. 이는 일련의 투자과정을 거쳐 일정한 技術水準을 갖춘 제품 또는 技術 나아가

表 4-1. R&D成果와 投入費用間の 時間差 分析結果

성과		회 귀 식				
		상 수	투 입 변 수	S.E	R ²	F-VALUE
특 허 출 원	제조업 전 체	882.840 (11.131)****	0.004 RD _{E(t-2)} (34.612)**	173.156	0.974	1784.157****
	전 기 전 자	-7.322 (-0.662)	0.005 RD _{E(t-2)} (17.154)**	12.370	0.963	344.781****
	기 계 산 업	592.135 (7.731)****	0.003 RD _{E(t-2)} (3.368)	138.312	0.812	48.131****
	화 공 산 업	-117.382 (-0.363)	0.029 RD _{E(t-2)} (2.589)*	226.287	0.883	85.132**
특 허 등 록	제조업 전 체	35.276 (0.345)	0.002 RD _{E(t-3)} (5.412)	273.117	0.752	53.175****
	전 기 전 자	3.532 (2.114)**	0.39E-3 RD _{E(t-4)} (8.132)**	1.163	0.942	89.532****
	기 계 산 업	47.043 (7.826)****	0.002 RD _{E(t-4)} (8.310)	12.186	0.853	41.626****
	화 공 산 업	-46.143 (-0.689)	0.006 RD _{E(t-4)} (3.531)*	69.254	0.790	33.788****
실 용 신 안 출 원	제조업 전 체	1024.16 (8.673)****	0.0038RD _{E(t-1)} (3.273)***	2735.372	0.873	51.472****
	전 기 전 자	34.280 (0.264)	0.016 RD _{E(t-2)} (18.328)	162.741	0.863	36.385****
	기 계 산 업	3506.831 (8.142)****	0.0162RD _{E(t-1)} (4.031)***	893.134	0.893	52.370****
	화 공 산 업	58.325 (0.764)	0.013 RD _{E(t-2)} (4.632)***	51.276	0.789	34.521****
실 용 신 안 등 록	제조업 전 체	864.127 (13.271)****	0.0032RD _{E(t-3)} (44.311)***	921.523	0.801	34.732****
	전 기 전 자	-62.146 (-2.842)**	0.0053RD _{E(t-3)} (8.124)	39.113	0.821	43.182****
	기 계 산 업	323.461 (4.642)****	0.0083RD _{E(t-2)} (8.913)	144.143	0.863	79.345****
	화 공 산 업	- 25.196 (-3.224)****	0.037 RD _{E(t-3)} (6.883)**	29.341	0.794	36.328****

*는 유의수준. * : p < 0.1, ** : p < 0.05, *** : p < 0.01

表 4-2. R&D成果와 投入人力間의 時間差 分析結果

성과		회귀식				
		상수	투입변수	S.E	R ²	F-VALUE
특허출원	제조업체	-411.421 (-2.176)	0.263 RD _{M(t-2)} (15.281) ^{***}	399.421	0.942	323.809 ^{***}
	전자	6.994 (0.589)	0.130 RD _{M(t-2)} (12.131) ^{***}	17.289	0.843	101.764 ^{***}
	기계	486.321 (7.332) ^{***}	0.094 RD _{M(t-2)} (7.357) ^{***}	131.420	0.820	48.320 ^{***}
	화학	142.974 (0.772)	0.441 RD _{M(t-2)} (4.330) ^{***}	192.104	0.721	17.352 ^{***}
특허등록	제조업체	-299.383 (-1.005)	0.0822RD _{M(t-3)} (3.994) ^{***}	401.473	0.693	25.632 ^{***}
	전자	6.112 (5.389) ^{***}	0.0118RD _{M(t-4)} (8.1253) ^{***}	2.103	0.820	54.221 ^{***}
	기계	53.886 (14.180) ^{***}	0.027 RD _{M(t-3)} (14.116) ^{***}	8.963	0.910	189.134 ^{***}
	화학	-99.321 (-1.280)	0.210 RD _{M(t-4)} (3.579) ^{***}	82.154	0.702	19.128 ^{***}
실용신안출원	제조업체	8012.143 (6.158) ^{***}	0.387 RD _{M(t-1)} (7.102) ^{***}	1985.010	0.763	28.192 ^{***}
	전자	88.184 (1.116)	0.414 RD _{M(t-1)} (5.632) ^{***}	153.118	0.721	20.322 ^{***}
	기계	2423.180 (6.698) ^{***}	0.521 RD _{M(t-1)} (8.432) ^{***}	538.190	0.814	52.228 ^{***}
	화학	213.273 (3.775) ^{***}	0.127 RD _{M(t-2)} (2.843) ^{***}	83.342	0.719	21.109 ^{**}
실용신안등록	제조업체	-79.104 (-0.142)	0.201 RD _{M(t-3)} (5.544) ^{***}	975.214	0.721	23.175 ^{***}
	전자	-43.107 (-1.321)	0.210 RD _{M(t-3)} (4.221) ^{***}	56.12	0.732	21.421 ^{***}
	기계	242.174 (1.612)	0.143 RD _{M(t-2)} (4.112) ^{***}	302.143	0.698	18.132 ^{***}
	화학	-8.321 (-0.205)	0.0698RD _{M(t-3)} (3.664) ^{**}	35.153	0.631	13.142 ^{***}

*는 유의수준. * : p < 0.1, ** : p < 0.05, *** : p < 0.01

System 등이 완성된 후, 이것이 特許로서 出願되고 이어 登録된 것을 토대로 실용적인 측면에서 實用新案이 발생하는 경우가 많은 현실을 고려해 볼 때, 실용신안이 특허보다 짧은 時間差를 갖는 것은 당연한 결과로 받아들여진다.

둘째로, 이들 3개 산업중에서 電氣·電子産業과 化工産業이 機械産業의 경우보다 긴 時間差를 갖는 것으로 나타났다. 이를 기계산업의 특성과 연관시켜 보면 다음과 같은 해석이 가능하다. 즉, 기계산업에서의 주된 기술범주를 要素部品技術, 生産基盤技術 그리고 機械自動化技術 등으로 대별하여 볼 때, 이들 기술수요에 대한 대부분을 그간 기술도입에 의존해 왔고 주로 소재, 부품 등을 수입하여 완제품을 조립, 생산하는 패턴에 의존해 왔기 때문에 要素部品 關聯技術이 선진국에 비하여 크게 낙후되어 있는 것이 우리나라 기계산업의 형편이다.

아울러, 기계산업의 대부분은 多品種 少量生産體制의 중소기업이 주류를 이루고 있어 생산구조자체가 영세할 뿐만 아니라 기술 및 기능인력의 확보가 어렵고 Know-how의 축적력이 약하여, 단기수익성 위주의 성과창출에 치우쳐 온 이러한 일련의 이유들을 비추어 볼때, 전기·전자 및 화학산업에 비하여 기계산업의 시간차가 짧게 나타난 것으로 분석된다.

셋째, 時間差의 대부분이 기술자원 투입후 1년에서 4년이내까지에 성과로 연결되고 있음을 확인할 수 있었는데, 이는 선진국에서의 시간차 결과와 비교해 볼 때 특히, R&D자원투입 후 특허등록으로까지 평균 4년 정도의 시간차를 갖는다는 Schere (1965)나 Saito(1987)의 연구결과와 대략 일치하고 있다. 그러나, 화학산업에서의 특허등록까지의 시간차는 Saito(1987)의 연구결과(일본 화학산업의 경우 6년정도)에 비하여 짧은 것으로 밝혀졌다.

끝으로, 투입변수를 R&D비용과 R&D인력으로 나누어 성과와의 時間差를 규명해 본 결과, 兩要素間에 대체적으로 차이없이 일치하는 것으로 나타났다.

5. 결 론

본 연구는 R&D투입과 R&D성과간에 존재하는 시간차(time-lag)의 분석에 초점을 맞추어 행하였다. 주요 분석결과를 요약해 보면 다음과 같다.

첫째, Time-Lag의 기간설정을 투입 당해년도부터 4년전까지로 설정하여 분석한 결과, 투입과 성과간의 시간지연에 대하여 상당부분이 통계적 유의성을 갖고 설명되어지는 것으로 밝혀졌다. 아울러, 본 연구에서 전기·전자산업의 R&D연구자수와 특허등록간의 시간차가 4년정도의 지연 폭으로 나타난 분석결과는 Schere(1965)와 Saito(1987)의 연구분석결과와 일치하고 있다.

둘째, 특허와 실용신안의 시간지연의 정도를 비교해 보면 특허가 실용신안보다 긴 시간차를 나타내고 있는데, 이는 기술수준이 높은 성과물일수록 투자에 따른 개발기간이 더 요구되고 있음을 반영하고 있다.

셋째, 산업별 시간차의 비교에서는 전기·전자 및 화공산업이 기계산업보다 다소 긴 Time-Lag을 보이고 있는 것으로 밝혀졌다.

한편, 본 연구의 미비점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 入出力要素의 선정에 있어서의 한계이다. 즉, 본 연구에서는 특허와 실용실안이라는 R&D의 대표적 성과와 R&D비용과 인력이라는 R&D투입지표에 국한하여 분석을 행하고 있으나, 이를 투입 및 성과변수의 선정에 있어 그 폭을 확대할 필요가 있다.

둘째, 향후 연구에서는 실질 R&D비용을 추계할 수 있는 R&D디플레이터를 개발하여 보다 정확한 분석작업을 행할 필요가 있다.

셋째, 시간차를 규명하는 時間差 構造式을 설정함에 있어 현재성과에 대한 과거 3~4년의 R&D투입요소는 그 影響力에 있어 차이가 없는 것을 가정하였으나, 보다 세부적으로는 과거 투자의 경우 해마다 성과에 미치는 영향력이 감소함을 감안하여 보다 정교한 모형을 통하여 시간차의 구조를 분석할 필요가 있다. 즉, 時間遲延의 정도를 幾何, Koyck遲延, Pascal, 감마분포등의 형태를 빌어 결정하는 방식까지도 확장하여 포착할 필요가 있다.

이상의 본 연구에서의 限界點과 未備點 등을 보완하는 연구가 지속적으로 이루어진다면, 본 연구의 성과는 더욱 커질 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 김적교, 조병택, " 研究開發과 市場構造 및 生産性 ", 韓國開發研究院, 1989.
2. 朴聖炫, " 回歸分析 ", 大英社, 1990.
3. 産業技術진흥협회, " 技術開發 擴大投資를 위한 實證的 影響要因 分析", 1989.2.
4. 李元暎, " 研究開發投資와 稅制上的 誘因政策 ", 韓國開發研究院, 1984.
5. 진 님, " 畝페터가설의 實證的 分析", 漢陽大學校 博士學位論文, 1987.
6. 홍순기·홍사균·안두현, " 연구개발투자의 産業부문간 흐름과 직·간접 生産성 증대효과 분석에 관한 연구", 과학기술정책연구소, 1991.
7. Basberg, B. L., " Patents and the measurement of technological change: A survey of the literature ", *Research Policy*, Vol.16, 1987, pp.131-141.
8. Branch, B., " R&D activity and profitability: A distributed lag analysis ", *J. of Political Economy*, Vol.82, No.51, 1974, pp.999-1011.
9. Comanor, W. S. & Scherer, F. M., " Patent statistics as a measure of technology change ", *J.P.E.*, Vol.77, No.3, 1969, pp.392-398.
10. Griliches, Z., " R&D, patents and productivity ", Univ. of Chicago Press, 1984.
11. Mueller, D. C., " Patents, research and development, and the measurement of technical change ", *J. of Political Economy*, May-June, 1966.
12. Pakes, A., and Schankerman, M., " The rate of obsolescence of patents, research geotation lags, and the private rate of return to research resources ", in R&D, patents and productivity, chap.4, ed by Zvi Griliches, The Univ. of Chicago Press, 1984.
13. Saito, M., " わが國産業の技術開發構造 ", 研究技術計劃學會, Vol.2, 1987, pp.226-238.
14. Scherer, F. M., " Firm size, market structure, opportunity, and the output of patented inventions ", *A.E.R.*, Vol.55, Dec.1965, pp.105-125.

15. Schmookler, J., and Griliches.Z., " Inventing and maximizing ", *A.E.R.*, Vol.53, Sep.1963, pp.725-729.
16. Soete, L., " The impact of technological innovation on international trade patterns: the evidence Reconsidered ", *Research Policy*, Vol.16, 1987, pp.101-130.
17. Uno. Kimio., "Recent trends in R&D patents", chap.6, in R&D management systems in Japanese industry, ed eto & matsuiI, Elsevier science pub, 1984, pp.113-137.