

기술연관분석을 활용한 기술지식스톡 추계 연구

박승민 · 오경준

한국가스공사

An Empirical Study of Technology Stock Measurement with Technology Relation Analysis

Seung-Min Park and Kyung Joon Oh

Korea Gas Corporation

요 약

본 연구에서는 기존의 연구에서 독립적인 연구분야로 취급되어 온 기술연관분석을 이용하여 기술 스톡을 추계하는 실험적인 방법론을 제시하였으며, 기업의 연구개발 부문에의 실증 적용을 통해 이러한 방법론이 기업차원의 기술수준을 평가할 수 있는 가치 있는 방법론임을 입증하였다. 연구결과 기술지도를 도출할 수 있었으며, 기초연구, 응용연구, 개발연구, 실용화연구 등 연구단계별 기술스톡 추계를 통해 기업의 기술 수준을 평가할 수 있는 유용한 정보를 도출하였다.

Abstract—The purpose of this paper is to introduce the empirical approach of measuring technology stock by combining technology relation analysis, which has been considered as separate approach to measurement of technology stock. A case study was implemented, and it has been proved that this combining approach could provide useful and valuable information for technology stock evaluation and corporate R&D strategies. As a result of the study, technology map of R&D has been derived. Furthermore, technology stocks of R&D phases that include basic, applied, developed, and commercialized studies, was evaluated, respectively, and it provided more detailed and effective information for gauging the corporate technology level.

1. 서 론

신고전주의 경제이론에서 단지 외생변수만으로 취급되던 기술이 신성장이론(new growth theory)에서는 경제현상의 주요 내생변수로 취급되고 있으며, 경제성장과 기술지식간의 정량적인 관계를 규명하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 재화(commodity)의 거래를 기본으로 이해되었던 산업경제가 지식·정보(knowledge)의 거래를 기본으로 하는 지식기반경제(knowledge based economy)로 전이되고 있다는 개념적 틀의 변화와 함께 기술지식의 코드화(codification) 및 지식스톡(knowledge stock)과 기술 흐름(knowledge flow)의 측정 방법론에 대한 연구도 관심을 모으고 있다.

국가경쟁력이 한 국가의 전 산업 중 첨단기술산업이 차지하는 비중으로 인식되면서 국가별 기업별로 기술혁신의 주된 수단으로서 연구개발투자를 확대하여 왔다. 그

러나 기술혁신의 촉진을 위한 연구개발투자의 양적 확대도 중요하지만 전략적 연구개발을 위한 산업과 기업에서의 기술혁신관리와 이를 바탕으로 한 연구개발의 사결정의 효율성을 강조할 필요가 있는 것으로 판단된다.

본 연구는 기업차원에서의 연구개발 의사결정에 유용한 정보도출 방법론에 대한 실험적 접근을 시도하였으며, 기존의 연구에서 독립된 분야로 취급되어 왔던 기술연관분석과 기술지식스톡의 추계를 통합적 개념 하에서 연계 시켜 한국가스공사의 연구개발 사업에 실증 적용하였다. 또한 연도별 연구개발지출 자료를 이용하여 기술지식스톡을 추계하는 기존의 모형 대신 연도별 완료과제의 총 연구비 자료를 이용하여 기술지식스톡을 추계하는 실험적 모형을 구축하고 이를 한국가스공사의 기술 부문 연구개발 사업에 실증 적용해 봄으로써 연구개발 투자규모의 결정, 중점 연구분야의 선정, 연구과제의 선정, 핵심연구과제의 도출, 연구개발 조직 및 연

구인력 투입계획 그리고 연구개발 전략의 점진 및 평가 등의 의사결정에 활용하는 방안을 제안하였다.

2. 연구 방법론

2-1. 기술지식스톡 추계 실증 방법론

본 연구에서는 기술 수준 평가 방법론으로 기술지식스톡의 추계에 의한 방법을 채용하여 한국가스공사의 연구개발 부문의 기술수준을 평가하였다. 기술지식스톡의 추계 방법은 Griliches(1980)에 의해 제안된 방법이 일반적이거나 이 방법은 연도별 연구개발지출에 대한 상당기간의 시계열자료를 필요로 한다. 그러나 본 연구를 위하여 입수된 한국가스공사의 연구개발지출에 관한 자료는 연도별 연구개발지출 형태로 가공된 자료가 아니고 연도별 완료과제의 과제별 총 연구비에 관한 자료이기 때문에 Griliches의 계산식에 적용하기 위한 시계열자료로는 적합하지 못하였다. 따라서 본 연구에서는 완료과제별 총 연구비 형태의 자료를 이용하여 각 기술분야별 기술지식스톡을 계산하기 위한 실험적 방법론을 모색하였는데 이는 Sato와 Suzawa(1983)에 의해 제안된 기술변환(technical change)의 개념을 활용한 것이다.

본 연구에서는 기술지식스톡의 추계를 위해 연구 단계별 기술파급효과를 참조하였으며, 이러한 개념에 연구 완료과제의 총 연구비를 연구개발 지출로 활용하고 연구개발시차 개념을 도입하였다. Sato와 Suzawa의 개념에 따라 기초·응용연구의 성과는 기술지식의 공공재적 특성으로 다른 기술분야로 파급되어 스톡으로 축적되고, 개발연구의 성과는 특허된 기술분야에만 스톡으로 추가된다고 가정하고, 연구개발 시차와 기술지식스톡의 진부화(depreciation)를 가정하였다.

이상의 기본개념과 가정들로부터 실증을 위한 기술지식스톡 추계모형을 수식으로 표현하면 다음과 같다. i 기술분야에 대한 t 년도의 기술지식스톡(S_t^i)은 기초연구(Sb_t^i), 응용연구(Sa_t^i), 개발연구(Sd_t^i) 및 실용화연구(Sc_t^i)로 구분하여 각각 계산된 기술지식스톡의 합으로 정의하였다.¹⁾

$$S_t^i = Sb_t^i + Sa_t^i + Sd_t^i + Sc_t^i \quad (1)$$

기초연구 기술지식스톡의 진부화율(depreciation rate)을 ρ_b 라고 하면 Sb_t 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

¹⁾연구단계를 기초, 응용, 개발, 실용화연구 등으로 분류한 것은 모형을 실증 적용한 한국가스공사의 연구개발성격 분류 지침에 따른 것임.

²⁾과제간 기술지식 파급효과를 측정할 행렬로부터 기술적 거리가 가까운 과제를 유사과제로 분류하고 이를 그룹화(Grouping)하는 분석 방안.

$$Sb_t^i = Fb_t^i + (1 - \rho_b)Sb_{t-1}^i \quad (2)$$

$$Fb_t^i = Eb_t^i + \sum_{j=1}^n Eb_{t-1}^j \omega_{ji} + 0.5 \sum_{j=1}^n Eb_{t-2}^j \omega_{ji} + 0.25 \sum_{j=1}^n Eb_{t-3}^j \omega_{ji} \quad (3)$$

상기 식에서 Fb_t^i 는 t 년도에 새로이 i 기술분야의 기술지식스톡으로 유입되어 들어오는 기술지식의 흐름을 의미하며 연구개발투입, 기술파급효과, 연구개발시차를 고려한 개념이다. 즉, Eb_t^i 는 i 기술분야에서 t 년도에 완료된 기초연구과제들의 총 연구비이고 $Eb_{t-1}^j \omega_{ji}$ 는 전년도 j 기술분야의 연구성과가 i 기술분야로 파급된 기술파급효과를 의미한다.

여기서 ω 는 한 기술분야로부터 다른 기술분야로의 기술파급도를 나타내는 행렬로서 본 연구에서 기술연관분석과 기술지식스톡의 추계를 통합시키는 연결 고리가 된다. 기술연관분석의 결과 도출되는 연구과제별 기술지식 파급 행렬과 기술유사도 분석에²⁾ 의하여 그룹화한 기술군별 기술파급 분석 결과로부터 기술 파급효과를 고려한 기술지식스톡의 추계가 이루어질 수 있게 된다.

반면에, 개발연구 및 실용화연구의 연구성과는 해당 기술분야에만 특허된 형태의 기술지식으로 다른 기술분야로의 파급효과가 없다고 가정하여 다음의 식으로 나타낼 수 있다.

$$Sd_t^i = Ed_t^i + (1 - \rho_d)Sd_{t-1}^i \quad (4)$$

$$Sc_t^i = Ec_t^i + (1 - \rho_c)Sc_{t-1}^i \quad (5)$$

2-2. 기술지식스톡 추계를 위한 기술연관분석

기술연관분석은 기술파급효과를 기술지식스톡의 추정에 활용하여 기술연관에 의한 기술 파급 효과가 기술지식스톡에 반영될 수 있도록 하는 기술파급효과 행렬의 도출에 활용되며, 이는 독립된 분야로 여겨져 왔던 기술연관분석 부문과 기술지식스톡 추계 부문의 통합에 의한 스톡 추계 방법론을 제시한 것이다.

기술연관분석을 기술지식 스톡 추계에 활용하기 위해서는 먼저 기술항목을 분류하고 항목간 연관의 존재여부의 파악이 이루어져야 한다. 이러한 연관관계를 바탕으로 기술 항목의 연관관계를 정량적으로 표현하기 위한 기술 연관표 작성이 다음 단계로 수행되며 이는 기술간의 파급효과를 나타내게 된다. 더 나아가서는 필요에 따라 기술유사도 분석을 통하여 기술군을 그룹화하고 기술그룹간의 기술파급효과를 측정하게 된다. 본 연구에서는 개별 기술간의 파급효과에 더하여 기술그룹간의 기술파급효과까지를 측정함으로써 중점 연구분야의 선정, 연구개발 조직 등의 구성 등에 대한 보다 유용한 정보를 도출하고자 하였으며, 기술수준 평가를 위한 유

사 기술그룹별 기술지식스톡을 추계하였다.

3. 기술지식스톡 추정 실증 분석

3-1. 실증 자료 및 제반 가정

본 연구에서는 기술 수준 평가 방법론으로 기술지식스톡의 추계에 의한 방법을 채용하여 한국가스공사의 연구개발 부문의 기술수준을 평가하였다. 한국가스공사는 국내 천연가스산업의 연구개발을 전담하고 있는 공공기업으로 기술지식스톡의 추계를 통해 국내 천연가스산업의 기술 수준을 평가하고 비교해 볼 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구를 위하여 한국가스공사의 연구개발지출에 관한 1990년도부터 1999년까지의 연구과제별 연구개발비 집행내역을 활용하였다. 이는 연도별 연구개발지출 형태로 가공된 자료가 아니고 연도별 완료과제의 과제별 총 연구비에 관한 자료이기 때문에 본 연구에서는 완료과제별 총 연구비 형태의 자료를 이용하여 각 기술분야별 기술지식스톡을 계산하기 위해 앞서 살펴본 바와 같이 연구 단계별 기술지식스톡을 추계하고 이를 위해 기술파급효과와 연구개발시차 개념을 활용한 실험적인 방법론을 채택하였다.

앞서 제시된 개념에 따라 한국가스공사의 연구개발부문을 기초연구와 응용연구, 그리고 개발연구와 실용화연구 등의 연구단계로 분류하고 각각의 기술지식스톡을 추계하였다. 기초연구와 응용연구의 성과는 다른 기술분야로 파급되어 스톡으로 축적되고, 상품화연구, 현장적용 시험연구와 같은 개발연구와 실용화연구의 성과는 특화된 기술분야에만 스톡으로 추가된다고 가정하여 타 기술 분야로의 기술 파급은 이루어지지 않는 것으로 설정하였다.

연구개발 시차를 고려하기 위하여 연구과제 종료 후 3년까지 기술지식의 파급이 이루어지는 것으로 설정하였으며, 직전년도 완료과제의 연구성과는 100% 파급이 이루어지고, 2년전 완료과제의 연구성과는 50%, 3년전 완료과제의 연구성과는 25%만 파급된다고 가정하였다.

구축된 기술지식스톡은 시간의 경과에 따라 일정한 비율로 진부화 된다고 가정하였으며, 진부화율은 일본의 경우를 인용하여 6%로 설정하였다. 한국가스공사가 연구개발 전담부서를 갖추고 연구개발활동을 시작한 1990년도 이후부터 1999년까지의 전기간을 분석대상으로 하였고 때문에, 주로 기준년도 접속법으로 계산되는 초기 기술지식스톡을 여기서는 무시하였다.

3-2. 기술지식 스톡 추계 결과

3-2-1. 기술연관분석 결과

기술파급효과를 측정하고 이를 활용하여 기술지식스톡을 추계하기 위해 한국가스공사의 연구개발 과제를 총 159개로 분류하고 이를 수행하기 위해 필요한 시드기술(요소기술)로 200개 항목을 선정하였다. 분류된 시드기술과 과제를 이용하여 앞서 연구 방법론에서 논의한 바와 같이 시드기술-연구과제간 연관분석을 수행하고 시드기술을 매개로 한 연구과제-연구과제간 기술연관표를 도출하였으며, 이는 Table 1과 같다.

Table 1의 연구과제간 연관 행렬의 각 열은 하나의 연구과제가 다른 연구과제들의 시드기술을 어느 정도 충족시켜주고 있는가를 의미하므로 한 과제로부터 다른 과제들로의 기술적 파급효과를 나타낸다.

연구과제간 연관 행렬에서 파악되는 연구과제간 기술 파급효과로부터 기술거리를 추정하여 유사기술그룹을 분류하는 기술유사도 분석을 수행하였다. 분석 결과 Fig.

Table 1. Results of Projects-Projects technology relation (B-Matrix).

B-Matrix (S-P)																
	P001	P002	P003	P004	P005	P006	P007	P008	P009	P010	...	...	...	...	P159	AVG
P001	1	1	.250	.500	1	1	1	.750	.750	.250					.250	
P002	.500	1	.250	.375	.625	.750	.625	.500	.500	.375					.125	
P003	.024	.049	1	.244	.244	.098	.171	.098	.634	.805					.098	
P004	.133	.200	.667	1	.600	.267	.400	.200	.733	.533					.200	
P005	.250	.313	.625	.563	1	.438	.500	.313	.750	.500					.188	
P006	.444	.667	.444	.444	.778	1	.667	.556	.556	.444					.111	
P007	.400	.500	.700	.600	.800	.600	1	.400	.600	.600					.100	
P008	.250	.333	.333	.250	.417	.417	.333	1	.500	.333					.083	
P009	.094	.125	.813	.344	.375	.156	.188	.188	1	.719					.219	
P010	.019	.058	.635	.154	.154	.077	.115	.077	.442	1					.115	
:																
P159	.091	.091	.364	.273	.273	.091	.091	.091	.091	.636					1	
AVG	.095	.138	.287	.227	.262	.177	.155	.157	.339	.365	...	...	...	...	.196	

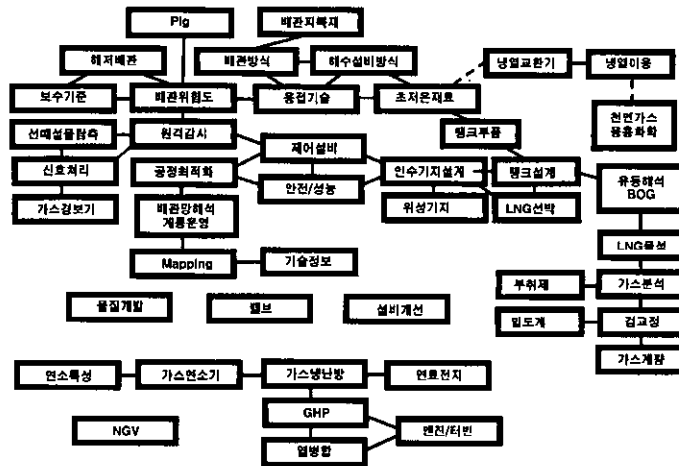


Fig. 1. Technology map.

Table 2. Technology spillover matrix.

그룹별 기술파급효과															
	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	...	...	...	...	G45
G01	.779	0	.372	0	.363	0	.276	0	0	0					0
G02	0	.906	0	0	.533	.730	0	0	0	.579					0
G03	0	.642	.715	0	.772	.567	.345	.393	0	.506					0
G04	.500	.250	.667	.750	.750	.250	.500	.250	.375	0					0
G05	0	.797	.396	0	1	.719	.250	.352	0	.594					0
G06	0	.683	0	0	.442	1	0	0	0	.654					0
G07	0	.573	.451	0	.618	.606	.855	.500	0	.415					0
G08	0	.468	.375	0	.634	.632	.388	.700	0	.455					0
G09	0	.581	0	0	.604	.513	.292	.356	.851	.325					0
G10	0	.583	0	0	.396	.708	0	0	0	1					0
...															
...															
...															
G45	0	.458	0	0	.250	.583	0	0	0	.333					1

1과 같은 기술유사 그룹을 구성하였는데 이는 기술유사도 50% 이상에 대한 기술 그룹을 나타낸 것이다. 기술유사 그룹은 총 45개로 분류되었으며, Fig. 1에서는 각각의 연관관계를 선분으로 연결하여 그룹간 연관성을 나타내었다.

위와 같은 기술유사그룹간의 기술파급도를 평균하여 기술파급효과를 행렬로 구성하게 되면 이는 Table 2와 같은 기술그룹간의 기술파급도 행렬이 구성된다. 이 기술파급도 행렬은 앞서 논의된 바와 같이 연구부문별 기술지식스톡의 추계를 위한 기술파급 행렬로 활용되어 기술연관분석의 결과로 얻어진 행렬을 통해 기술지식스톡 추계가 이루어지게 된다.

한편, 위와 같은 기술파급효과 행렬이 비대칭 행렬로

나타나 있는데 산업연관분석의 경우 산업간 기술파급의 방향성을 부여하기 위하여 각 산업의 연구개발 분야별 포트폴리오를 고려하여 비대칭 행렬로 구성하고자 하는 노력이 있었으며, 비대칭 기술파급효과 행렬도 기술파급의 방향성이 고려되어 있는 것으로 판단된다.

3-2-2. 기술지식스톡 추계 결과

한국가스공사 연구개발사업의 기술분야별 기술수준을 평가하기 위하여 한국가스공사 연구개발사업의 기초연구분야, 응용연구분야, 개발연구분야, 실용화연구분야의 연도별 완료과제 총연구비 자료를 연구개발 디플레이터(R&D deflator)를 사용하여 1999년도 불변가격으로 환산하였다. 여기서 연구개발 디플레이터는 최재철, 한석기, 김덕수(1997)의 결과를 활용하였다.

모형의 설정에서 기초연구와 응용연구의 연구성과는 각 기술분야로 파급되어 기술지식스톡으로 축적된다고 가정하였다. 완료된 연구과제의 각 유사기술 그룹별 기술파급도를 계산하기 위하여, 기술그룹별 기술파급효과

를 나타낸 Table 2의 파급효과 행렬을 활용하였다. 또한 앞서 실증 모형의 설정에서 개발연구와 실용화연구는 기술의 파급효과 없이 투입량(input) 자체만 기술지식스톡으로 축적되고 시간의 경과에 따라 진부화 된다

Table 3. Technology stock of Kogas.

Units: mill. Won

연 도	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
용접기술			7.8	11.2	190.4	194.6	357.4	415.1	471.4	794.1
저장탱크 설계						220.4	214.7	203.5	205.0	231.1
저장탱크용 기기 / 부품						414.8	396.2	377.1	599.6	1339.0
초저온재료			5.2	7.4	213.8	201.1	199.2	212.6	328.2	411.1
LNG 운반선						13.0	18.7	22.1	39.0	71.4
LNG 위성기지						15.4	22.2	24.9	39.9	78.7
냉열회수 열교환시스템					0.5	0.7	0.8	141.6	141.9	137.8
냉열이용기술					0.4	6.2	14.5	17.3	25.4	40.9
저장탱크 열유동해석 /BOG		14.2	14.7	14.5	91.2	100.3	101.7	280.9	630.8	689.9
인수기지 기본설계						21.3	30.7	31.4	49.0	100.7
공정최적화		4.3	6.2	6.9	6.5	26.7	65.2	63.7	90.3	159.4
성능 / 안전성 진단, 평가		1.7	2.4	2.7	2.5	339.4	363.8	488.1	952.3	1554.3
배관위험도 평가			4.1	5.9	6.6	19.4	25.1	279.0	329.1	627.8
원격감시		2.3	3.3	3.7	3.5	18.0	83.0	79.8	773.7	771.1
Intelligent Pig							8.8	11.5	39.3	264.1
배관망해석 / 제동운영		2.6	3.7	4.2	3.9	19.9	27.0	27.2	92.2	152.2
매설물 탐측						13.4	13.1	15.3	111.4	475.4
가스계량	1213.7	1140.9	1138.3	1242.1	1294.6	1241.9	1178.6	1624.5	1956.1	2308.4
배관방식			10.5	17.9	19.8	302.3	402.3	541.0	819.3	1336.2
배관피복재			3.2	4.6	5.1	4.8	47.2	62.9	311.3	387.9
해수설비 방식		206.8	197.3	317.7	446.0	434.3	415.7	571.1	583.8	702.7
해저배관 / 극한지배관					3.4	4.9	21.4	30.5	69.9	421.2
시공 / 보수 기준			2.6	3.8	4.2	16.2	48.8	70.2	323.1	599.0
검교정				18.7	351.0	343.9	1002.8	1052.5	1058.3	1050.9
가스밀도계			4.8	26.1	35.6	38.9	100.2	172.9	224.7	278.7
가스분석 / 물리화학적분석			94.8	109.4	204.8	229.7	330.0	359.0	391.9	561.4
연소특성 / 호환성	22.9	21.5	20.8	314.2	339.0	538.0	519.9	823.2	903.6	936.0
고효율 / 저공해 연소기기	812.7	1322.5	1243.2	1330.7	1251.4	1176.6	1106.2	1494.6	1557.8	1546.0
가스냉난방					709.9	667.6	627.7	603.4	1483.4	2136.7
가스엔진구동 히트펌프		630.3	592.5	556.9	524.2	493.1	463.7	439.3	417.3	394.4
열병합시스템		3.3	3.1	568.8	535.6	3062.8	2886.3	3263.7	3234.9	3075.6
연료전지					0.5	3064.8	2923.7	2797.8	2636.8	2536.2
가스엔진 / 가스터빈 설계					0.8	241.7	234.0	226.3	244.7	290.2
신호처리		1.6	8.9	12.1	13.8	13.3	13.5	74.7	181.7	244.4
NGV		14.7	13.8	13.0	328.7	312.2	384.1	1013.8	2116.1	2163.5
가스경보기						211.7	209.9	586.4	950.9	1021.0
천연가스 응용화학						44.6	68.2	67.6	333.5	361.2
제어설비		2.0	2.9	3.3	3.1	34.9	48.8	49.6	109.2	187.6
LNG/NG 물성		47.6	56.4	58.8	69.7	65.8	101.6	115.3	272.3	477.6
기술정보		4.0	5.7	6.3	6.0	30.6	203.9	205.9	1309.7	1735.1
부취제 / 부취설비			91.5	86.1	139.9	149.9	154.6	150.2	351.8	486.5
배관 Mapping		1.6	2.3	2.5	2.4	2.3	26.1	269.8	324.9	428.0
물질개발						-	26.2	30.0	607.3	954.4
밸브			81.8	78.2	195.8	184.1	173.0	186.8	201.1	219.5
기타설비개선			5.3	7.7	114.1	405.9	405.4	551.1	621.2	681.2

고 가정하였던 바, 이렇게 계산된 각 연구 단계의 기술 지식스톡을 모두 합산하여 Table 3과 같이 연도별 기술 그룹별 총 기술지식스톡을 추계하였다.

최종적으로 추계된 연도별 기술지식 스톡은 기술과급 효과를 고려한 기술수준의 지표로서 기술연관분석과 기술지식스톡의 추계를 통합하여 도출된 결과이다. 또한 45개 기술유사그룹별 추계 결과는 그룹별 4개 연구 단계의 기술지식스톡 추계를 합산한 값으로 기초, 응용, 개발, 실용화 등 연구단계별 스톡의 수준과 구성을 상호 비교함으로써 연구개발 전략의 수립과 분석에 유용한 정보를 제공하게 되었다. 추계된 기술지식스톡 수준은 한국가스공사의 기술분야 기술 수준에 대응할 수 있고 각 기술 분야별로 선진국의 기술지식스톡과 비교함으로써 국제적인 기술 수준을 비교 평가할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 3의 결과를 살펴보면 1999년의 기술지식스톡 수준이 가장 높은 기술유사그룹은 열병합시스템 그룹으로 1995년에 대규모 연구개발 투자가 이루어진 결과이며, 1995년 이후 연구개발 투자가 지속되고 있지는 않은 것으로 분석된다. 연료전지의 경우도 기술스톡 수준이 매우 높은 편이지만 일회성 투자에 그친 기술 부문으로 평가된다. 한편 가스계량 부문과 NGV 부문은 수년에 걸친 지속적인 투자로 현재의 높은 기술지식스톡 수준을 나타내고 있는 것을 판단된다. 또한 저장탱크 설계, 인수기지 기본 설계, LNG 운반선 등 기술과급효과가 큰 것으로 인식되고 있는 기술그룹에 대한 기술지식스톡 수준이 매우 낮은 것으로 분석되어 상기 부문에 대한 전략적 연구개발 투자가 필요한 것으로 보인다.

Fig. 2는 1999년도의 기술지식스톡을 도시한 예로서 각 기술분야별 현재의 기술수준을 추정해 볼 수 있으며 연구개발 전략의 수립과 수정에 활용할 수도 있다. 또한 연도별 기술분야별 기술지식스톡 자료를 여러 가지 형태로 가공하면 연구개발 의사결정에 유용한 다양한 정보를 얻을 수 있다. 연도별 기술지식스톡의 변화추이를 살펴봄으로써 과거의 연구개발 전략에 대한 적정성 여부를 평가해 볼 수도 있으며 각 기술분야의 연구단계별 기술지식스톡의 변화를 분석해 봄으로써 연구개발 활동의 효율성과 기술획득 목표의 달성 가능성 등에 관한 정보도 얻을 수 있다.

3.3. 기술지식스톡의 의사결정 활용

3-3-1. 연구개발 투자규모의 결정

기업의 연구개발 투자규모의 결정은 그 기업의 생산 함수나 비용함수를 추정하고 연구개발투자와 매출 또는 이윤을 변수로 최적화 과정을 거쳐 추정하는 것이 일반적이지만, 한국가스공사의 경우는 법적 강제조항에 의하여 책정된 연구개발비 자료가 통계적으로 유의하지 못해 기업의 기술지식스톡을 이용하여 연구개발 투자규모를 결정하는 방법론을 활용하여 연구개발 투자규모를 추정해 볼 수 있다.

Fig. 3는 투입자원이로서의 연구개발지출이 시차를 가지고 점진적으로 기술지식스톡으로 변환이 되어 이윤 창출에 이르는 과정에 대한 개념을 그림으로 나타낸 것이다. 기술지식스톡과 연구개발 투자와의 관계를 추정하는 수식을 도출하기 위해 Fig. 3에서 정의된 기호를 사용하여 전개한 결과, 매출액에 대한 연구개발지출의 비율

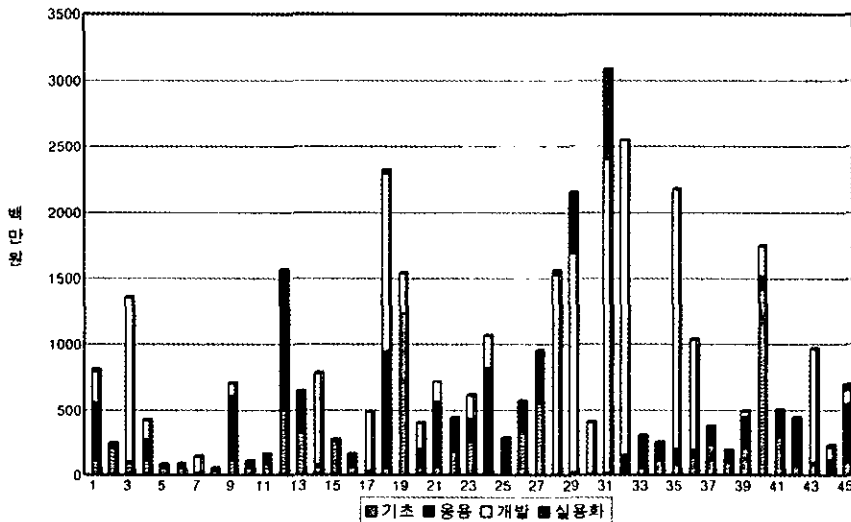


Fig. 2. Technology stock by sectors.

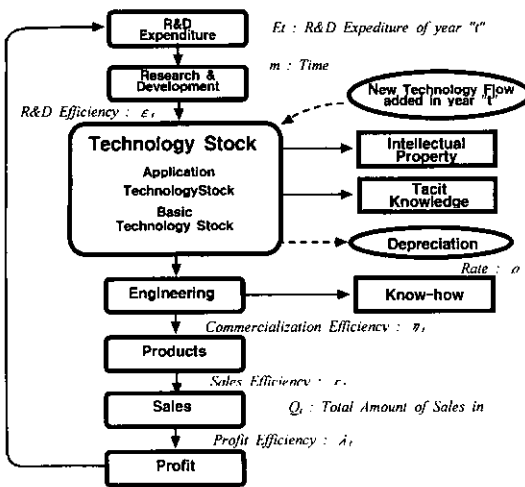


Fig. 3. Corporate technology stock model.

은 다음과 같은 식으로 유도하였다.

$$E_t/Q_t = (\rho/\kappa\eta\epsilon)(1+\beta/\rho)(1+\beta)^{m-1} \quad (9)$$

위 식에서 매출액 대비 연구개발지출의 비율은 기술 지식스톡의 진부화율(ρ)과 기업의 매출신장율(β)만의 함수임을 알 수 있고, 기술지식스톡의 진부화율을 추정하면 그 기업의 매출신장 목표를 달성하기 위한 연구개발 투자규모를 계산할 수 있다.

본 연구에서 실증 분석한 한국가스공사의 연구개발 부문에 대한 매출액 대비 연구개발투자비는 공기업에 대한 정책적인 연구개발 투자 강제 규정에 의해 왜곡된 투자가 이루어졌을 가능성이 높다. 따라서 본 연구 결과를 활용하여, 과거 매출액대비 연구개발 투자비의 비율과 기업의 매출신장과의 상관관계를 살펴봄으로써 과거 연구개발 투자 규모가 적절히 선정되었는지를 파악할 수 있으며, 향후 기업의 성장목표에 부합하는 연구개발 투자비의 규모를 산정할 수 있는 근거를 마련할 수 있을 것으로 판단된다.

3-3-2. 중점 연구분야 선정 및 핵심 연구과제 도출

본 연구에서는 한국가스공사의 연구개발 부문의 연구 과제 수행을 위한 시드기술을 총 200개로 분류하고 총 159개로 분류된 연구과제와의 연관관계를 분석하였다. 이는 기술연관분석과 통합된 개념하에서 기술지식스톡을 추정하기 위한 기술파급효과 행렬을 도출하기 위해 이루어진 것으로 시드기술을 매개로 연구과제간 기술연관표가 작성되고 기술유사도 분석에 따른 기술유사그룹이 분류되었다.

시드기술-연구과제 기술연관표는 기업이 연구과제를 수행하기 위하여 필요한 시드기술과 연구과제의 연관성, 그

리고 연구과제간의 연관관계를 나타내고 있다. 따라서 이러한 기술연관표 작성 결과 기업의 기술적 필요를 충족시키기 위한 핵심과제를 도출할 수 있으며, 이에 기술 지식스톡 추계 결과를 덧붙이면 핵심 과제에 대한 연구개발 투자 규모의 적정성 등도 파악할 수 있게 된다.

본 연구에서는 기술유사도 분석을 수행하여 한국가스공사 연구개발 부문을 총 45개 기술그룹으로 분류하였으며, 기술그룹간의 기술적 파급효과를 고려하여 기술연관지도를 작성하였다. 이러한 기술연관지도를 통해 기술그룹 가운데 연구자원의 집중적이고 지속적인 배분이 이루어져야할 중점 연구 분야를 선정할 수 있으며, 각 그룹별 기술지식스톡 규모에 대한 정보를 고려하여 연구분야별 연구개발투자 전략을 선별적으로 수립할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 기술지식스톡이 기초연구와 응용연구, 그리고 개발 및 실용화연구 부문 등 연구 단계별로 추계되어 있어, 연구 단계별로 중점 연구 분야 및 핵심과제를 파악하여 보다 효과적인 연구개발 전략을 수립할 수 있을 것으로 판단된다.

한편, 기술지식스톡의 변화추이를 살펴봄으로써 과거의 연구개발 전략에 대한 적정성 여부를 점검해 볼 수 있으며 각 기술분야의 연구단계별 스톡의 변화를 분석해 보면 연구개발 활동의 효율성에 대한 평가와 기술획득 목표의 달성 가능성 등에 관한 정보도 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

3-3-3. 연구개발 조직 및 연구인력 투입계획

기술그룹별 상관관계가 확장된 기술연관 지도에는 각 그룹간의 연관관계가 나타나므로 연구실 또는 연구팀과 같은 연구조직의 구성과 연구인력의 투입 계획 수립 등에 활용할 수 있으며, 효율적인 연구수행을 위하여 연구팀간의 단계적인 통합 및 분리가 바람직할 경우, 본 연구의 분석 결과를 발전 단계별 조직 구성의 의사결정 판단 근거로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

기술그룹별 기술지식스톡 추계 결과는 기술연관지도와 연계하여 핵심적인 기술그룹의 기술수준 달성도와 연관 그룹의 성장가능성 및 취약 기술 부문 등에 대한 다양한 정보를 제공함으로써 효율적인 연구개발 투자 계획의 근거자료로 활용될 수 있다.

3-3-4. 기술 수준 비교

본 연구에서는 각 기술분야별 기술수준을 대리하는 지표로서 기술지식스톡을 계산하였으며, 이러한 연구 결과를 활용하여 분야별 기술지식스톡의 국제비교 또는 경쟁사와의 비교를 통하여 기술의 경쟁적 위치를 판단해 볼 수 있다.

천연가스 연구개발을 수행하는 해외 및 국내 연구기관 및 기업을 비교 분석 대상으로 확대하여 본 연구에서 제시된 바와 같은 기술연관분석과 기술지식스톡을 연

제한 기술수준 벤치마킹 과제를 수행하게 되면, 기업차원의 니드기술과 시드기술, 기술 수준, 연구개발 방향, 연구개발 투자 등에 대한 유용한 비교 정보를 도출할 수 있을 것이다. 따라서 이를 바탕으로 기업의 기술적 강점과 단점을 파악하여 향후 기업의 기술 경제적 환경변화에 대한 적극적인 대응 전략을 마련하는 핵심 자료로 활용될수 있을 것이다.

4. 결론 및 시사점

본 연구는 기업차원에서의 연구개발 의사결정에 유용한 정보도출 방법론에 대한 실험적 접근이었으며, 기존의 연구에서 독립된 분야로만 취급되어 왔던 기술연관분석과 기술지식스톡의 추계를 통합적 개념 하에서 기술파급효과를 매개로 연계하였다. 이를 한국가스공사 연구개발사업에 실증 적용함으로써 이러한 방법론이 기업의 기술분야별 기술수준을 평가할 수 있는 새로운 도구가 될 수 있음을 검토해 보았다.

본 연구에서 설정된 기술지식스톡의 추계모형은 기존의 Griliches 모형의 비제화된 기술파급효과를 고려한 것과 내용상 동일할 뿐 아니라 계산된 스톡의 크기도 매우 유사한 것으로 분석되었다. 기존의 모형은 산업차원의 분석에 편리한 모형인 반면 기업차원에서 기술분야별로 기술지식스톡을 추계하는에는 본 연구에서 설정한 모형이 보다 유용하게 사용될 수 있는 것으로 판단된다.

연도별 연구개발지출 자료를 이용하여 기술지식스톡을 계산하는 기존의 모형 대신 연도별 완료과제의 총 연구비 자료를 이용하여 기술지식스톡을 추계하는 모형을 구축하였으며, 연구단계별 기술지식스톡을 구분하여 계산해 봄으로써 기술수준의 평가와 정보의 활용도를 높였다.

기술연관분석 및 기술지식스톡의 추계 결과 도출된 정보를 연구개발 투자규모의 결정, 중점 연구분야 및 핵심연구과제의 도출, 연구개발 전략의 점검 및 평가, 연구개발 조직 및 연구인력 투입계획 수립 그리고 기술수준의 비교를 위한 의사결정에 활용될 수 있는 방안을 논의하였다.

본 연구는 기업차원에서의 연구개발 의사결정 정보의 도출을 목적으로 기술경영프로세스(technology management

process) 중의 일부 단계인 기술적 니드의 형태로서 연구과제의 분류와 시드기술의 파악, 그리고 기술지식스톡 추계를 이용한 기술수준의 평가 부분만을 연구범위로 수행하였기 때문에 연구개발 투자자원의 배분과 포트폴리오 구성, 기술도입과 자체연구 등의 적절한 배분 등에 관한 의사결정 연구 등이 후속과제로 추진되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 박병무, 홍순기: "97 전설기술 연구개발사업 사전기획 연구", 과학기술정책관리연구소 (1997).
- 서호익: "산업 연구개발투자의 경제효과 분석", 성균관대학교, 석사학위논문 (1997).
- 이형진: "기술연관분석에 의한 연구개발과제의 우선순위 평가에 관한 연구", 성균관대학교, 석사학위논문 (1998).
- 이회경, 김정우: "연구개발투자의 산업간 파급효과: 한국 제조업에 대한 실증 연구", 기술혁신연구, 제4권 제1호, pp. 129-146 (1996).
- 장진규, 홍순기: "기술수준 평가기법 개발에 관한 연구", 한국전력공사 (1998).
- 최재철, 한석기, 김덕수: "우리나라 R&D deflator의 산출 및 선택에 관한 연구", 과학기술정책관리연구소 (1997).
- Goto, A. and Suzuki, K.: "R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing", Review of Economics and Statistics, Vol. 71, No. 4, pp. 555-564 (1989).
- Griliches, Z.: "R&D and the Productivity Slowdown", American Economic Review, 70 (1980).
- Kameoka, Akio and Sei-ichi Takayanagi: "Corporate Technology Stock and Its Implications", Proceedings of the 7th International Forum on Technology Management, pp. 52-57 (1997).
- Sato, Ryuzo and Gilbert, S.: Suzawa, Research and Productivity, Auburn House Publishing Company (1983).
- Takayanagi, Sei-ichi: "A 'Corporate Technology Stock' Model - Determining Corporate R&D Expenditure-", Journal of the Japan Society for Science Policy and Research Management, Vol. 10, No. 3-4 (1996).