

기술연관분석을 이용한 연구개발 의사결정 정보 도출

- 한국가스공사 연구개발사업 적용을 중심으로 -

Derivation of information for R&D management with technology relation analysis

오 경 준*

<目 次>

I. 서 론

II. 기술연관분석

III. 한국가스공사 연구개발사업의 기술연관분석

IV. 결 론

<Abstract>

This paper expanded the usefulness of technology relation analysis by applying to R&D activities of Korea Gas Corporation (Kogas) at the corporate level. Technology relation analysis has been applied to assessment of R&D investments in telecommunication and construction industries in Korea. As empirical findings, technology map and technology spillover matrix of Kogas have been derived by technology similarity analysis. It has been found that various useful information for R&D assessment could be acquired from the technology relation analysis at the corporate level.

Key words : Technology relation analysis, technology map, technology similarity analysis

* 한국가스공사 선임연구원

I. 서 론

국가별 과학기술 수준을 평가하는 스위스의 IMD (International Institute for Management Development) 에서 발간되는 “98년도 세계경쟁력연감”에 의하면 한국의 연구개발투자는 7위로 기록된 반면 과학기술 경쟁력은 28위인 것으로 보고되어 우리나라의 연구 생산성이 상대적으로 취약한 것으로 추정된다. 따라서 기술혁신의 촉진을 위한 연구개발투자의 확대도 중요하지만 전략적 연구개발을 위한 기술혁신관리 (technology and innovation management)와 이를 바탕으로 한 연구개발 의사결정의 중요성이 더욱 강조되어야 할 시점이다.

본 연구에서는 정보통신과 건설기술을 대상으로 산업차원에서의 연구개발 분야별 우선순위를 평가해 보는 정도에서 그쳤던 국내 기술연관분석에 대한 연구를 한국가스공사의 연구개발사업을 사례로 기업차원의 분석에 적용해 봄으로써 기술개발전략의 수립, 중점개발분야의 선정, 연구과제의 선정 등 기업차원의 연구개발 의사결정을 위해 필요한 객관적 분석정보의 도출을 시도하였다.

또한 연구 방법론적 측면에서 그간 니드기술과 시드기술로 분류하여 산업내의 기술연관관계를 분석하였던 기존의 연구와는 달리 기업의 구체적 연구개발 니드와 연구과제 그리고 시드기술의 연관관계를 분석함으로써 기업이 연구개발 의사결정에 필요로 하는 다양한 정보를 얻을 수 있었다.

이후 제Ⅱ장에서는 기술연관분석의 개념과 분석 절차에 대해, 제Ⅲ장에서는 한국가스공사에 대한 실증 분석 결과를 제시하였으며, 마지막으로 제Ⅳ장에서는 결론에 대해 기술하였다.

Ⅱ. 기술연관분석

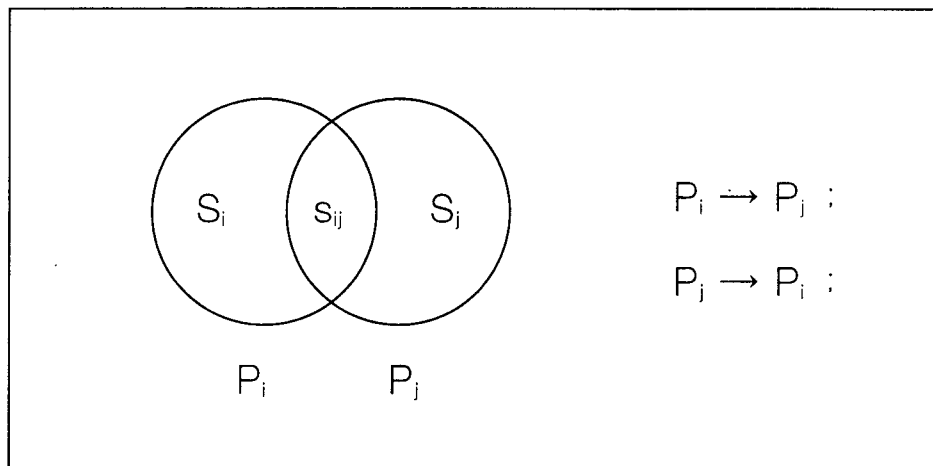
1. 기술연관분석의 개념

기술연관은 분석 대상에 따라 다양한 정의를 내릴 수 있으며, 본 논문에서는 기업차원의 기술연관을 다음과 같이 정의하였다. 어떤 제품과 공정의 기술 발전을 위하여 다른 특정 기술의 존재가 전제되어야 할 뿐 아니라 그들이 쌍방향이나 일방향으로 밀접한 기술협력, 기술이전관계를 구축하고 있는 경우, 이들 기술은 상호 연관이 있다고 할 수 있다.

기술연관분석은 국가, 사회나 기업의 니드를 충족시키기 위한 기술의 중요도, 선행도, 실현가능성, 발전 가능성, 파급도 등을 측정하는 방법론으로 산업연관분석으로부터 유추된 개념이라 할 수 있다. 기술연관분석은 특정한 프로젝트를 통해 이루어지는 대형 기술 시스템이 다른 기술 분야에 미치는 영향을 분석하는 수준에서 산업 및 기업의 생산활동을 위해 요구되는 기초 기술 등의 상호 기술적 상관관계를 분석하는 수준까지 다양한 범위와 분야를 대상으로 이루어질 수 있다.

본 논문에서는 기업 차원의 기술연관분석을 수행하였으며, 기업의 니드를 충족시키기 위한 기초 기술의 연관성을 분석한 방법론을 채택하였으며, 기술연관분석의 분석방법론적 개념은 [그림 1]과 같다.

기업의 사업목적을 달성하기 위한 연구개발 니드 기술 또는 연구개발과제를 도출하고 이러한 니드 기술을 달성하기 위한 요소기술, 또는 시드기술을 세부 기술 분류와 연관성을 활용하여 파악할 수 있다. 이와 같이 어떤 니드기술이 여러 가지 시드기술로 구성되어 있다고 가정할 때 두 가지 니드기술간에 시드기



[그림 1] 기술연관분석의 방법론적 개념도

술들이 얼마나 공통적으로 사용되고 있는가를 파악할 수 있으며, 니드기술과 연관되어 있는 시드기술들을 매개로 니드기술간에 시드기술의 공유정도를 파악함으로써 기술적 연관성을 분석할 수 있다.

위 [그림 1]에서 니드기술(또는 연구과제) P_i 가 다른 니드기술(또는 연구과제) P_j 에 미치는 파급효과는 P_j 의 전체 시드기술(요소기술) S_j 중 P_i 와 공통적으로 사용되는 시드기술(요소기술) s_{ij} 의 비율 s_{ij}/S_j 를 의미하고, P_j 가 P_i 에 미치는 파급효과는 s_{ij}/S_i 가 된다. 이러한 방법으로 니드기술간의 파급효과를 측정하는 것이 기술연관분석의 기초 개념이 된다.

2. 기술연관분석의 기존 연구사례¹⁾

Schmookler(1966)는 Leontief의 투입-산출 분석 아이디어를 확장시키면서 일종의 투입-산출 행렬을 제안-기술의 발명-이용 관계를 파악하는데 특히 수를 강조하였는데 산업에 따라 특허경향과 내용이 다양

하기 때문에 산업별 기술개발 노력을 특허 수에 의해 횡단적으로 측정하는 것은 중대한 한계점이라 할 수 있다. Scherer(1984)는 Schmookler의 한계점을 극복하기 위해 세부자료를 이용, 산업간 기술흐름의 측정에 관한 연구를 수행하여 산업간 발명-이용 관계를 분석하였다.

일본은 1975년 통상산업성 공업기술원에서 '산업 기술개발 장기전략수립'을 위한 조사연구의 일환으로 기술연관분석을 시도하였는데 그 목적은 향후 15년간 예상되는 국민의 요구를 충족시키는데 필요한 기술과제를 정량적으로 분석하여 우선순위를 평가하는데 있었다. 이 조사연구의 주요특징은 사회적 요구를 직접 충족시키는 니드(needs)형 기술과 사회적 요구와 직접 연관은 없으나 기술적인 측면에서 기본이 되는 시드(seeds)형 기술로 구분하여, 니드-니드기술, 니드-시드기술간의 상관관계를 행렬로 표시한 것이다.

한국에서는 1988년 과학기술정책연구평가센터(STEPI)에서 '첨단기술의 기술연관분석'을 시도하였

1) 박병무·홍순기(1997) 참조

으며, 이는 첨단기반기술과 응용혁신기술 간의 연관을 분석하여 전략적으로 개발해야 할 주요 첨단기반기술을 도출하는 것이 주목적이었다. 이후 1991년 한국과학기술연구원은 '다단계 기술연관분석을 통한 첨단과학기술 개발정책에 관한 연구'에서 기술의 상호의존관계와 상호작용을 분석하여 과학기술개발 정책이나 기업의 전략 수립 시 연관분석의 이론을 체계화하고 로봇산업 분야에의 적용을 시도해 보았다. 1996년 한양대 산업경영연구소와 기업기술연구원이 공동으로 수행한 '정보통신 연구개발사업의 효율적 관리를 위한 기술연관분석에 관한 연구'에서는 정보통신분야의 기술연관분석에 의한 기술개발과제 우선순위 결정 모형을 정립하고 기술개발과제의 그룹화 및 핵심과제도출 방법을 제시하였다. 또한 1997년 STEPI에서 수행한 '97 건설기술 연구개발사업 사전 기획 연구'에서 새로운 건설기술분류체계를 통한 우선순위 결정의 모형화에 기술연관분석 방법론이 응용된 바 있다.

3. 기술연관분석의 절차

기술연관분석에 있어서 개념을 구조화하여 모델을 만들고 그 모델을 정량적으로 분석할 수 있도록 하기 위하여 두 가지 과제가 해결되어야 하는데 하나는 기술항목의 분류이고 다른 하나는 항목간 연관의 존재 유무나 그 정도의 파악이다. 기술항목의 적절한 분류를 위해서는 기존의 통계자료와 부합되고 향후의 변화를 반영할 수 있도록 분류되어야 한다.

기술 연관 분석을 위한 다음 단계는 적정히 분류된 기술 항목의 연관관계를 파악하는 것으로 기술 연관 분석의 정량화를 위한 기술 연관표의 작성이 이 단계에 해당한다. 기존 연구에서는 니드기술과 시드기술

을 분류하고 시드기술(요소기술)을 매개로 니드기술 간의 연관관계를 분석하고 각 니드기술들의 평균적 파급효과를 근거로 연구개발 우선순위를 제시하였다.

기업차원에서의 기술연관분석의 경우에는 기업이 필요로 하는 니드기술이 산업차원에서의 경우 보다 훨씬 세분화되고 구체적이어야 할 필요가 있어 본 연구에서는 연구개발니드, 연구과제, 시드기술로 분류하여 각각의 연관관계를 분석하여 니드기술간의 연관관계, 기술 파급효과등을 분석하기 위한 기초 자료로 활용하였다.

한 기술에서 다른 기술로의 파급성을 측정하여 일정한 기준 이상의 관계 값이 계산되면 서로 유사한 요소기술을 가지고 있는 유사기술임을 나타내며, 기술유사도 분석을 통하여 기술군을 그룹화(grouping)할 수 있다. 시드기술을 매개로하여 과제간의 기술적 유사도는 거리 개념으로 나타낼 수 있다.

III. 한국가스공사 연구개발사업의 기술연관분석

1. 기술의 분류

본 논문에서는 기업차원에서의 기술연관분석을 위하여 니드기술과 시드기술로 분류하는 대신 연구개발니드, 연구과제, 시드기술로 분류하여 각각의 연관관계를 분석하였다.

1) 연구개발니드의 도출

기업의 사업목적에 따른 연구개발니드를 도출하기 위해서는 그 기업의 경영전략을 분석해 보는 것이 우선이다. 여기서는 한국가스공사의 경영전략을 분석하여 기업성에 근거한 일차적인 연구개발니드를 도출

〈표 1〉 연구개발 니드(needs) 목록

분류번호	연구개발 니드	분류번호	연구개발 니드
N 001	배관망 공동이용	N 021	LNG 운반선
N 002	수율향상	N 022	플랜트 수출
N 003	비용 절감	N 023	신에너지/대체에너지
N 004	수요관리/수요격차 해소	N 024	환경/자원재활용 사업
N 005	수급관리/Peak Shaving	N 025	에너지진단사업
N 006	LNG 발전소/열병합 발전소	N 026	NGV
N 007	산업용/상업용 수요개발	N 027	분산형 전력시스템
N 008	인수기지건설/저장설비확충	N 028	천연가스 응용화학
N 009	공급설비/전국배관망 건설	N 029	정보화/경영지원 시스템
N 010	PNG 도입	N 030	인적자원개발(교육훈련설비)
N 011	설계 · 시공 기준확립	N 031	자동화/최적화
N 012	설비국산화 및 기술자립	N 032	공급신뢰도
N 013	설비운영 · 보수기술	N 033	공급열량유지
N 014	냉열이용기술	N 034	계량 및 검교정
N 015	가스냉난방기술	N 035	Emergency Response
N 016	가스이용기기 개발	N 036	설비안전진단
N 017	에너지절약/효율향상기술	N 037	원격감시/제어
N 018	환경보전 기여기술	N 038	방재기술
N 019	해외자원개발사업	N 039	End-Use기술 및 소비자보호
N 020	액화플랜트 건설	N 040	가스산업관련 기초과학기술
		N 041	연구개발 Infra 구축

하고, 공사의 공익적 위상과 사회적 기대에 부응하기 위한 추가적인 연구개발니드 분석을 위하여 사회적 니드와 정부의 에너지정책 분석을 추가로 수행하였다. 정책연구, 경영지원연구 및 경제분석 등에 관한 연구니드는 제외하고 기술개발과 관련된 니드만을 도출하였다. <표 1>에 도출된 41개의 연구개발니드 목록을 종합 정리하였다.

2) 연구개발 과제 분류

연구개발과제는 한국가스공사 내부자료로 작성된 “연구개발원 전략적 운영방안(안) (1999. 5.)에 정리된 과제목록을 활용하였으며, 이는 연구전문인력들에 의하여 제안되어 연구기획부서에서 취합된 과제들로서 중장기 연구과제뿐 아니라 이미 수행된 과제들을

포함하고 있다. <표 2>와 같이 세부기술분야별로 정리된 159개의 연구과제를 P 001 ~ P 159의 기호를 붙여 분류하였다.

3) 시드기술 (요소기술) 도출

시드기술의 분류는 연구개발니드의 충족 및 연구과제 수행에 필요한 요소기술들로서 기획 · 조사, 계획 · 설계, 시공 · 제작, 운전 · 보수, 안전 · 품질, 설비 · 장치, 기기 · 부품 등 7개 분야에서 총 200개의 시드 기술을 정리하여 부록에 나타내었다.

2. 니드-과제 연관분석

1) A-행렬 작성

〈표 2〉 연구개발 과제목록

구 분	세부기술분야	연 구 과 제
초저온 설비 분야	초저온 기초기술	P 001. 초저온 재료의 물리적 특성 평가 연구 P 002. 초저온 재료의 용접 특성 평가 연구
	초저온설비	P 003. LNG저장탱크 설계기술 개발 P 004. LNG저장탱크용 단열재 개발 및 평가 기술 개발 P 005. KOGAS 멤브레인개발 및 평가기술 개발 P 006. LNG배관 잔류수명 예측 기술 개발 P 007. 초저온 구조물의 동특성 해석 기술 P 008. 초저온 밸브 성능 평가 기술 P 009. LNG운반선용 tank 구조 및 멤브레인 기술 개발 P 010. LNG 위성기지 기술 개발 P 011. 초저온 펌프 설계 기술 개발 P 012. 초저온 설비용 특수재료 D/B개발
	냉열이용기술	생략
생산공정 분야	공정해석기초	생략
	공정자동화 및 최적화	생략
	공정기술지원	생략

니드-과제 연관분석을 위하여 우선 분류된 연구개발니드를 가로축에 나열하고 연구과제를 세로축에 나열한다. 다음에 각 니드를 충족시키는데 필요한 연구과제들은 1, 각 니드와 관련이 없는 과제들은 0으로 표시하여 니드-과제 매트릭스를 작성한다.²⁾ 이때 각 과제의 니드에 대한 충족도를 가중치와 같이 연관강도로 나타낼 수도 있지만, 연관 행렬의 항목수가 많을 경우 연관의 강도가 비연관 항목과 상쇄되어 연관의 유무만 고려한 경우와 분석결과는 큰 차이가 없다는 기존의 연구결과를³⁾ 참조하여 여기서는 연관의 유무만을 표시한 행렬을 작성하였다.

다음의 <표 3>의 니드-과제 연관 A-행렬에서는 가로로 41개 니드를 표시하였고 세로로 159개의 연구개발 과제를 나타내었다.

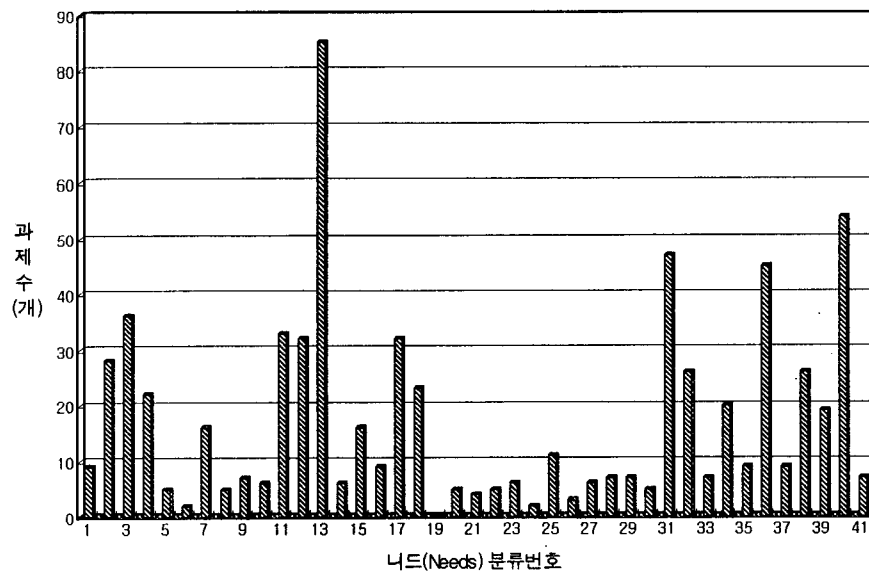
A-행렬의 각 열(column)의 합은 각 니드별로 몇 개의 연구개발 과제가 진행 또는 계획되어 있는가를 나타낸다. 이를 [그림 2]와 같이 도식화하였을 경우 각 니드별 연구개발 집중도를 일목요연하게 파악할 수 있다. 특히, 연구과제가 연구자들에 의해 상향(bottom-up)식으로 제안된 상황일 경우 연구기획부서에서 각 니드의 경영전략상의 중요도를 따져 연구자원의 배분에 대한 조정과 하향(top-down)식의 연구과

2) 기술연관분석을 위하여 최초로 작성되는 연관표를 편의상 A-행렬이라고 한다.(박병무·홍순기, 1997)

3) 이형진, "기술연관분석에 의한 연구개발과제의 우선순위 평가에 관한 연구", 성균관대학교 산업공학과, 석사학위논문, 1998.

〈표 3〉 니드-과제 연관분석 A-행렬

A-Matrix (N-P)		N01	N02	N03	N04	N05	N06	N07	N08	N09	N10	N11	...	...	...	N41	SUM
P001												1					3
P002												1					4
P003			1						1			1					6
P004			1						1			1					7
P005			1						1			1					7
P006																	5
P007												1					4
P008		1	1													1	7
P009												1					3
P010			1		1							1					6
:																	:
:																	:
:																	:
:																	:
P159																	3
SUM	9	28	36	22	5	2	16	5	7	6	33	...	...	...	7		



〔그림 2〕 연구개발 니드별 연구과제수

제 제안을 위한 근거자료로 활용할 수 있을 것이다.

한편 A-행렬의 각 행(row)의 합은 각 과제가 얼마나 다양한 연구개발니드를 충족시키는지 나타내므로 각 과제의 경영에의 기여도 또는 경영전략과의 부합도를 가늠해 볼 수 있는 일차적인 판단 자료로 활용될 수 있다.

2) B-행렬 작성

A-행렬로부터 연구개발니드를 매개로 각 과제간의 연관도를 계산하여 작성한 연관표를 B-행렬이라고 한다. B-행렬의 작성방법은 다음과 같다.

과제 i로부터 과제 j로의 연관도(a_{ij})는 전체 연구개발니드 중 과제 j가 연관되는 니드(N_j)에 대한 과제 i와 과제 j가 공통적으로 연관되는 니드(n_{ij})의 비율로 계산된다. 즉, $a_{ij} = n_{ij}/N_j$ 의 식으로 계산된다.

이렇게 계산된 한 과제로부터 다른 과제로의 연관도를 열(column)의 방향으로 정리하면 다음과 같은 B-행렬이 작성된다. 물론 이 매트릭스의 대각열

(diagonal)은 모두 1이 될 것이다.

B-행렬의 각 열은 하나의 연구과제가 다른 연구과제들의 니드를 어느 정도 충족시켜주고 있는가를 나타내고 각 열의 평균은 각 과제의 평균적 연구개발니드 충족도를 나타내므로 니드의 관점에서 연구개발과제를 평가 또는 선정할 때 유용한 자료가 될 수 있다. 한편, B-행렬의 각 행은 하나의 연구과제가 다른 연구과제에 의해 어느 정도 충족되는가(대체 가능한가)를 나타낸다.

3. 시드-과제 연관분석

시드-과제 연관분석은 요소기술을 매개로 연구과제들간에 요소기술의 공유정도를 파악함으로써 기술적 연관성을 분석할 수 있다. 즉, 연구과제들이 여러 가지 요소기술들로 구성되어 있다고 가정할 때 연구과제간에 요소기술들이 얼마나 공통적으로 사용되는가를 파악하는 것이다.

〈표 4〉 니드 연관 과제 연관분석 B-행렬

B-Matrix (N-P)																
	P001	P002	P003	P004	P005	P006	P007	P008	P009	P010	...	...	...	...	P159	AVG
P001	1	1	.333	.333	.333	.667	1	.333	.333	.333					.333	.277
P002	.750	1	.250	.250	.250	.750	1	.500	.250	.250					.500	.341
P003	.167	.167	1	1	1	0	.167	.167	.333	.500					0	.122
P004	.143	.143	.857	1	1	0	.143	.143	.429	.429					0	.108
P005	.143	.143	.857	1	1	0	.143	.143	.429	.429					0	.108
P006	.400	.600	0	0	0	1	.600	.600	0	.200					.400	.297
P007	.750	1	.250	.250	.250	.750	1	1	.500	.250					.500	.341
P008	.143	.286	.143	.143	.143	.429	.286	1	0	.286					.143	.208
P009	.333	.333	.667	1	1	0	.333	0	1	.667					0	.145
P010	.167	.167	.500	.500	.500	.167	.167	.333	.333	1					0	.158
:																:
:																:
:																:
:																:
P159	.333	.667	0	0	0	.667	.667	.333	0	0					1	.306
AVG	.216	.349	.158	.163	.163	.369	.349	.338	.101	.207	...	...	...	...	.242	

1) A-행렬 작성

니드-과제 연관분석 때와 마찬가지로 우선 분류된 시드기술들을 가로축에 나열하고 연구과제들을 세로축에 나열한다. 다음에 각 연구과제의 수행에 필요로 하는 시드기술들은 1, 각 연구과제와 관련이 없는 시드기술들은 0으로 표시하여 시드-과제 행렬을 작성한다.

시드-과제연관 A-행렬의 각 행(row)의 합은 각 연구과제들의 수행에 몇 개의 요소기술들을 필요로 하는가를 나타내므로 각 연구과제들의 기술적 난이도를 개략적으로 판단해 볼 수 있고 관련 요소기술들의 기술확보 수준을 평가해 봄으로써 연구과제의 성공가능성과 장애요인을 추정해 볼 수도 있을 것이다.

한편, A-행렬의 각 열(column)의 합은 각 요소기술들이 얼마나 다양한 연구과제들에 활용되고 있는가를 나타내므로 핵심요소기술의 파악과 기술획득 전략의 수립에 유용하게 활용될 수 있다.

2) B-행렬 작성

시드연관 B-행렬도 니드 연관 B-행렬과 같은 방법으로 작성된다. 과제 i로부터 과제 j로의 연관도(β_{ij})는 전체 시드기술 중 과제 j가 연관되는 시드(S_j)에 대한 과제 i와 과제 j가 공통적으로 연관되는 시드(s_{ij})의 비율로 계산된다. 즉, $\beta_{ij} = s_{ij}/S_j$ 의 식으로 계산된다.

한 과제로부터 다른 과제로의 연관도를 열(column)의 방향으로 정리하면 다음과 같은 B-행렬이 작성된다.

B-행렬의 각 열은 하나의 연구과제가 다른 연구과제들의 시드(요소기술)를 어느 정도 충족시켜주고 있는가를 의미하므로 한 과제로부터 다른 과제들로의 기술적 파급효과를 나타낸다. 각 열의 평균은 각 과제의 평균적 기술파급효과를 나타내므로 기술파급의 관점에서 연구개발과제를 평가 또는 선정할 때 유용한 자료가 될 수 있다. 또한 B-행렬의 각 행은 하나의 연구과제가 다른 연구과제들로부터 받아들이는 기술 파급효과를 나타낸다.

<표 5> 시드 연관 과제연관분석 B-행렬

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	

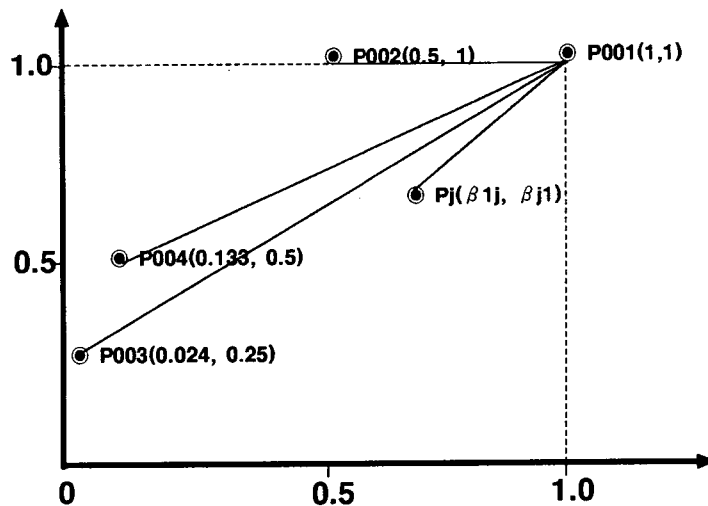
4. 기술유사도 분석 및 기술그룹화

한 과제에서 다른 과제로의 기술적 파급성을 측정하여 일정한 기준 이상의 관계 값이 나오면 서로 유사한 요소기술을 가지고 있는 유사기술임을 나타내며, 기술유사도 분석을 통하여 유사기술들을 기술군으로 그룹화(grouping)할 수 있다. 기술군을 그룹화하는 이유는 기술파급효과 분석, 기술수준의 파악 등 제반 분석의 대상을 수많은 개별 과제로부터 기술그룹으로 압축하고자 하는 것이 일차적인 목적이지만, 유사 기술군 중 핵심연구과제의 파악 또는 기업이 필요로 하는 중분류 수준의 기술연관도(technology map) 작성 등 추가적인 목적에의 응용도 가능하며 그 과정에서 연구개발의 중복투자에 관한 정보 등도 얻을 수 있다.

시드-과제 연관분석의 B-행렬의 결과에서 P 001과제를 기준으로 기술유사도의 개념을 도식화 해 보면 [그림 3]과 같다. 유사한 기술일수록 상호간의 기술파급도가 높으므로, X-축을 P 001과제로부터 각 과제로의 파급도로 하고 Y-축을 각 과제로부터 P 001과제의 파급도로 하여 각 과제의 좌표를 표시하면 P 001과제로부터 가까운 거리에 있는 과제일수록 기술적으로 더 유사한 과제임을 의미한다.

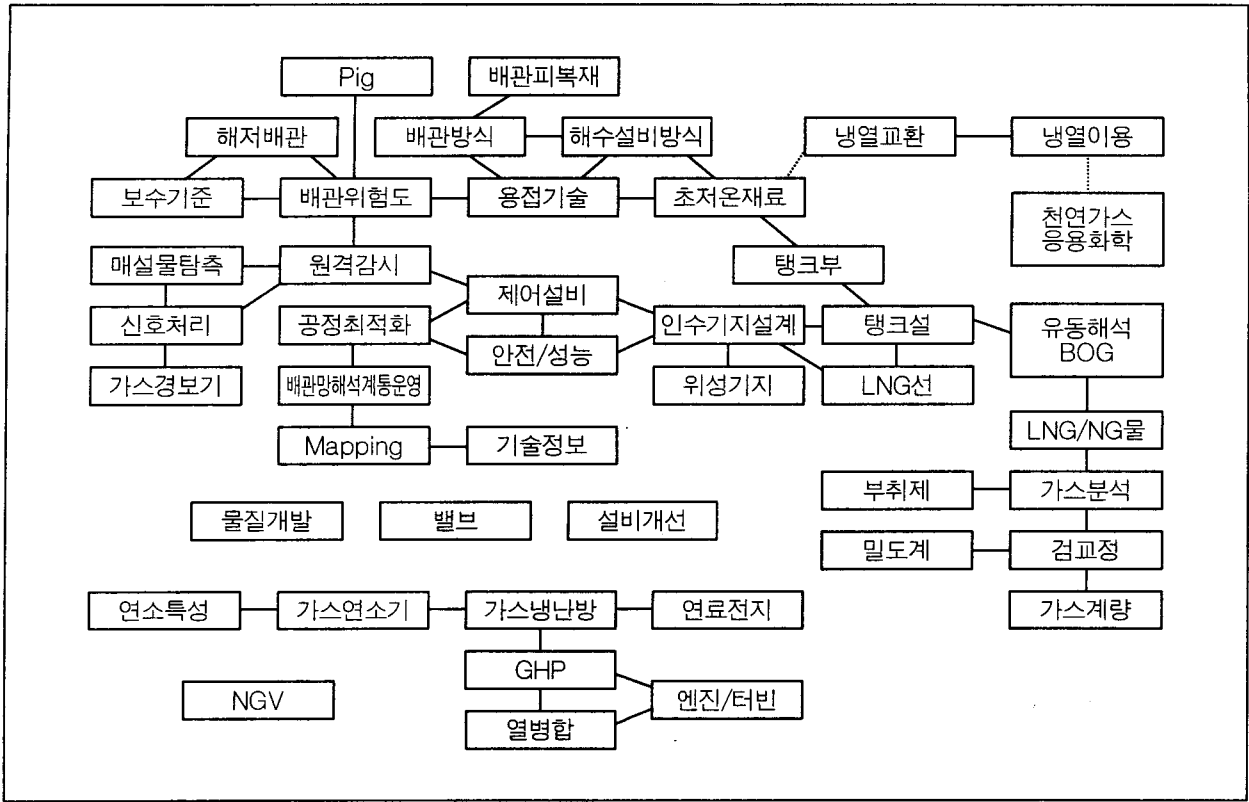
이러한 거리 개념으로서의 기술유사도를 수식으로 나타내면 다음과 같이 표시할 수 있고, 이는 산업차원에서 기술연관분석시 주로 사용되는 기술공간(technological space)에서의 기술거리(technological distance)⁴⁾와 유사한 개념이다.

$$R_{ij} = 1 - \sqrt{\frac{(1-\beta_{ij})^2 + (1-\beta_{ji})^2}{2}}$$



[그림 3] 기술유사도의 개념도

4) Griliches(1979)에 의해 제안되었으며 Jaffe(1986, 1988, 1989), Meijl(1995) 등이 특허분포 자료를 이용하여 측정을 시도하였고, 연구인력의 전공별, 학위별 분포자료를 이용하거나(Adams, 1990) 각 기업의 사업영역 자료를 이용한 경우(Goto and Suzuki, 1989)도 있으며, 최근에는 Verspagen(1997)이 특허의 상호 인용빈도 자료를 이용하여 측정한 사례도 있다.



[그림 4] 기술유사도 50%이상의 기술연관지도

제가 얼마나 적정히 수행되고 있는지를 파악할 수 있는 판단 근거를 제시하게 된다. 또한 기업의 니드에 경중의 가중치를 부여할 수 있다면 경영전략적으로 중요한 니드의 충족 정도를 가늠할 수 있게 하여 연구개발 전략의 주요한 바로미터가 될 수 있다. 이러한 판단 근거로부터 기업경영을 위해 필요한 연구과제에 연구 자원을 집중시키고 향후 연구과제 제안 방향을 설정하는데 주요한 근거 자료를 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 각 니드별 연구개발 집중도를 나타낸 [그림 2]를 살펴보면, 한국가스공사의 경우 설비운영 및 보수에 관련된 분야에 가장 많은 연구과제가 수행되었음을 알 수 있고 가스관련 기초과학기술, 자동화/최적화, 설비안전진단, 비용절감, 설계 및 시공 기준의 확립 분야와 에너지절약 및 이용효율향상 기

술분야에도 비교적 많은 연구가 수행된 반면 해외자원 개발사업 참여, 환경 및 자원 재활용, 발전사업, 냉열이용 등 공사가 표방하고 있는 '세계 일류의 종합에너지 기업'이라는 장기 경영비전을 구현하는데 필요한 니드의 충족을 위한 분야에의 연구는 미진하였음을 알 수 있다. 한편 B-행렬은 연구개발 과제간의 연관관계를 집약한 연관표로서 니드 충족의 측면에서 한 과제가 다른 과제에 어느 정도 영향을 미치는 한 과제의 평균적인 연구개발 니드 충족도는 얼마나 되는지를 파악할 수 있게 한다. 이는 연구개발 과제의 선정시 연구과제의 중복 선정을 완화하고 연구 평가 결과의 평가 항목을 선택하는데 유용한 정보를 제공할 수 있다.

시드-과제 연관 분석 결과는 앞서 살펴본 니드-과

제 연관분석의 경우와 마찬가지로 시드-과제 연관 행렬인 A-행렬과 시드를 매개로 한 과제간의 기술연관 표로 집약된다. A-행렬은 연구개발 과제별로 요구되는 시드기술의 수요를 파악할 수 있어 연구과제의 수행 난이도와 과제의 장애요소들을 추정할 수 있게 한다. 한편 B-행렬은 한 연구개발 과제가 다른 연구과제의 시드기술을 얼마나 많이 충족시켜주는지를 나타내고 있어 과제간의 기술적 파급효과를 추정할 수 있게 한다. 시드-과제 연관 분석이 결과는 니드-과제 분석 결과와 함께 연구개발 과제 선정과 평가시 불필요하게 시드 기술이 중복되는 연구과제의 선정을 방지하고 연구 과제의 평가시 상호 보조에 의한 이중적 호혜 평가의 가능성을 방지할 수 있는 근거를 제시할 수 있다.

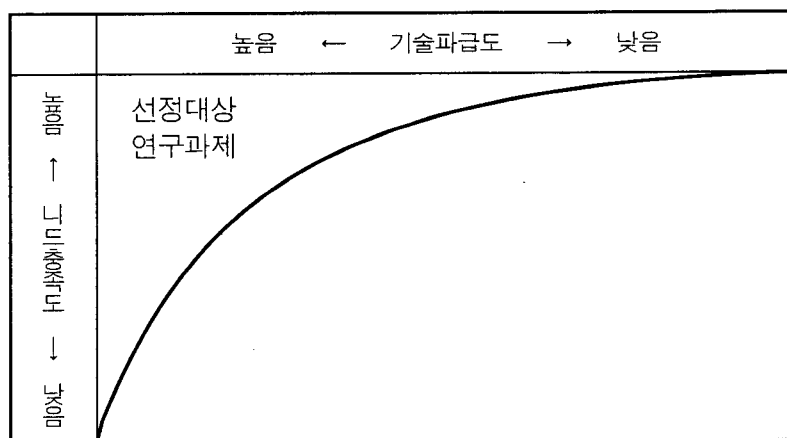
기술 유사도 분석에 의한 기술 그룹화 결과는 연구개발 전략의 효율적 추진을 위한 기술 연관 지도를 제공하고, 이로부터 핵심 연구 분야에서 주변 연구 분야로 확대되는 연구자원 배분 순위 및 시기와 같은 연구개발 전략의 기초자료로 활용될 수 있다.

연구과제의 선정은 경영전략과의 연계성, 기술·경제사회적 중요도, 기술의 선도성 및 복잡성, 개발의

시급성과 기술개발의 실현가능성 등을 종합적으로 평가하여 최종적으로 결정되어야 할 것이지만 제안된 연구과제들 중 일차적인 선별은 앞서 언급한 바와 같이 기술연관분석의 결과를 활용할 수 있다. 니드연관분석에서는 각 연구과제들이 연구개발 니드를 얼마나 충족시키는지 분석되고 시드연관분석에서는 각 과제들의 기술적 파급효과가 분석된다. 따라서 기술적 파급효과도 크고 연구개발 니드의 충족도도 큰 연구과제들이 우선적으로 선정될 대상과제가 되는 것이다. [그림 5]에서는 좌상부에 위치한 과제들이 우선순위가 높은 과제라 할 수 있으며, 이러한 연구개발 과제에 연구자원을 집중적으로 배분하여 효율적인 연구개발사업을 추진하여야 할 것이다.

IV. 결 론

본 연구는 기업차원에서의 연구개발 의사결정에 유용한 정보도출 방법론에 대한 실험적 접근이었으며, 국내에서는 정보통신과 건설기술을 대상으로 산업차원에서의 연구개발 분야별 우선순위를 평가해



[그림 5] 연구과제의 선정

보는 정도에서 그쳤던 기술연관분석에 대한 연구를 한국가스공사의 연구개발사업을 사례로 기업차원의 분석에 실제 적용해 봄으로써 그 유용성을 확장하였다. 니드기술과 시드기술로 분류하여 산업내의 기술 연관관계를 분석하였던 기존의 연구와는 달리 기업의 구체적 연구개발 니드와 연구과제, 그리고 시드기술의 연관관계를 분석해 봄으로써 기업이 연구개발 의사결정에 필요로 하는 다양한 정보를 얻을 수 있었다.

국내의 기존연구에서 이론적으로만 소개되었던 기술유사도 분석 및 기술그룹화 방법을 한국가스공사의 연구개발사업을 대상으로 실증해 봄으로써 유용한 기술연관지도를 그릴 수 있었고, 기술그룹별 기술 파급 행렬의 도입으로 기술그룹간 기술파급도의 계산이 가능해졌으며 이를 바탕으로 기술연관분석의 결과를 기업의 기술분야별 기술수준의 평가에 활용될 수 있는 기초자료를 제시하였다.

기술연관분석을 위한 니드와 시드의 도출시 많은 자료와 실무경험을 바탕으로 하였고 연구결과도 현실적 상황과 잘 부합되기는 하지만 보다 정확한 분석을 위해서는 각 분야별 전문가 집단의 의견수렴이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- 과학기술처, 「과학기술연감 및 과학기술연구개발활동조사보고」.
- 김태유 · 박경민, “사업포트폴리오의 기술시너지 효과 : 50대 재벌의 패널자료 분석”, 「기술혁신연구」, 제5권 제1호, pp. 15-43, 1997.
- 박병무 · 홍순기, “97 건설기술 연구개발사업 사전기획 연구”, 과학기술정책관리연구소, 1997.
- 서호익, 「산업 연구개발 투자의 경제효과 분석」, 성균관대학교, 석사학위논문, 1997.
- 안태호 · 이동엽, “자원제약을 고려한 R&D 프로젝트 선정문제”, 기술경영경제학회, 제9회 학술발표, pp. 57-67, 1996.
- 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.
- 임명환, “중점연구개발과제 도출을 위한 기술기획 모델-공공부문의 정보통신 기술개발계획을 중심으로”, 「기술혁신연구」, 제5권 제1호, pp. 266-287, 1997.
- 조현춘 · 김재천 · 박상덕, “R&D 투자에 대한 경제성 분석의 사례연구 -초전도 한류기 개발을 중심으로-”, 「기술혁신연구」, 제6권 제2호, pp. 159-177, 1998.
- 최희운 · 홍순기, 「첨단기반기술의 기술연관분석 및 사전조사 연구」, 과학기술정책연구평가센터, 1988.
- Adams, James D., “Fundamental Stocks of Knowledge and Productivity Growth,” *Journal of Political Economy*, 98(41), pp 673-702, 1990.
- Kameoka, Akio and Sei-ich Takayanagi, “Corporate Technology Stock and Its Implications”, *Proceedings of the 7th International Forum on Technology Management*, pp. 52-57, 1997.
- Goto, A. and K. Suzuki, “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., "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth", *Bell Journal of Economics*, Vol. 10, pp. 92-116, 1979.
- Jaffe, A., "Technological Opportunity and Spillover of R&D", *American Economic Review*, 76, No. 5, pp. 984-1001, 1986.
- Jaffe, A., "Demand and Supply influences in R&D Intensity and Productivity Growth," *Review of Economics and Statistics*, August 1988.
- Jaffe, A., "Characterizing the 'Technological Position' of Firms, with Application to Quantifying Technological Opportunity and Research Spillovers," *Research Policy*, 1989.
- Meijl, H., *Endogenous Technological Change: the Case of Information Technology. Theoretical Considerations and Empirical Results*, Ph.D. Dissertation. MERIT. 1995.
- Sato, Ryuzo and Gilbert S. Suzawa, *Research and Productivity*, Auburn House Publishing Company, 1983.
- Scherer, F., "Using Linked Patent and R&D data to Measure Interindustry Technology flows," in Z. Griliches, ed., *R&D Patents and Productivity*, University of Chicago Press, 1984.
- Schmookler, J., *Invention and Economic Growth*, Cambridge, MA.: Harvard University Press, 1966.
- Verspagen, B., "Measuring Intersectoral Technology Spillovers: Estimates from the European and US Patent Office Databases", *Economic Systems Research*, 9, pp. 47-65, 1997.
- Watanabe, Chihiro, "System Approach to an Analysis of the Effectiveness of R&D Assets", *Proceedings of the 7th International Forum on Technology Management*, pp. 46-51, 1997.

〈부록 1〉 연구분야 분류

초 저 온	생 산 공 정	배 관
초저온 기초기술 초저온설비 냉열이용기술	공정해석기초 공정자동화 및 최적화 공정기술지원	배관보수기술 공급설비기술 신공법 및 표준화 비파괴검사기술 PNG 배관관련기술 배관망 해석
방 식	계 량	분 석 및 평 가
부식감시 및 진단기술 설비방식기술	계량이론 계량설비 검교정기술	가스 분석 품질 측정 환경분석 손상해석
제 어 통 신	연 소 기 술 분 야	가 스 동 력
제어 및 통신 컴퓨터 시스템 D/B 구축 및 관리	고효율 연소기기 저공해 연소기기 연소기기 성능 진단	천연가스 차량 가스엔진 열병합발전 가스터빈 열병합 발전
가 스 냉 난 방	신 에 너 지	천 연 가 스 응 용 화 학
LiBr계 흡수식 냉난방기 NH3계 흡수식 냉난방기 제습식/흡착식 냉난방기 가스엔진구동 히트펌프	연료전지 가스경보기	천연가스 고부가가치 활용기술 대체연료 응용화학

〈부록 2〉 시드기술 분류

기획 · 조사	계획 · 설계	시공 · 제작
<p>[평가]</p> <p>S 001. 환경영향평가 S 002. 사업타당성평가 S 003. 경제성평가</p> <p>[조사]</p> <p>S 004. 지반조사 S 005. 지질조사 S 006. 해양조사 S 007. 입지선정조사 S 008. 지하매설물탐사 S 009. GPS/GIS 기술</p> <p>[시험 및 계측]</p> <p>S 010. 물리화학적 물성 S 011. 금속조직 S 012. 진원도 S 013. 전기적 측정 S 014. 잔류두께 S 015. 기밀시험 S 016. 연소진단 S 017. 연소호환성 S 018. Emission Measurement S 019. 분광분석</p> <p>[기타]</p> <p>S 020. 기하학적 형상 S 021. 미생물 생태</p>	<p>[해석]</p> <p>S 022. 구조해석 S 023. 공정해석 S 024. 에너지수지해석 S 025. 물질수지해석 S 026. 풍동해석 S 027. 동하중해석 S 028. 파피역학적해석 S 029. Risk Analysis S 030. 배관망해석 S 031. 열팽창-열수축해석 S 032. 열유동해석</p> <p>[계획]</p> <p>S 033. 도입계획 S 034. 수급계획 S 035. 시설투자계획</p> <p>[설계]</p> <p>S 036. 내진설계 S 037. 방폭설계 S 038. 방식설계 S 039. 내압설계 S 040. 단열설계 S 041. 기밀설계 S 042. 방음설계 S 043. 내진동설계 S 044. Emergency설계 S 045. Compact화 설계 S 046. Scale-up 설계 S 047. System Integration S 048. 시설물별 설계기준</p>	<p>[재료]</p> <p>S 049. 고강도 콘크리트 S 050. 초저온자재 S 051. 내식성자재 S 052. 고강도 강재 S 053. 특수강 S 054. 단열재 S 055. 경량자재 S 056. 박막재료 S 057. 내열자재 S 058. 고성능접착제 S 059. 화학제재 S 060. 기타 신소재 S 061. 용접봉 S 062. 인산형 전해질 S 063. 고체산화물 전해질 S 064. 전극 S 065. 흡착제</p> <p>[공법]</p> <p>S 066. 준설기술 S 067. 연약지반개량기술 S 068. 지반보강기술 S 069. 액상화방지기술 S 070. Prestressing 공법 S 071. 용접기술 S 072. 무발파굴착기술 S 073. 매립기술 S 074. 비파괴시험기술 S 075. 방식공법 S 076. 절연공법 S 077. 단열시공법 S 078. 극한지배관공법 S 079. 해저배관공법 S 080. 활배관보수기술 S 081. Foaming S 082. 금속성형 S 083. 화학합성/분해</p>

시드기술 분류 (계속)

운전 · 보수	안전 · 품질	기기 · 부품
S 084. Well Trajectory Supervision	S 122. Leak Detection	S 160. 멤브레인
S 085. Estimation	S 123. 긴급차단	S 161. 밸브
S 086. Mud Logging	S 124. 자동차단	S 162. 펌프
S 087. Casing Cementation	S 125. 긴급방산	S 163. 열교환기
S 088. Water Coning	S 126. 설비수명예측	S 164. Cryogenic Heat Exchanger
S 089. Sand Control	S 127. 성능평가	S 165. 유량계
S 090. Cushion Gas Alternation	S 128. 공급중단 Monitoring	S 166. 밀도계
S 091. Acid-gas Removal	S 129. NOx Reduction	S 167. 분석기기
S 092. Dehydration		S 168. Sensor
S 093. Mercury Removal	설비 · 장치	S 169. Pilot-flame System
S 094. C3/MR Cycle	S 130. 시추장비	S 170. Controller
S 095. Purging	S 131. Acid-gas Removal Column	S 171. Appliance Governor
S 096. Gauging	S 132. Drier Bed	S 172. 전기/전자부품
S 097. Cool Down	S 133. Absorber Column	S 173. 공기공급장치
S 098. Sampling & Gas Analysis	S 134. Fractionation Unit	S 174. Gas Filter
S 099. 액밀도조절	S 135. Stater/Helper Motor	S 175. Oxy-fuel Firing
S 100. 탱크압력조절	S 136. Expander	S 176. 재생기
S 101. 보냉	S 137. 냉열회수 시스템	S 177. 흡수기
S 102. 액위조절	S 138. 폐열회수 시스템	S 178. 제습기
S 103. BOG처리	S 139. 선적/하역설비	S 179. 냉각탑
S 104. 압력조절	S 140. 전기설비	S 180. Radiant Gas Burner/Infrared Heating
S 105. 온도조절	S 141. 질소설비	S 181. 소각로
S 106. 해수설비부식관리	S 142. 해수처리설비	S 182. 가스터빈
S 107. 수질관리	S 143. 소방설비	S 183. 가스엔진
S 108. 부취제관리	S 144. Instrument Air 설비	S 184. Heat Pump
S 109. 정압기술	S 145. Fuel Gas System	S 185. Compressor
S 110. 방식기술	S 146. 제어설비	S 186. 고압 연소기술
S 111. 지하저장	S 147. Vent/Flare 설비	S 187. 희박 연소기술
S 112. Simulation	S 148. ESD System	S 188. Low-energy Housing
S 113. Telecommunication	S 149. Detection System	S 189. Ball Seat
S 114. EDI/신호처리	S 150. BOG 처리설비	S 190. 저온용기
S 115. Load Forecasting	S 151. ORV	S 191. Fin Tube
S 116. Transmission Optimization	S 152. SMV	S 192. Water Bath
S 117. Cathodic Protection	S 153. 저장탱크	S 193. 발전기
S 118. Computer	S 154. 계량설비	S 194. 분쇄기
S 119. D/B 구축	S 155. Gas Heater	S 195. 냉동기
S 120. Magnetic Flux Leakage	S 156. Odorization 설비	S 196. Stirling Engine
S 121. Coal Gasification	S 157. 정압설비	S 197. Reformer
	S 158. Gas Holder	S 198. Cell Stack
	S 159. CNG 충전기	S 199. Inverter
		S 200. 차량용 연료용기