

## 정량적 평가방법에 의한 전력기술수준의 평가결과와 정성적 평가결과와의 비교검토

이근준\*, 강구택\*, 박희철\*, 박미란\*  
 충북과학대학\*\*, (주)그린넷파워\*

### : A Research on the Comparison between the Quantity Estimation and Media Survey Estimation of Electric Power Technology

Geun-Joon Lee\*, Ku-Taek Kang\*, Hee-Chul Park\*, Mi-Ran Park\*

Chungbuk Provincial University of Science & Technology\*\*, Green Network Power Corporation\*

**Abstract** - 우리나라 전력기술 수준의 평가는 전력기술 증장기 발전계획에 대한 기초자료로서 전력인프라의 투자, 연구개발정책의 수립, 예산배분의 기본 데이터로서 활용되고 있지만, 대부분의 기술수준 평가방법이 전문가 설문조사에 의한 정성적 평가에 그치고 있어 산업 현장의 데이터가 반영되는 데는 미흡한 점이 있었다. 본 논문에서는 이러한 단점을 보완하기 위해 전력기술전반의 수준 평가를 전력산업 각 부문의 계량지표를 근간으로 산출하는 방법에 의한 계량적인 기술평가를 시도하였다. 이 정량적 평가결과를 전문가의 정성적 평가결과 및 과학기술부 조사결과와 대비함으로써 그 차이를 논하고 향후 해석적인 기술평가를 위한 발전방향을 제시하였다.

#### 1. 서 론

전력산업 분야에 기술수준의 평가는 대부분이 정성적인 평가에 의존해 왔으며, 정량적 평가는 일부 분야에서 연구적 차원에서 시도된 바가 있었으나 제한된 데이터와 연구 인력 및 인프라의 문제로 인하여 전반적인 기술수준 평가에 미치지 못하였다. 따라서 본 연구에서의 기술수준 평가방법은 정성적인 방법과 정량적인 방법을 동시에 사용하였다. 정성적인 기술수준 평가는 전력분야의 전문가 집단 39명에 대해 설문조사를 수행하여 얻었으며, 정량적인 평가는 전력산업 전반에 대한 통계지표를 참고하여 수행하였다. 통계자료상의 한계로 인하여 전력산업 분야 중 일부 분야에 대하여는 정량적 평가가 불가능하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 정량적 평가방법

전력산업의 각 분야 기술 수준을 측정하는 방법으로는 기술 모수와 기능모수에 의한 방법이 있다. 기술 모수란 사용자가 바라는 효용을 얻기 위해 설계자가 제어하는 모수이며, 기능모수는 기술이 사용자의 요구를 만족시키는 정도를 측정하는 모수이다.

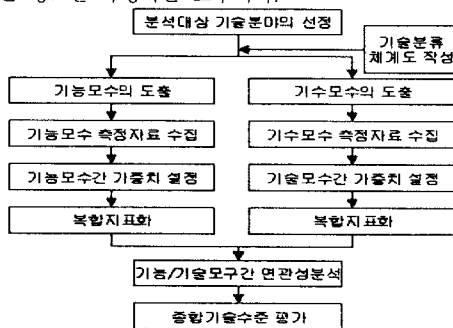


그림 1. 기술수준 평가방법

##### 2.2 기술 체계도의 작성

기술수준 평가의 첫 단계는 사회적 요구와 경영전략을 파악하여 확보해야 할 기술 분야를 체계화하는 일이다. 기술 분류는 크게 니즈기술, 요소기술, 공통기반기술, 그리고 이를 지원하는 공학 및 과학 등으로 구성된다. 전력산업의 기술 분류에 포함되어야 할 대상의 선정기준은 다음과 같다.

- 전력산업이 반드시 확보해야 할 핵심적인 기반기술 및 요소기술
- 기술 파급효과가 큰 기술
- 경제 사회적 중요도가 크고 성장가능성이 큰 기술

##### 2.3 기술평가지수(기능모수/기술모수)의 선정

###### - 선정기준

실제 측정 가능한 측정치, 기술 수준을 대표하는 측정치, 모든 분석 대상 기술 수단에 적용 가능한 측정치, 자료 수집이 실제 가능한 측정치를 선정함과 동시에 기능모수/기술 모수와의 구성 체계를 선정해야 한다.

###### - 니즈 기술의 도출

니즈 기술을 도출하기 위해서는 다음과 같은 단계적 접근을 사용한다.

- 1) 사회적 요구와 전력니즈의 연계
- 2) 니즈 패널의 구성
- 3) 사회적 요구의 분류와 계층화
- 4) 사회적 요구의 가중치 부여
- 5) 니즈 기술의 도출

###### - 요소기술의 도출

요소기술은 전반적인 전력기술의 발전에 필수적이며, 기술파급효과가 큰 핵심기술로서 기술모수와 유사개념이다. 니즈 기술을 구현하기 위해 필수적인 핵심기술인 요소기술은 기술의 원리 및 학문분야에 근거하여 분류된다.

##### 2.4 모수 간 가중치 설정

기능 모수간의 상대적 중요도인 가중치를 결정하기 위해 단순 설문조사와 분석적계층화과정(AHP : Analytic Hierarchy Process) 법을 사용하였다. AHP법은 의사결정에 있어서 이해배반적일지도 모르는 이론의 단순성(simplicity)과 이론의 복잡성(complexity)을 만족시키는 의사결정 지원도구이다.

###### - AHP 적용절차

- 1) 계층구조화
- 2) 쌍대비교
- 3) 기준 및 대안의 가중치 및 최종 가중치 도출

### 2.5 기술평가 모형

각 분야별 기술측정을 위해 선택된 일련의 모수들을 총합화하여 기술 수준의 정도를 나타내기 위해 Martino 모형을 사용하였다. 그 형태는 다음과 같다.

$$Score = \frac{A^u B^v (cC + dD + eE)^x (fF + gG)^y (1 + hH)^z}{(i + j)^w (1 + kK)^v} \quad (1)$$

여기서 대문자는 요인들을, 소문자는 요인별 가중치를 나타낸다. 여기서 가중치는 다음과 같이 표준화 된다.

$$c + d + e = 1 \quad (2)$$

$$f + g = 1 \quad (3)$$

$$i + j = 1 \quad (4)$$

$$a + b + z + y + x = 1 \quad (5)$$

$$w + v = 1 \quad (6)$$

요인 I, J, K 는 비용적인 성격으로 그 값이 증가되는 것이 기술 평가에 바람직하지 않은 요인을 나타낸다. 그 외의 요인들은 기술수준 평가에 바람직한 요인들이다.

### 2.6 기술연관 분석

#### - 기술 연관도 분석 모형

기술 연관 분석 모형은 분석 목적, 주제, 대상기간(단기, 중기, 장기)에 따라 달라지며, 복잡한 기술과 주변 관계를 명확히 하여 추약된 변수화하고, 이들 간의 상호 관계를 상세히 기술함으로써 성립되며, 정량화된다.

#### 2.6.2 분석방법

기술 연관분석에는 니즈기술과 요소기술 간의 관계를 나타내는 A 행렬과 이를 토대로 니즈기술 상호간의 연관도를 나타내는 B 행렬이 사용된다.

A 행렬에서는 니즈기술과 요소기술 간의 상호관계를 니즈기술에 사용되는 요소기술의 고급도에 따라 1,2,3 등급으로 표시한다.

표 1. A 행렬 (니즈기술-요소기술)

니즈기술 요소기술	발전기술	송배전기술	전력기기술	공사기술
전기공학	2	3	3	2
기계공학	2	1	3	1
재료공학	2	1	3	1
화학공학	1	1	1	1

## 3. 사례 연구

### 3.1 전력 기술수준의 평가과정

표 2. 전력기술수준의 정량적 평가과정

순서	항목	내용
1	전력기술 분류	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 중분류 7가지</li> <li>- 신재생, 발전, 유통, 전기기기, 전기공사, 전력기술, 전력환경</li> </ul>
2	7개 분야 기술지표 선정	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 국내지표(A) 및 국외지표(B)를 수집 공통 정보 영역 도출</li> <li>- 전문가 설문조사로 적합성평가</li> <li>- 측정단위, 데이터수집 가능여부, 가중치를 고려하여 지표 선정</li> <li>* 국외지표 대상국 - 일본, 미국</li> </ul>
3	7개 분야별 국외와의 비교 가능한 모수 선정	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 국외와의 비교 가능한 년도 지정</li> <li>* 공식통계자료(공통지표 A/B 추출)</li> <li>* 전문가 주관 평가자료(통계자료 없는 부분)</li> </ul>
4	1차 기능모수 선정	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 분야별 동일하게</li> <li>- 신뢰성, 경제성, 안전성 및 환경 친화성</li> <li>- 중요도 설문 조사</li> </ul>

5	2차 기능모수를 그룹화 복합지표 산출	* 3 개 그룹화(1차기능모수와 동일)
6	각 지표의 표준화	최선진국 10으로 되도록
7	모수 간 가중치 설정 (AHP 방법)	
8	복합 지표화 (Martino 모형)	* 각 지표에 대해 $\sum (가중치 \times a_n)$
9	종합기술수준 (Martino 모형)	* 7개 분야에 대해 예) 신재생분야 종합기술수준 (전력공급의안정화기술수준) <sup>a</sup> × (전력품질기술수준) <sup>b</sup> (...) <sup>c</sup> (...) <sup>d</sup> (...)

#### - 2차기능모수의 데이터 처리

각 전력산업분야별로 제시된 지표에 대한 자료를 국내외 (한국, 일본, 미국)로 수집한 결과, 수집가능 자료의 한계로 인하여 2차기능모수로 사용 가능한 것들은 극히 제한적이었다. 공통적으로 수집된 자료들을 중심으로 2차 기능모수로 선정하였다.

가. 데이터 수집결과와 기능모수화

나. 표준화

다. 모수 간 가중치 결정

라. 산업분야별 기술수준 산출

표 3. 정량적 평가에 의한 산업분야별 기술수준

#### a) 신재생

1차 모수	내용	한국	일본	미국
신뢰성	발전설비용량[MW] 설비 이용률[%] 연구개발 투자비[S]	2.907	6.485	10.000
경제성	발전단가[원/kWh] 변환효율[%] kW당 설비비[S/kVA]	4.990	5.242	10.000
안전 및 환경친화성	기여도(정유율)[%] 생산량[GWh](수력포함)	2.962	7.634	9.145
합계		3.358	6.532	9.670

#### b) 발전

1차 모수	내용	한국	일본	미국
신뢰성	에너지 국산화비율[%] 설비 이용률[%] 연구개발 투자비[S]	5.417	5.465	6.014
경제성	발전단가[\$/kWh] 발전산업1인당 부가가치생산량 발전소 에너지 변환[%] 발전생산성	8.406	5.464	7.060
안전 및 환경친화성	CO2발생비율[t/kWh] 비연소식 발전설비비율[%]	8.822	10.000	2.429
합계		6.921	6.553	4.740

#### c) 유통

1차 모수	내용	한국	일본	미국
신뢰성	1인당 전력소비량[kWh/인] 호당 정전횟수[회/호/년] 정전시간[분/호] 유통산업 연구개발 투자비	7.057	9.343	6.625
경제성	판매단가[\$/kWh] 부하율[%] 설비 손실율[%]	10.000	5.500	7.680
안전 및 환경친화성	1인당 전력소비량[%]	3.160	3.440	10.000
합계		6.202	5.976	7.799

#### d) 전력설비

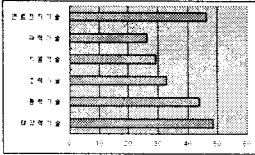
1차 모수	내용	한국	일본	미국
신뢰성	국제시장 점유율[%] 자급도	2.990	7.064	8.742
경제성	1인당 부가가치 생산량[\$/인]	4.501	3.007	10.000
안전 및 환경친화성		2.992	10.000	8.352
합계		3.331	6.273	8.932

### 3.2 정성적 평가방법

#### - 기술수준 조사방법

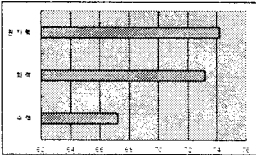
전력산업 각 분야 전문가 총 61인에 대해 전력기술 소분류 단위로 기술의 중요도와 선진국 대비 기술수준을 조사하였다. 설문대상은 산업계, 학계, 연구소에 재직 중인 10년 이상의 분야 전문가로 선정하였다.

가)신재생발전 산업분야



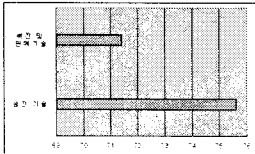
총합기술수준 40.02

나)발전 산업분야



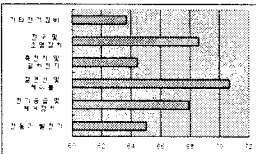
총합기술수준 71.77

다)유통기술 산업분야



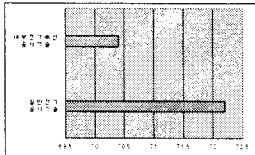
총합기술수준 73.58

라)전력기기기술 산업분야



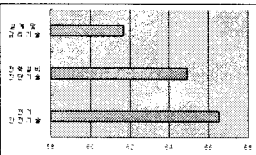
총합기술수준 66.73

마)전력설비 산업분야



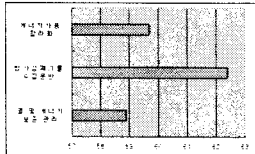
총합기술수준 71.31

바)전력기술 산업분야



총합기술수준 64.36

사)전력환경 산업분야



총합기술수준 60.37

그림 2. 정성적 평가에 의한 산업분야별 기술수준

#### - 기술수준 조사의 유의성

설문조사에 의한 기술수준 조사결과 유의성을 검토하고자 과학기술부 한국과학기술 기획평가원이 조사한 2003년도 기술수준 평가보고서의 결과와 비교하여 보았다. 그 결과 신재생발전부문에서 16%정도의 오차가 발생하였는데 이는 기술 분류에서 오는 영향으로 판단된다.

### 3.3 기술수준 종합 평가

전력산업 기술수준의 정량적 평가결과와 정성적 평가결과를 상호 비교한 결과는 다음 표와 같다. 정량적 평가결과와 정성적 평가결과 간에는 신재생 및 전력설비기술부문에서 20-30%정도의 오차를 보였는데 이는 산업지표를 위한 데이터의 한계와 설문 전문가들의 산업기술현황에 대한 인식오차로 사료된다.

표 4. 정량적·정성적 평가결과와 상호 비교

기술 분야	정량적 평가		정성적 평가 C (2005)	과기부 조사결과 D (2003)	평균수준 (B+C+D)/3	비고
	A (2002)	B (2005)				
1. 신재생	33.58	39.58	40.02	56.4	45.3	년 2% 증가 감안
2. 발전	69.21	75.21	71.77	67.5	71.5	상동
3. 유통	62.02	68.02	73.58	64.1	68.6	상동
4. 전력설비	37.30	43.30	66.73	68.6	59.5	상동
5. 공사			71.31		71.3	
6. 전력기술			64.36	59.0	61.7	
7. 전력환경			60.37	56.4	58.4	
평균	50.53	56.53	64.02	62.00	62.33	

비고 : 정량적 평가와 정성적 평가는 100을 기준.

## 4. 결 론

전력산업의 제반 지표에 의해 전력산업 기술수준의 정도를 정량적으로 접근하여 평가해보았다. 신재생발전, 발전 산업, 전력유통 산업, 전력기기 산업, 전력설비 및 전력기술 산업, 전력환경 산업 등 7개 분야에 대해 각각 산업의 특징을 나타낼 수 있는 기능모수를 선정하고 이들이 해당기술의 특성인 신뢰성, 경제성, 안전성 및 환경친화성에 대한 연관성을 AHP설문조사에 의해 결정하고 마르티노 모형에 의해 조합하여 기술수준을 산정하였다. 그 결과, 2002년도에 대한 우리 전력기술 수준을 최선진국기준 대비로 얻을 수 있었으며, 이를 설문조사에 의한 기술수준과 상호 비교하였다. 개선점은 다음과 같다.

1. 기술수준 평가를 위한 기반조성이 필요하다. 전력산업에 대한 기술 분류, 지표선정을 위한 전력산업 각 부문의 데이터가 부족하여 평가가 불가능하였다.
2. 설문조사에 의한 기술평가의 한계를 정량적 평가에 의한 기술수준평가로 발전시킬 수 있도록 지속적 연구가 필요하다.
3. 정량적 기술 수준평가의 정밀도를 향상시켜 이와 같은 데이터에 근거한 기술수준의 평가에서 출발한 전력산업분야 기술기획이 추진되어야 한다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] "기술수준 평가기법개발에 관한 연구", 한국전력공사 기술기획처, 1998. 6.
- [2] "과학기술예측조사(2005-2030) 미래사회전망과 한국의 과학기술", 과학기술부, 한국과학기술기획평가원 2005. 5
- [3] "2003년도 기술수준 평가보고서", 과학기술부, 한국과학기술기획 평가원, 2004. 2
- [4] "인프라 구축지원기술기반 조성사업의 중장기 목표 수립을 위한 기획조사 연구", 충북과학대 산업자원부 2005. 3.
- [5] "2001 Energy Status Yearbook", United Nations New York, 2004
- [6] "한국전력통계" 제 74호 한국전력 2004
- [7] "전기연감" 대한전기협회 2005