

## 전원별 종합적 비교평가를 위한 웹기반 설문지 설계

이성진, 안상하, 장순홍, 김태운\*, 김성호\*, 하재주\*  
한국과학기술원, \*한국원자력연구소

### Design of web-based questionnaire for comprehensive comparative assessment of various electricity generating systems

Sung Jin Lee, Sang Ha An, Soon Heung Chang, Tae Woon Kim\*, Seong Ho Kim\*, J.J. Ha\*  
Korea Advanced Institute of Science and Technology,  
\*Korea Atomic Energy Research Institute

#### 1. 서론

현재 우리나라는 원자력, 화력, 수력 등 다양한 발전원을 이용하여 날이 갈수록 늘어가는 국가의 전력 수요를 대처하고 있다. 석유자원의 가채년도가 50년이 채 남지 않았고, 전체 국민의 환경에 대한 인식이 점차 변하는 등 시대와 상황에 따라 바람직한 발전원을 미리 고려하여 점차 급증하는 전력수요에 대비하여야 한다. 한 국가의 지정학적 요건, 경제적 요건, 외교적 요건, 사회적 요건 등에 따라 그 국가에 맞는 발전원은 달라질 것이다. 따라서 국가의 구성원이 어떤 발전원이 바람직한 것이라고 생각하는 지에 대한 연구가 필요하다. 본 연구는 크게 경제적, 환경적, 사회적, 보건적 특성에 따라 구성원이 어떤 요소가 더 중요한지, 어떤 발전원이 각 특정요소에 더 적합하다고 생각하는지 알아보기 위해 설문조사를 하였다. 게다가 위에 4가지 특성 또한 시대와 환경에 따라 수시로 변할 수 있는 것이기 때문에 필요할 때마다 능동적인 설문조사를 위해 웹 기반 하에서 설문조사를 할 수 있는 형태로 제작을 하였다.

#### 2. 해석적 계층과정 기법을 이용한 비교평가 모델

사회 구성원이 생각하는 가장 적합한 발전원을 설문조사를 통해 분석하기 위해 해석적 계층과정(Alytic Hierarchy Process; AHP) 분석법을 도입하였다.[1] 예를 들어, 한 발전원이 경제성에서는 높은 점수를 받고 환경성에서는 낮은 점수를 받고, 다른 한 발전원이 경제성에서는 낮지만 환경성에서는 높은 점수를 받았다 했을 때, 경제성이 환경성보다 중요하다면 앞의 발전원이 후자보다 나은 발전원이겠지만, 반대의 경우에는 전자가 낫다고 할 수 있다. 설문조사를 통해 각각의 판단기준의 상대적 중요도를 얻은 후 AHP분석을 통해 가중치를 구한 후 통합하면 최종 점수를 얻을 수 있다. 이어서 첫 번째 항목의 점수는 상위 판단기준의 아래 항목인 세부 판단기준의 점수에 의해 계산된다.

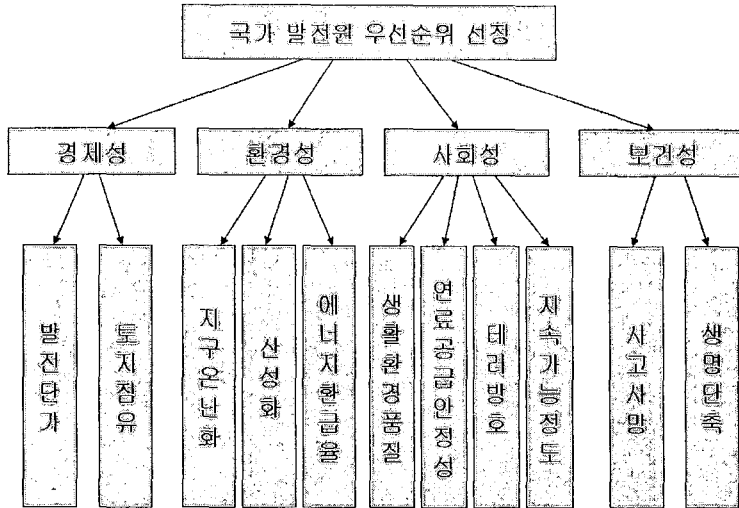


그림 1. 발전원별 사회영향 평가모델 구축을 위한 AHP 구조[1]

판단기준	세부 판단기준	설명
경제성	발전단가	동일전력을 생산하는데 드는 비용(건설경비 등 운영경비) 발전단가가 공급단가에 비해 싸야 이득을 볼 수 있다.
	토지점유	원하는 양의 전력을 생산하는데 필요한 발전 면적 영토가 작은 나라일수록 토지점유가 심한 발전원은 부담이 될 수 있다.
환경성	지구온난화	발전원별 지구 온난화에 미치는 영향. 이산화탄소를 비롯한 온실가스의 양이 많아져 지구 온도가 높아진다.
	산성화	발전원별 환경 산성화에 미치는 영향. 아황산가스등이 대기 속에 머물다가 비에 섞여 내리는 산성비가 주원인이며 나무를 말라죽게 한다.
	에너지환급율	발전원별 수명주기동안 에너지소비에 대한 에너지 생산 비율
사회성	생활환경품질	발전원이 환경에 미칠 영향(예: 소음, 시각적 영향, 냄새, 그림자, 먼지 등)
	연료공급안정성	발전원별 전력생산에 필요한 연료의 확보안정성
	테러방호	발전원별 테러 방호의 정도
	지속가능성	상용발전을 안정적으로 오랜 기간 지속시킬 수 있는 척도
보건성	사고사망	발전원별 전 과정 사고 발생 시 재해 사망자 수
	생명단축	발전원별 발전원 주변 주민이나 작업자의 생명단축 연수

표 1. 발전원별 사회영향 평가모델을 위한 4대 판단기준 및 세부 판단기준 리스트

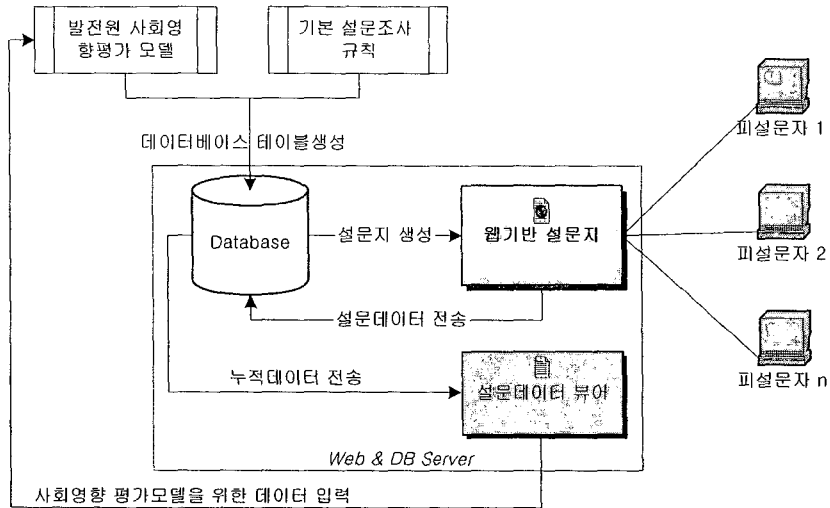


그림 2. 웹기반 설문지 프로세스

4대 판단기준과 11개 세부 판단기준은 여러 다른 나라의 기준들을 종합해 우리의 여건에 맞게 선정하였다.[2,3] 대 판단기준과 세부 판단기준의 구성은 그림 1과 같다. 4개의 판단기준에 대하여, 쌍대비교(Pairwise Comparison)에 의한 중요도 질문으로 각각 항목의 중요도를 얻기 위해선 6번의 비교가 필요하다. 이렇게 해서 얻은 각 항목의 Weighting Vector를 각 항목의 점수에 곱하면 최종 점수를 얻을 수 있다. 한 예로 경제성의 점수를 얻는 방법은 경제성 항목의 세부 판단기준인 발전단가와 토지점유의 중요도를 설문으로 얻은 다음, 각 항목의 발전원별 점수를 마찬가지로 Weighting Vector를 곱해 얻을 수 있다. 경제성, 환경성, 보건성의 세부 항목들은 실제 데이터에 의해 점수를 산출할 수 있지만, 사회성의 항목들은 정량적 수치로 나타내기 어려운 항목들이기 때문에 구성원의 설문조사를 통해 주관적 정량화를 사용한다. AHP분석은 각 항목들 간의 직접적인 중요도 비교를 하기 때문에 설문자가 충실하게 응답하였는지 일관성을 측정할 수 있어서, Garbage Data를 식별할 수 있다. 이번 설문조사에서 채택한 판단기준들에 대한 설명은 표 1에 나와 있다.

### 3. 웹기반의 설문지 개발

본 연구에서 설문지 작성을 위한 기본 모델에서는 4개의 판단기준과 11개의 세부 판단기준이 적용되었지만 이는 가변적이 될 수 있다. 따라서 설문양식 또한 수시로 변할 수 있다. n개의 판단기준을 상호비교하기 위해선  $nC_2$ 개의 설문이 필요하다. 판단기준의 개수와 항목에 따라 설문지의 모습은 틀려지게 된다. 따라서 일반 HTML문서가 아닌 ASP(Active Server Page)환경에서 설문지를 작성했다. DB(Database)에 있는 판단기준의 개수와 명칭

DB Table	Table 종류	하위컬럼수	Description
1	신상정보	3	설문자 신상정보, 원자력 찬성여부
2	발전원별 중요도	8	발전원별 중요도 순위
3	판단기준 중요도	7	판단기준간 상대적 중요도
4	세부판단 순위	12	세부판단간 중요도 순위
5	세부판단 중요도	11	세부판단간 상대적 중요도
6	사회성내발전원순위	28	사회성 판단기준의 발전원별 순위

표 2. 분석을 위해 사용된 Database Structure

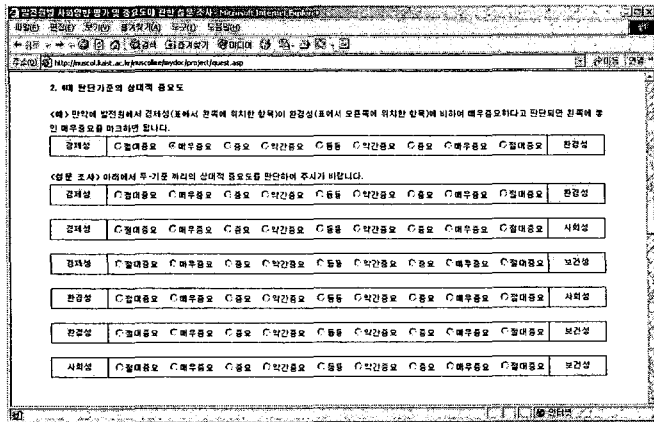


그림 3. '상대적 중요도'를 조사하는 문항

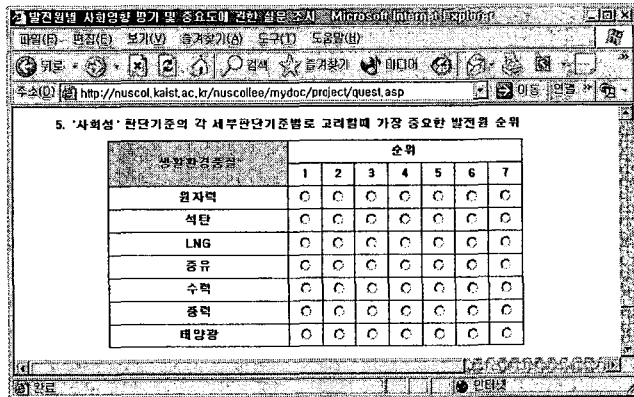


그림 4. '순위'를 조사하는 문항

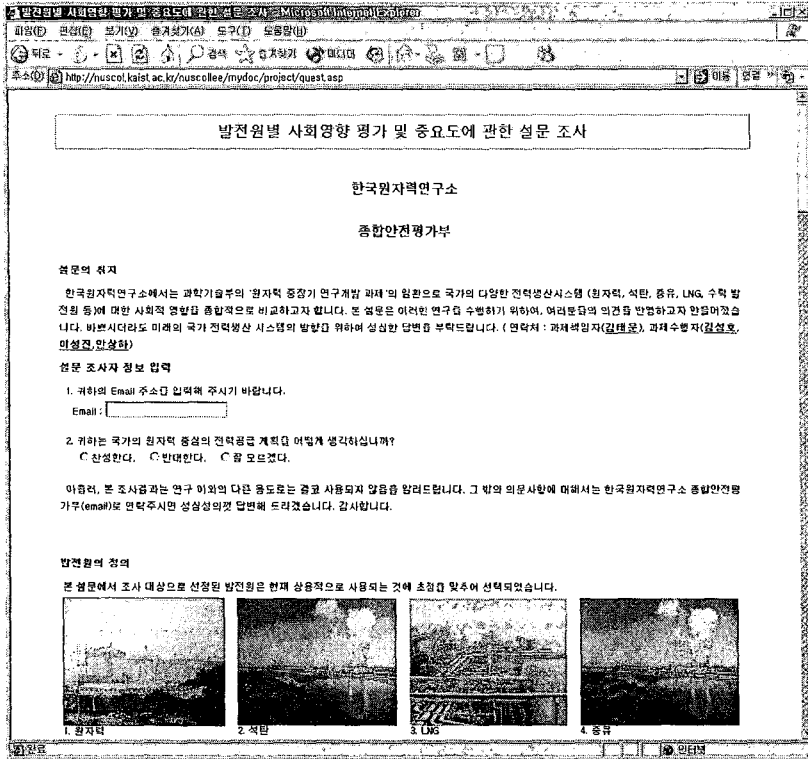


그림-5. '발전원별 사회영향 평가'를 위한 웹기반 설문지

에 따라 설문지는 자동으로 형성이 되도록 하였다. 그림 2는 발전원별 사회영향 평가 모델과 웹기반 설문지의 상호 워크플로우 및 최종 설문대상의 응답에 대한 데이터플로우를 나타낸 구조도이다. 이 구조에 의해서 본 연구에서 개발한 웹기반 설문지는 다양성을 충분히 표현할 수 있으며, 변화에 능동적으로 대처할 수 있는 능력을 갖게 되었다. 사회영향 평가 모델을 운용하는 연구자는 설문지를 작성하는데 소요되는 시간 비용을 절감하도록 설계되었다.

본 연구의 모과제에서 설정한 판단기준의 개수와 명칭을 웹기반 설문지 작성의 기본 데이터로 설정하고 ASP를 이용하여 설문지를 작성한다. 작성자가 설문을 완성하면 잘못된 응답이 없는지 검사하고 문제가 없으면 DB에 저장하도록 하였다. 이렇게 해서 쌓인 DB를 Microsoft Excel Format으로 변환하여 AHP분석을 가능하도록 만들었다. 표 2에 본 연구에서 개발된 개략적인 DB 구조와 설명이 나와 있다. DB의 첫 번째 테이블에는 중복방지를 위해 일련번호와 피설문자의 Email, 국가의 원자력중심 전력공급정책에 대한 찬반의견으로 구성했다. 두 번째 테이블에는 피설문자가 생각하는 바람직한 발전원 순위를, 세 번째 테이블에는 4대 판단기준의 상대적 중요도에 대한 응답, 네 번째 테이블에는 전체 세부판단기준

의 주관적 순위에 대한 응답, 다섯 번째 테이블에는 판단기준하에 세부판단기준간의 상대적 중요도에 대한 응답, 여섯 번째 테이블에는 사회성 판단기준의 각 세부판단기준별로 고려할 때 가장 중요한 발전원 순위에 대한 응답으로 구성하였다. 그림 3은 4대판단기준의 상대적 중요도를 묻는 설문문항이다. 왼쪽에 '경제성', 오른쪽에 '환경성'이 있을 때, 두 판단기준간 상대적 중요도를 고려하여 가운데 있는 동등을 기점으로 선택을 할 수 있다. 경제성이 환경성에 비해 매우 중요하다고 생각하면 왼쪽의 매우 중요를 클릭하면 된다. 반면 사회성에서 발전원별 순위는 정확한 객관적인 데이터가 없기 때문에 앞서 언급한 대로 설문조사로 대신하였다. 그에 대한 형식은 다음 그림 4와 같으며, 사회성의 세부판단기준 중 '생활환경품질'에 대한 각 발전원별 순위를 알아보는 설문이다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 전원별 종합적 비교평가를 위해 웹기반의 설문조사 개발 방법을 연구하였다. 그림 5는 최종 개발된 웹기반 설문지의 모습을 보여주고 있다.[6] 가변적인 설문 형식을 고려하여 설계하였기 때문에 다양한 설문조사에서 간단히 응용되어 쓰일 수 있다. 그리고 분석된 자료를 통해 국가의 향후 전력 공급에 방향을 제시할 수 있을 것이다. 향후에는 설문 분석 결과를 토대로 좀 더 보완된 설문 형식을 추진할 수 있을 것이다. 또한, 본 연구에서 개발된 웹기반 설문지에 대한 사용성 평가를 수행한다면, 보다 효율적이며 객관적인 설문조사를 수행할 수 있을 것으로 확신한다.

#### 감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력증강기 연구개발 과제의 일환으로 한국원자력연구소 종합안전평가부에 의하여 수행되고 있습니다. (과제명: 발전원별 종합위험도 비교평가 연구, 과제책임자: 김태운, 과제기간: 2002-2004)

#### 참고문헌

1. Seong Ho Kim, Tae Woon Kim, J.J. Ha, Sung Jin Lee, Soon H. Chang, "Comprehensive Comparative Assessment of National Energy and Power Systems", 2004 KNS Autumn Meeting, Yong Pyung, Korea
2. European Commission (EC), ExternE project, Externality of Energy, EC, 1995.
3. IAEA, Sustainable development and nuclear power, Vienna, 66pp., 1997
4. 권영길 외, "ASP+ +", 마이트Press, 2000
5. <http://www.taeyo.pe.kr>
6. <http://nuscol.kaist.ac.kr/nuscollee/mydoc/project/quest.asp>

경의 국제규범에 비추어, 이에 대비한 환경영향 분석능력을 배양하기 위해서는 향후 국가 DB 작성시 관련분야 LCA의 전문가들과의 협업이 반드시 이루어져야 하며 동시에 점진적으로 우리 실정을 반영한 LCI-DB 개발과 같은 노력이 병행되어야겠다.

## 참 고 문 헌

1. 이건모, '환경영향평가 지수 개발 I (Eco-Indicator)', 1999.
2. 정환삼 외, "전수명주기평가를 통한 원전의 환경영향 분석 모형 구축", 한국원자력연구소, 2002.
3. 황용우 외, "LCA 기법을 이용한 원자력에너지의 청정성 평가 및 기술적 홍보제고 방안", 과학기술부, 2003.11.
4. IAEA, 'Comparison of energy sources in term of their full-energy chain emission factors of greenhouse gases', 1996. 7
5. Kun-Mo Lee, Sang-Young Lee and Tak Hur, "Life cycle inventory analysis for electricity in Korea", Energy 29(2004) 87-101, 87~101.