

AHP 기법을 적용한 민간 기업의 신재생에너지 평가항목에 대한 연구

홍정만*

요 약

본 연구에서는 민간기업의 신재생에너지 투자 의사결정과 관련된 주요 평가항목을 도출하고, 각 항목의 가중치를 분석하였다. 평가항목 가중치 분석을 위해 신재생에너지 관련 전문가 그룹의 특성에 따라 사업투자, 시장 분석, 에너지 운영 전문가 그룹으로 나누고 각 전문 분야에 따른 가중치 특성과 차이점을 분석하였다. 신재생에너지 투자 의사결정 관련 7개의 평가항목을 도출하였고 각 항목에 대해서는 전문가 그룹들을 대상으로 AHP(Analytic Hierarchy Process)기반의 쌍대비교 설문을 실시하였다. 설문 결과 경제성, 정부 정책, 설비투자 규모 관련 항목이 높게 평가되었다. 또한, 전문가 그룹별 평가항목 가중치가 서로 다르다는 점을 확인할 수 있었는데, 기술, 설비투자규모, 발전에 대한 통제 관련된 평가항목의 가중치 차이는 통계적으로 의미 있는 수준이었다. 이러한 차이점 분석을 통해 민간부문의 신재생에너지 확산의 한계와 향후 개선 방안에 대한 시사점을 제시하였다.

주요 단어 : 신재생에너지, 투자 평가항목 가중치, AHP
경제학문헌목록 주제분류 : C44, C51, C83

* LG CNS, Entru Consulting Partners 총괄컨설턴트, 공학박사. hongjungman@gmail.com

I. 서 론

과학기술의 발전은 인류 삶의 질을 향상시켰지만, 산업화에 따른 화석연료 사용 증가는 지구 온난화 현상을 가속시키고 있다. 실제로 지구 평균 온도는 지속적으로 상승하여 지난 100년간(1906년~2005년) 0.74℃가 상승하였다. 특히 한반도의 평균 온도는 지난 96년간(1912년~2008년)간 1.7℃가 상승하여 전세계 평균 기온 상승을 상회하는 현상을 보이고 있다.

또한 에너지 사용의 증가는 화석연료 고갈에 대한 위기감을 고조시키고 있다. 일례로 대표적인 화석 연료인 석유 가격은 최근 100달러 이상까지 치솟는 등 불안한 가격 행보를 보이고 있다. 화석연료는 2030년에도 전체 에너지 사용의 80%를 차지하여 중요한 에너지 자원의 위치를 유지할 전망이다. 특히 우리나라와 같이 전체 에너지 사용의 96.5%를 수입에 의존하는 에너지 수입 국가에서는 에너지 위기가 더욱 심각하게 받아들여지고 있다.

최근 화두가 되고 있는 녹색성장은 이러한 국가적인 위기를 극복하고 성장을 위한 기회로 활용하고자 하는 국가 생존 전략인 셈이다. 최근 정부에서 발표한 ‘저탄소 녹색성장 전략’은 현 위기의 극복뿐만 아니라 우리나라가 선진국으로 진입하기 위한 새로운 아젠더로 본격적으로 부각되고 있다. 서두에서 언급한 바와 같이 성장을 위해 파괴되었던 녹색환경을 ‘지속 가능한 성장’ 개념으로 발전시킴에 따라 녹색성장 전략은 경제성장의 패러다임 변화, 합리적인 소비, 산업구조 고도화 등을 포함한 광범위한 국가전략으로 대두되고 있다.

정부의 신재생에너지 활성화 노력과 더불어 신재생에너지에 대한 민간산업 부문의 적극적인 참여도 예상된다. 현재와 같이 대규모 발전 설비 증설을 통한 에너지 소비 대처는 이미 한계에 도달하고 있으며, 다양한 대체에너지를 활용한 소규모 발전설비는 환경적인 측면뿐만 아니라 장기적으로 기존 에너

지원을 경제적으로 대체할 수 있는 방법이라고 기대되고 있다. 최근에 활성화되고 있는 마이크로그리드에 대한 연구는 미래의 분산화된 발전 및 전력운영 환경에 대한 기대를 반영하고 있다. 이러한 마이크로그리드 환경에 필요한 소규모 신재생에너지 발전/운영 설비는 미래 성장 산업으로 기대되고 있다.

하지만, 저탄소 녹색성장을 추진하는 것은 쉬운 문제는 아니다. 신기술 및 신재생 에너지의 도입 없이 현재의 화석연료를 사용하는 에너지 기술은 막대한 양의 온실가스를 유발할 수밖에 없기 때문이다. 온실가스의 대부분은 화석연료의 사용에서부터 발생한다. 온실가스 감축을 위해서는 에너지 생산을 줄이거나 새로운 에너지로 전환해야 한다. 이는 단순히 정부를 포함한 공공부문의 노력만으로는 달성될 수 없을 것이다. 국가차원의 ‘저탄소 녹색성장 전략’의 달성을 위해서도 민간 부문의 적극적인 참여가 현실적으로 고려되어야 한다.

본 연구에서는 AHP 기법을 이용하여 민간 기업의 신재생에너지 도입 의사결정을 위한 사업타당성 평가기준을 제시하고자 한다. 환경에 대한 중요도가 높아짐에 따라 신재생에너지 도입이 증가하고 있지만 수익성과 경제성을 중요시하는 민간기업 관점의 평가 기준은 부재한 상황이다. 이에 신재생에너지 사업 추진의 중요한 척도가 되는 사업타당성 평가지표를 외생적(external) 관점과 내생적(internal) 관점에서 도출하고 가중치를 부여하여 신재생에너지 사업의 합리적인 추진의 기초자료로 활용 가치를 제공하고자 한다. 민간기업의 신재생에너지 사업 평가 기준에 대한 합리적인 가중치를 제시하여 신재생에너지 사업 타당성 검토에 실질적인 도움이 되는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위해 민간 산업 분야에서 신재생에너지 도입 의사결정시 고려되고 있는 평가항목에 대해 AHP 기법을 적용하여 상대적 중요성을 평가하였다. 신재생에너지 도입을 위한 민간 기업 차원의 타당성 분석을 위한 평가항목을 도출하였으며, 평가항목간의 상대적 중요성(또는 가중치)을 AHP 기법을 적용하여 평가하였다. 본 연구 결과는 향후 신재생에너지를 도입하고자 하는 기업에게 가이드를 제공하고 민간부분의 신재생에너지 활용을 촉진하고자 하는 정부 정책 수립에 방향성을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

II. 선행 연구

AHP 기법은 에너지 관련 의사결정 지원도구로 최근 많이 활용되고 있다. Pohekar et al.(2004)의 연구에 따르면 AHP기법은 신재생에너지 계획, 에너지 자원할당, 에너지관리체계 마련, 에너지전송 관리, 에너지사업 계획, 전력설비 계획 등에 널리 적용되어 왔다.

AHP 기법이 적용된 기존 연구를 상세히 살펴보면 다음과 같다. Jaber et al.(2008)은 AHP 기법을 적용하여 가정 난방 에너지로 신재생에너지의 경제적 타당성을 분석하였다. Nigim et al.(2004)은 주거지역내 에너지 공급원 최적 비율 결정 방법으로 AHP 기법을 제시하였다. Nigim et al.(2004)의 연구는 특성이 다른 다양한 에너지 자원에 대해서 AHP 적용을 통해 빠른 시간에 동일한 기준으로 평가할 수 있는 방법을 제시하였다는 점에서 의미가 있다. Haydar et al.(2004)은 풍력 발전소 위치 선정시 AHP 적용 방안을 제시하였다. 풍력 발전을 위한 최적의 위치 선정은 실제로 오랜 기간 동안 자연환경을 관측하여 최적의 위치를 결정해야 한다. 짧은 기간에 에너지를 확보해야 하는 경우 최적 위치 선정에 위한 충분한 데이터를 확보하기 어려울 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 AHP 적용 가능성을 제시하였다. Araín Carrión et al.(2008)은 기존 전력선에 연결된 태양광 발전 설비의 최적 위치 선정 의사결정 방법으로 AHP를 제안하였다. Lee et al.(2009)은 태양발전 프로젝트 선정을 위한 기회, 비용, 위험 평가를 위해 AHP 적용 모델을 제시하였으며, Terrados et al.(2009)은 에너지 계획 수립 모델 및 에너지 계획 수립을 위한 hybrid methodology를 제시하였다. Heo et al.(2010)에서는 한국의 신재생 에너지 확산정책을 위한 평가 요소를 AHP 기법을 적용하여 분석하였으며, 신재생에너지 확산 및 평가 정책 수립을 위한 기술적, 수요, 경제적, 환경적, 정책적 5가지 주요 기준을 제시하였다. 국내 연구 사례로는 변수영(2010)은

신재생에너지를 복합적용할 경우 신재생에너지 시스템 선정에 영향을 미치는 요인의 중요도를 평가하였다. 장기윤(2010)은 기업차원에서 신재생에너지 분야에 진출하기 위한 평가기준을 제시하였다. 이수주(2010)는 풍력 발전 시 요구되어지는 요인들의 상대적 가중치를 AHP를 이용하여 산정하고 부산시의 풍속과 풍향의 특징을 나타내었고 지형 공간정보체계를 이용하여 풍력발전에 적합한 후보지 선정 연구를 수행하였다. 그 외에도 김성호(2006), 이지영(2010), Wang et al.(2002), Elkarni et al.(1998), Zong et al.(1997), Akash et al.(1999) 등이 신재생에너지 의사결정 문제에 AHP기법을 적용하였다. AHP 기법은 신재생에너지 관련되어 복잡한 의사결정 모델의 평가내용 계량화, 다양한 전문가들의 의견 종합 등이 가능하여 비교적 널리 쓰이고 있는 의사결정 기법 중 하나이다.

본 연구는 신재생에너지 발전소 투자 또는 생산설비 등에서 사용하는 에너지원을 신재생에너지로 대체 등 민간기업의 신재생에너지 투자시 고려해야 하는 평가항목 정의를 통해 민간기업의 신재생에너지 활용 확산시 중요하게 고려하고 있는 평가항목과 가중치를 제시했다는 점에서 기존 연구와 차별성이 있다.

Ⅲ. AHP 기법 소개

AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법은 1972년 Satty(1998)에 의해 개발된 다기준 의사결정(Multi-Criteria Decision Making : MCDM)기법 중 하나로 다수의 속성들을 분류하여 각 속성의 중요도를 파악함으로써 최적 대안을 선택하는 기법을 말한다. AHP는 의사결정의 여러 요소들을 계층 구조화하고 같은 계층에 있는 요소들에 대한 상대 평가를 통해 각 요소들이 가지는 중요도(weight)를 산출하는 방법을 제공하며, 의사결정의 여러 요소들에 대한 상

대적 중요도를 기반으로 최적 대안을 선정할 수 있는 방법을 제공한다. AHP 기법은 의사결정 프로세스를 체계적으로 분해하고 여러 평가항목의 가중치를 쌍대비교(Pair-wise Comparison)에 의하여 단계적으로 도출함으로써 객관적인 평가 요인은 물론 주관적인 평가요인도 포함할 수 있어 활용도가 높은 의사결정 기법이다. 특히, AHP 기법은 적용방법이 간결하고 의사결정을 쉽게 표현할 수 있어 시간과 비용 효율성은 물론이고 의사결정의 질을 높일 수 있다는 장점을 가지고 있다.

일반적으로 AHP 기법 적용 단계는 AHP 모델 정의, 설문을 통한 관련 요소간의 쌍대비교 판단(Comparative Judgment), 가중치(중요도)의 계산, 복합가중치 계산, 대안 평가 및 분석의 5단계로 구성된다. 본 연구에서는 신재생에너지 대안에 대한 평가가 아니라 신재생에너지 평가시 고려되어야 하는 항목을 정의하고 각 항목간의 가중치 계산이 주요 목적이므로 AHP의 복합가중치(중요도) 계산 단계까지 적용된다(권민영, 2006).

AHP 모델 정의 단계에서는 의사결정 문제를 상호 관련된 평가 항목들의 계층으로 분류하여 AHP 모형을 설정한다. 즉, 신재생에너지 도입시 고려되어야 할 요소 또는 평가 기준들을 정의하여 AHP 모형으로 삼게 된다. AHP를 대안 평가 방법으로 활용할 경우 평가 기준과 선택할 수 있는 대안들까지 포함하여 AHP 모형을 정의하게 된다. 신재생에너지는 설치 위치의 자연환경, 도입시점의 정부 및 지방자치단체의 정책(incentive) 등에 따라 최적의 신재생에너지가 달라질 수 있으며 본 연구에서는 특정 위치에 도입될 신재생에너지를 선택하는 연구가 아니기 때문에 대안평가는 고려하지 않았다.

쌍대비교 판단에서는 의사결정 속성들 간의 선호도 상대 평가를 통해 쌍대비교 자료를 수집한다. 이 단계에 포함된 정성적 평가를 위해 Satty는 9점 척도를 사용하여 쌍대비교시 중요도의 척도를 나타내었다. AHP에서 9점 척도를 사용하는 것은 심리학의 ‘자극-반응 이론에서’ 도출된 방법을 적용한 것이다. 본 연구에서는 신재생에너지 평가 기준 또는 지표간의 쌍대비교를 설문을 통해 수행하게 된다. 다수의 신재생에너지 전문가 그룹을 구성하여 평가 지표

들 간의 상대적인 중요도를 설문지를 통해 조사하였다.

가중치(중요도) 계산은 고유벡터법(Eigen Value)을 사용하여 평가지표간의 상대적 가중치(또는 중요도)를 추정한다. 평가된 쌍대비교 결과들을 이용하여 각 평가 항목들의 상대적 가중치를 얻기 위해서 고유벡터법이 널리 사용된다. 먼저 개별 평가자의 설문 평가를 종합하기 위하여 개인의 쌍대비교행렬에 고유벡터 계산법을 적용하여 가중치와 평점에 대한 우선순위 벡터를 구하여야 한다.

평가항목 i 를 평가항목 j 와 비교하여 어느 정도 중요한지를 나타내는 상대적 중요도를 a_{ij} 라 하면 쌍대비교행렬 A 는 다음과 같다.

$$A = [a_{ij}] = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \cdots & \frac{w_2}{w_n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \cdots & \frac{w_n}{w_n} \end{pmatrix}$$

여기서, $w_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 는 i 번째 평가항목의 가중치를 의미하며, 이 행렬은 원소 a_{ij} 에 대하여 $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ 관계가 성립하는 역수 행렬이 된다. 일반적으로 $n \times n$ 의 쌍대비교행렬 A 에 대해서, 식 $AW = \lambda W$ 을 만족하는 스칼라 λ 와 그에 대응하는 $n \times 1$ 의 고유벡터 $W = [w_i]$ 가 존재하는데, 고유벡터 W 가운데서 $\sum W_j = 1$ 을 만족하는 정규화된 고유벡터가 상대적 가중치가 된다.

쌍대비교행렬 A 로부터 고유벡터 W 를 구하는 방법은 식 $(A - \lambda I)W = 0$ 에서 고유벡터 W 가 영벡터가 아닌 해를 갖으려면 행렬 A 는 식 $|A - \lambda I| = 0$ 을 만족시켜야 한다. 식 $|A - \lambda I| = 0$ 에서 특성방정식의 근 $\lambda_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 중에서 최대인 $\lambda_{\max}$ (즉, 최대고유치)을 구한다. 이 고유치 $\lambda_{\max}$ 에 대응하는

고유벡터 중에서 $\sum W_j = 1$ 을 만족하는 정규화 고유벡터(normalized eigen vector)가 그 계층내의 요소간의 가중치가 된다.

AHP 기법은 주관적인 판단인 설문에 기초한 쌍대비교에 의해서 얻어지므로 평가요소간의 상대적 중요성을 비교할 때 설문결과의 일관성이 얼마나 유지되고 있는지가 문제가 된다. 여기서 일관성이란, 가령 A, B, C를 비교할 때 중요성의 정도에서 $A > B$ 이고, $B > C$ 이면, $A > C$ 이 성립해야한다. 만일 주관적인 판단 과정에서 $C > A$ 로 평가한다면, 이는 일관성이 없다고 말한다. 설문을 수행하는 개별 평가자의 일관성지수를 산출하여 응답일관성이 낮은 응답자에게 설문을 다시 수행하게 한다. AHP 분석에서 일관성의 결여는 신뢰성의 부족을 의미하므로 결국 평가의 질(quality)과 관련되어 있다. 일관성지수(Consistency Index; CI)는 가중치나 기여도의 크기와 순서에 대한 일관성 정보를 제공한다. 일관성지수는 식 $CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)}$ 을 통해 구할 수 있다. 이러한 일관성지수를 통해 일관성비율(Consistency Ratio; CR)을 구할 수 있다. 일관성비율은 일관성지수 및 무작위지수(Random Index; RI)의 비로 구해진다. 무작위지수는 Saaty(1980)에 의해 표본크기 500으로 무작위로 발생시킨 행렬의 평균 일관성지수에 해당한다.

복합가중치 계산 단계에서는 개별평가자의 결과를 종합하여 상대적 가중치를 계산한다. 마지막의 대안 평가 및 분석에서는 산출된 복합가중치를 대상으로 전체적으로 동일 기준을 적용하기 위해 규준화(normalize)시키며 규준화된 복합가중치를 토대로 대안에 우선순위를 부여한다.

IV. AHP 모형 설계 및 적용

1. AHP 모형 설계

신재생에너지 도입 의사결정 모형에 포함될 수 있는 신재생에너지 평가항목은 정책, 환경 등과 관련된 외생적 관점과 기술, 투자규모, 경제성 등 내생적 관점 등으로 구분될 수 있다. 외생적 관점의 평가항목은 개별적인 사업 내용에 관계없이 평가할 수 있는 것이며, 내생적 평가항목은 개별 사업별로 그 내용이 달라질 수 있는 것으로 구분될 수 있다. 신재생에너지 투자의사 결정에는 이러한 다양한 평가 항목들이 복합적으로 상호작용하고 있으므로 AHP의 계층적 구조에 의한 문제 분석과 평가항목에 정량적 평가가 최적으로 적용될 수 있다. AHP 적용시 신재생에너지 투자, 연구, 시장분석, 운영 등의 다양한 이해관계자 의견을 일관성 있게 검증할 수 있으므로, 모형의 신뢰성을 높일 수 있을 것이다.

신재생에너지 도입 의사결정 모형에 적용될 평가 항목을 도출하기 위해 기존의 연구결과들을 조사하였다. 기존 연구결과는 신재생에너지 도입에 관련된 공공 정책 방향 수립, 정부 관점의 투자의사결정, 신재생에너지 확산 지원 등을 수행하기 위해 고려해야 하는 요소의 평가 등을 주요 대상으로 하고 있다. Tzeng et al.(1990), Wang et al.(2002), Elkarni et al.(1998), Zong et al.(1997)은 신재생에너지 도입에 관련된 공공 정책 방향 수립에 관련된 주제를 다루고 있다. 정부 관점의 투자의사결정 모형은 Yedla et al.(2003), Chattopadhyay et al.(1998), Akash et al.(1999)에서 주로 논의되었다. 배정환(2007), McDaniel(1996), Voropai et al.(2002), Beccaliet et al.(2003)은 신재생에너지 확산 지원에 관해 논의하였다. 본 연구에서는 공공 관점이 아니라 사업을 투자하는 민

간 기업 관점에서 투자 의사결정시 고려해야 하는 요소들을 정의하고 평가하는 관점에서 평가 항목을 도출하고자 한다.

본 연구에 적용되는 신재생에너지 평가항목의 AHP 모형 도출을 위해서 관련 전문가들을 대상으로 인터뷰 및 회의를 통한 델파이 방법이 적용되었다.

기업의 투자관점에서 신재생에너지 평가항목 그룹을 외생적 환경에 대한 평가항목과 내생적 환경에 대한 평가항목 그룹으로 구분하였다. 외생적 환경의 평가항목은 친환경 수준, 신재생에너지에 대한 정책적 유인과 같이 기업이 내부적인 노력에 의해 변화될 수 없는 지표들로 구성되어 유사한 경제권 내에 속한 기업들은 동일한 환경을 가지게 되는 평가항목들이다. 반면 내생적 환경의 평가항목은 관련 기술, 설비투자 규모 등과 같이 개별 사업의 특성 및 내용에 따라 평가 내용이 달라질 수 있는 영역들로 기업별, 사업별로 서로 다른 지표로 평가될 수 있는 영역에 해당된다.

본 연구결과의 외생적 환경지표와 내생적 환경지표의 상대적인 중요도를 평가함으로써 민간기업의 신재생에너지 참여 촉진을 위해 어떤 유인책이 효과적인지 알 수 있을 것이다. 각 평가항목의 상세 내용은 다음과 같다.

1) 외생적 환경 지표

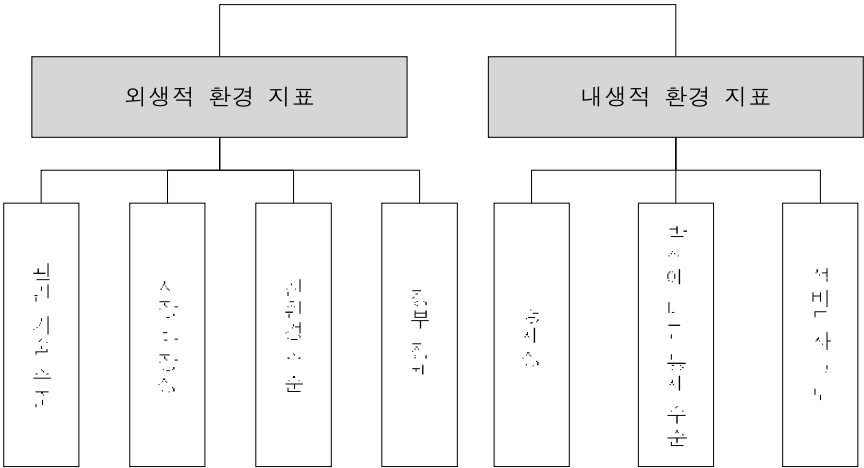
- 관련 기술 수준 : 신재생에너지관련 기술의 성숙 수준을 나타내는 평가항목으로 충분히 성숙되지 않은 신재생에너지 기술을 도입할 경우, 발전 설비의 운영과정에서 발전 효율, 잦은 장애 등의 문제가 발생할 수 있음.
- 시장 확장성 : 관련 신재생에너지 발전 방식의 보편화 수준 또는 보편화된 발전 방식으로 발전할 가능성을 평가하는 항목으로, 신재생에너지가 아직 보편화되지 않은 상태에서 시장 확장성이 있는 신재생에너지를 선택하는 것은 신재생에너지 도입으로 예측하지 못한 리스크의 발생 가능성을 회피하는 효과를 얻을 수 있음.

- 친환경 수준 : 신재생에너지의 친환경 수준을 측정하는 것으로 친환경에너지 도입시 기업의 사회적 책임 등에 따른 기업이미지 제고 등의 효과를 얻을 수 있음
- 정부 정책 : 신재생에너지 활용에 대한 정부 정책을 나타내는 평가항목으로 정부의 정책적인 신재생에너지 의무할당제 등 신재생에너지 도입에 대한 강제적인 의무 사항을 나타냄

2) 내생적 환경 지표

- 경제성 : 신재생에너지 투자 대비 예상 효과를 측정하는 평가항목으로, 신재생에너지를 사용하는 경우 투자규모 대비 정부 또는 지방자치단체의 인센티브와 기존 에너지 대체에 의한 비용절감 수준 등을 비교하여 경제적으로 얼마나 이익을 얻을 수 있을 것인가를 나타내는 평가항목
- 발전에 대한 통제 수준 : 일부 신재생에너지의 경우 발전량을 통제하기 어려울 뿐 아니라 발전량에 대한 예측이 어렵다는 문제를 가지고 있으며, 신재생에너지를 선택하는 데 있어 발전 통제 수준도 중요한 평가 요소로 고려되어야 함
- 설비 투자 규모 : 신재생에너지 도입시 필요한 투자 규모에 대한 평가항목으로 태양광 발전의 경우 소규모 투자가 가능하지만, 지열을 활용할 경우 큰 규모의 투자가 필요할 수 있으며 신재생에너지 도입시 초기 투자 규모가 신재생에너지를 선택하는데 중요한 평가항목이 될 수 있음.

[그림 1] 신재생에너지 평가항목 AHP 모형



2. 설문 방법

평가항목 설문을 위해 전문가를 전문영역에 따라 세 개의 그룹으로 구분하였다. 첫 번째 전문가 그룹은 민간 기업의 신재생에너지 사업 담당자로 구성하였다. 이들 전문가들은 민간 기업에서 신재생에너지 사업을 발굴하고 투자 타당성을 평가하는 업무를 담당하고 있다. 이들 전문가들은 실제로 국내 태양광 사업 발굴 및 투자, 운영 업무를 수행한 경험이 있는 전문가들이다. 두 번째 전문가 그룹은 민간기업 경제연구소에서 신재생에너지 시장 분석 및 기술 전략 업무를 담당하고 있다. 세 번째 그룹은 민간기업의 전력 운영 담당자로 구성하였다. 이들 전력 담당자들은 대규모 생산설비의 전력 운영을 담당하고 있으며, 설비내 신재생에너지 도입 타당성을 검토한 경험이 있는 전문가로 구성하였다.

관련분야 전문가 80여명을 대상으로 하여 설문지를 발송하였으며, 이중 51개의 설문지가 회수되었다. 회수된 설문 중 답변이 부실하거나 보완이 필요한 18개의 설문에 대해서는 2차 설문을 요청하였으나 총 13개의 설문이 회신되었다. 설문 조사는 2010년 6월 7일부터 8월 5일까지 진행되었다.

V. 분석결과

1. AHP 일관성비율 검증

AHP 기법에서는 설문자료의 신뢰도를 판단하기 위해 각 설문지의 오차 정도를 측정할 수 있는 일관성비율(Consistency ration: CR)을 산출한다. 일반적으로 일관성비율은 0.1 이하가 되어야 판단의 일관성이 있고, 설문 결과가 의미 있는 것으로 간주한다. Saaty(1980)는 일반적으로 0.1 이하의 기준을 적용할 경우 합리적인 평가, 0.2 이하일 경우는 허용할 수 있는 평가라고 하였다.

2차에 걸친 설문 결과 최종 회수된 설문 중 일관성비율이 0.1이하인 경우가 36개, 일관성비율이 0.1 보다 크고 0.2 이하일 경우가 6개, 0.2보다 큰 경우가 4개로 분석되었다. <표 1>은 일관성비율이 다른 그룹간의 비교를 위해 $CR \leq 0.1$ 그룹과 $0.1 < CR \leq 0.2$ 그룹으로 나누어 평가항목에 대한 가중치 평균을 비교해 보았다. 비교결과 두 그룹의 가중치 차이가 최대 4%이하였으며 상관관계수도 비교적 높은 것으로 분석되어 $0.1 < CR \leq 0.2$ 그룹을 평가 대상에서 포함시켜 전체 42개 설문을 분석 대상으로 채택하였다. 일관성비율이 0.2 이하인 42개의 설문에 대해 일관성비율의 평균은 0.0776 로 분석되었다.

〈표 1〉 일관성비율이 다른 그룹간 평가항목 가중치 비교

구분		가중치		차이값
		CR ≤ 0.1 그룹	0.1 < CR ≤ 0.2 그룹	
평가항목	관련 기술 수준	11.56 %	12.36 %	0.79 %
	시장 확장성	13.11 %	11.68 %	1.43 %
	경제성	20.33 %	23.38 %	3.04 %
	친환경 수준	12.96 %	16.99 %	4.03 %
	정부 정책	14.48 %	11.64 %	2.84 %
	발전에 대한 통제 수준	13.17 %	12.73 %	0.44 %
	설비 투자 규모	14.38 %	11.22 %	3.16 %
설문결과	설문 개수	36	6	
	CR 평균	0.0674	0.1387	
	상관계수	0.7981		

2. 종합분석 결과

평가항목의 가중치 계산을 위해서 전문가의 평가항목간 쌍대비교 결과를 AHP 방법을 적용하여 분석하였다. 세부적으로는 각 평가항목 가중치의 전체 평균과 전문가 그룹별 가중치를 산출하여 비교 분석하였다.

전체 42개의 설문 결과에 대해 평가항목별 가중치를 분석한 결과, 경제성에 대한 가중치가 가장 높은 것으로 조사되었다. 나머지는 정책, 시장 등의 순서였으나 가중치 값이 크게 차이 나지 않는 것으로 조사되었다. 이 결과는 민간 기업에서 신재생에너지 투자를 의사 결정할 경우 경제성이 가장 많이 고려되고 있으며 기술에 대한 고려는 상대적으로 낮게 인식되고 있음을 보여주고 있다. 평가항목별 가중치 평균은 <표 2>에 정리하였다.

〈표 2〉 평가항목에 대한 가중치 평균 및 표준편차

평가항목	가중치	
	평균	표준 편차
관련 기술 수준	11.97 %	0.0531
시장 확장성	13.00 %	0.0544
경제성	20.72 %	0.0867
친환경 수준	13.48 %	0.0790
정부 정책	14.04 %	0.0694
발전에 대한 통제 수준	12.97 %	0.0448
설비 투자 규모	13.82 %	0.0618

3. 전문가 그룹별 가중치 분석

1) 사업 전문가 그룹의 가중치 평가 내용

신재생에너지 사업 전문가 그룹은 민간 기업에서 신재생에너지 발전소 건설 등 신재생에너지 투자 사업을 기획/발굴하고 직접 투자하거나 프로젝트 파이낸싱을 통해 투자자를 유치하여 실제 사업을 이행하는 업무를 담당하는 전문가들로 구성하였다. 신재생에너지 사업 전문가 그룹은 총 19개의 설문이 최종적으로 조사되었으며, 설문결과로 분석한 각 평가항목별 가중치는 <표 3>에 정리하였다.

각 평가항목의 가중치는 경제성이 가장 높은 것으로 나타났으며, 환경, 시장, 설비투자규모, 정책, 발전에 대한 통제 수준, 기술 순서로 조사되었다. 사업전문가의 경우 신재생에너지를 수익 창조의 방법으로 인식하기 때문에 경제성에 대한 가중치가 전체 평균보다 1.18% 높은 것으로 조사되었으며, 시장 확장성 역시 전체 평균보다 1.89% 높은 14.89%로 조사되었다. 경제성 및 시장 확장성 지표와 함께 친환경 수준이 평균보다 2.24% 높게 평가된 것은 기준

에너지원에 비해 높은 투자비용에도 불구하고 신재생에너지원에 투자하는 것은 신재생에너지의 친환경 특성에 기인하기 때문에 사업의 차별화 포인트로 신재생에너지의 친환경 특성의 가중치를 높게 평가하는 것으로 판단된다. 반면 기술, 발전에 대한 통제 수준과 같이 신재생에너지 운영에 관련된 지표는 전체 평균보다 가중치가 낮은 것으로 평가되었다.

〈표 3〉 사업 전문가 그룹의 평가항목별 가중치 결과

평가항목	가중치		
	평균	표준 편차	전체 평균과의 차이
관련 기술 수준	9.24 %	0.0212	-2.73 %
시장 확장성	14.89 %	0.0658	1.89 %
경제성	21.90 %	0.0993	1.18 %
친환경 수준	15.72 %	0.0820	2.24 %
정부 정책	12.41 %	0.0567	-1.63 %
발전에 대한 통제 수준	12.04 %	0.0396	-0.93 %
설비 투자 규모	13.80 %	0.0584	-0.02 %

2) 신재생에너지 연구원 그룹의 가중치 평가 내용

신재생에너지 연구원 그룹은 민간 경제연구소에서 신재생에너지 분야를 연구하고 있는 연구원들로 신재생에너지 시장 분석, 관련 기술전략 수립 등의 업무를 주로 담당하고 있는 전문가로 구성하였다. 연구원 그룹은 총 16개의 설문이 수집되었으며, 설문을 분석한 결과 각 평가항목별 가중치는 <표 4>에 정리하였다. 각 평가항목의 가중치는 경제성이 가장 높은 것으로 나타났으며, 정책, 기술, 발전에 대한 통제 수준, 환경, 시장, 설비 투자 규모 순서로 조사되었다. 연구원의 경우 기술에 대한 가중치가 전체 평균보다 2.34% 높은 것으로 조사되어, 기술 발전이 신재생에너지 활성화에 중요한 요인으로 고려하

고 있음을 알 수 있다. 또한 정부정책에 대한 가중치도 전체 평균보다 2.74% 높은 것으로 조사되어, 신재생에너지에 대한 정부 지원 정책 또한 신재생에너지 확산의 중요 요소로 고려하고 있음을 알 수 있다. 이는 현재의 기술 수준으로는 신재생에너지의 경제성을 얻을 수가 없다는 점을 반영하고 있다. 반면 평가항목 중 설비 투자규모 등은 전체 평균에 비해 2.41% 낮은 11.41%의 가중치로 평가되어 전체 평가항목 중 중요도를 가장 낮게 평가하고 있음을 알 수 있다.

〈표 4〉 연구원 그룹의 평가항목별 가중치 결과

평가항목	가중치		
	평균	표준 편차	전체 평균과의 차이
관련 기술 수준	14.31 %	0.0517	2.34 %
시장 확장성	11.71 %	0.0392	-1.29 %
경제성	21.11 %	0.0884	0.39 %
친환경 수준	12.18 %	0.0888	-1.30 %
정부 정책	16.78 %	0.0893	2.74 %
발전에 대한 통제 수준	12.51 %	0.0406	-0.46 %
설비 투자 규모	11.41 %	0.0232	-2.41 %

3) 전력 운영 담당자 그룹의 가중치 평가 내용

전력 운영 담당자 그룹은 대규모 생산 또는 사무 설비의 전력 운영을 담당하고 있는 운영자들로, 설비내 에너지 효율화를 위해 기존 에너지를 대체할 신재생에너지 도입을 검토한 경험을 가진 전문가들로 구성했다. 이들 전문가들이 신재생에너지 도입에 대한 최종 의사결정을 내리는 것은 아니지만, 신재생에너지 도입을 검토하고 결과보고서를 작성하여 의사결정자에게 보고하는 등 신재생에너지 도입 의사결정과정에서 실무 업무를 담당한 경험을 가지고 있다는 점에서 신재생에너지 투자 관련 전문성을 가지고 있다고 판단하였다.

〈표 5〉 전력 운영 전문가 그룹의 평가항목별 가중치 결과

평가항목	가중치		
	평균	표준 편차	전체 평균과의 차이
관련 기술 수준	12.28 %	0.0728	0.31 %
시장 확장성	10.26 %	0.0346	-2.74 %
경제성	16.92 %	0.0363	-3.80 %
친환경 수준	10.73 %	0.0284	-2.75 %
정부 정책	12.43 %	0.0302	-1.61 %
발전에 대한 통제 수준	17.35 %	0.0460	4.38 %
설비 투자 규모	20.04 %	0.0934	6.22 %

총 7개의 설문을 분석한 결과 각 평가항목별 가중치는 <표 5>에 정리하였다. 각 평가항목의 가중치는 설비투자규모가 가장 높은 것으로 나타났으며, 발전에 대한 통제 수준, 경제성, 정책, 기술, 환경, 시장 순서로 조사되었다. 이들 전문가의 경우 발전 통제 수준 가중치가 전체 평균에 비해 높은 것으로 조사되었다. 이는 전력 등 유틸리티를 제공해야 하는 업무를 담당하는 입장에서 안정적인 에너지 공급이 중요한 문제이며, 신재생에너지의 발전량 변동성 및 통제가 어렵다는 점이 도입의 걸림돌이 될 수 있다는 점을 확인할 수 있다. 또한 신재생에너지를 사업의 관점이 아니라 운영에 직접 도입할 경우 초기 투자비용 또한 중요하게 고려하고 있다는 점을 알 수 있다. 이는 신재생에너지를 공장 등의 설비에서 직접 투자하고 활용하기 위해서는 현재의 투자비용이 부담스러운 수준이라는 사실을 확인시켜 주고 있다. 반면 경제성에 대한 가중치는 전체 평균보다는 3.80% 낮지만 여전히 중요한 고려 요소로 고려되고 있다는 점이 확인되었다.

4. 3개 전문가 집단별 가중치 차이 비교

본 연구 조사의 각 전문가 그룹은 담당하고 있는 업무 특성에 따라 신재생 에너지 평가항목 가중치 결과에 상당한 차이를 보이고 있다. 이러한 차이가 통계적으로 유의한 것인지 분산분석(ANOVA)을 통해 검증하였다. <표 6>은 ANOVA 분석 결과를 나타내고 있다. 7개의 평가항목 중 기술, 발전에 대한 통제 수준, 설비투자 규모 3개 항목이 집단간 유의수준 5%에서 통계적 의미가 있는 것으로 나타났다.

기술에 대한 평가항목 가중치는 연구원 그룹이 14.31%로 가장 높았으며, 전력 운영 전문가 그룹에서는 12.28%, 사업 투자 전문가 그룹에서는 9.24%로 각각 나타났다. 신재생에너지는 에너지원에 따라 현재 기술로도 구현할 수 있지만 여전히 새로운 기술들이 개발되고 있는 영역이라는 점에서 연구원 그룹과 사업 전문가그룹 사이에 기술 중요도에 대한 시각차이가 있는 것으로 판단된다. 연구원들은 새로운 방식의 신재생에너지원과 기술 개발에 따른 신재생에너지의 확산 등을 중요하게 판단하지만 사업 전문가들은 현재의 기술로도 구현 가능한 신재생에너지가 존재하기 때문에 이에 대해 가중치를 높게 평가하지 않은 것으로 판단된다. 이러한 평가의 기저에는 연구원들은 주로 미래 시장 및 투자에 대해 관심을 가지고 반면 사업 전문가들은 현재의 시장 및 투자에 관심이 있다는 점이 영향을 미친 것으로 판단된다. 이러한 배경을 가지고 판단할 때, 신재생에너지 관련 분야의 기술은 현재도 계속 발전하고 있는 영역이고 이러한 기술 발전이 장기적으로 신재생에너지 보급/확산에 크게 기여할 것이라는 사실을 확인할 수 있다.

발전에 대한 통제 수준은 전력운영 전문가 그룹은 17.35%, 연구원은 12.51%, 사업 전문가는 12.04%로 각각 나타났다. 연구원과 사업전문가들은 발전에 대한 통제 수준에 대해 비슷한 가중치로 평가하였지만, 전력 운영 전문가들은 발전에 대한 통제 수준을 다른 전문가 그룹에 비해 4%이상 높게 평가하였다. 이는 공장 등에 신재생에너지를 도입하기에 중요한 고려 요소로 발

전에 대한 통제 및 예측 가능성이 중요하게 고려되고 있다는 점을 나타낸다. 이와 함께 설비 투자 규모도 전력운영 담당자들이 가중치를 가장 높게 평가하고 있는데 이는 전력운영자들이 신재생에너지에 투자할 경우 주로 기존 에너지원의 대체 에너지로 신재생에너지를 검토하기 때문에 투자규모를 민감하게 판단하고 있다는 점을 알 수 있다.

〈표 6〉 전력 그룹별 분산분석표

평가항목	전문가 그룹	평균	표준 편차	F 값	P 값
관련 기술 수준	사업 전문가	9.24 %	0.0212	5.5227	0.0077
	연구원	14.31 %	0.0517		
	전력 운영	12.28 %	0.0728		
시장 확장성	사업 전문가	14.89 %	0.0658	2.6505	0.0833
	연구원	11.71 %	0.0392		
	전력 운영	10.26 %	0.0346		
경제성	사업 전문가	21.90 %	0.0993	0.8373	0.4405
	연구원	21.11 %	0.0884		
	전력 운영	16.92 %	0.0363		
친환경 수준	사업 전문가	15.72 %	0.082	1.3998	0.2588
	연구원	12.18 %	0.0888		
	전력 운영	10.73 %	0.0284		
정부 정책	사업 전문가	12.41 %	0.0567	2.011	0.1475
	연구원	16.78 %	0.0893		
	전력 운영	12.43 %	0.0302		
발전에 대한 통제 수준	사업 전문가	12.04 %	0.0396	4.5558	0.0167
	연구원	12.51 %	0.0406		
	전력 운영	17.35 %	0.046		
설비 투자 규모	사업 전문가	13.80 %	0.0584	5.8161	0.0062
	연구원	11.41 %	0.0232		
	전력 운영	20.04 %	0.0934		

VI. 결 론

본 연구에서는 민간기업의 신재생에너지 투자 의사결정과 관련된 주요 평가항목을 도출하고, 각 항목의 가중치를 분석하였다. 평가항목 가중치 분석을 위해 신재생에너지 관련 전문가 그룹의 특성에 따라 사업투자, 시장 분석 전문가, 에너지 운영 전문가 그룹으로 나누고 각 전문 분야에 따른 가중치 특성을 분석하고 차이점을 체계적으로 분석하였다.

신재생에너지 관련 기존 연구 결과와 다양한 분야 전문가들의 의견을 종합하여 7개의 신재생에너지 투자 의사결정 관련 항목을 도출하였다. 각 항목에 대해서는 전문가 그룹들을 대상으로 AHP 기반의 쌍대비교 설문을 실시하였다. 설문 결과에 일관성이 있는 총 42개의 설문 결과를 바탕으로 평가항목에 대한 가중치 분석을 수행하였다. 각 전문가 그룹별로 가중치 항목을 분석하고, 전문가 그룹별로 통계적으로 의미가 있는 가중치 차이에 대해서도 분석을 수행하였다.

본 연구 결과는 민간기업 관점에서 신재생에너지 평가 항목을 도출했다는 점에서 그 의미가 있다. 또한 투자의사결정 관련해서 몇 가지 시사점을 제시하고 있다. 먼저, 신재생에너지 투자에 대한 일관된 투자기준이 아직 확산되지 않았다는 점이다. 이는 신재생에너지 확산을 위해서는 해결해야 할 과제가 아직 많다는 사실을 확인시켜주고 있다. 두 번째는 신재생에너지 투자 타당성 분석에 경제적 평가 항목의 중요도가 가장 높다는 사실이다. 합리적인 경제성 분석을 위해서는 신재생에너지 투자 관련되어 체계적인 평가 방법의 개발이 필요하다는 점을 확인할 수 있다.

본 연구의 정책적 수립측면의 시사점은 다음과 같이 정리될 수 있다. 첫 번째 신재생에너지 도입 시 경제성이 가장 중요한 고려요소로 조사되었다. 정부

의 신재생에너지 지원 정책인 발전차액지원제도(Feed In Tariff)는 신재생에너지를 경제적으로 지원하기 위한 정책으로 2012년부터는 신재생에너지 공급의무화 제도(RPS: Renewable energy Portfolio Standards)로 변경될 예정이다. 신재생에너지 공급의무화 제도와 병행해서 도입되는 신재생에너지 인증 제도(Renewable energy Certification)는 시장기반의 경쟁제도를 신재생에너지 영역에 도입하고 하는 정책이다. 이러한 시장기반의 신재생에너지 가격 결정 환경에서는 투자경제성에 대한 불확실성이 더 높아질 수밖에 없다. 이러한 불확실성 문제를 보완하기 위해 신재생에너지 인증서의 최소 거래 가격을 정부차원에서 보장하는 방안 등은 정책적으로 고려해 볼만하다. 두 번째는 발전차액 지원제도 등 정부의 기존 신재생에너지 지원 정책은 신재생에너지기반의 상업용 발전소에 초점이 맞춰져 있다. 상업용 발전소는 최소 수 Mw 급 이상의 발전 용량을 가지는 것으로 건설에 여러 가지 어려움이 따른다. 특히 우리나라에 비교적 널리 보급되어 있는 태양광 발전소는 한꺼번에 넓은 부지를 필요로 하기 때문에 좁은 국토를 가진 우리나라 환경을 고려해 볼 때 향후 계속적인 확산에는 어려움이 예상된다. 또한 발전차원지원제도에서 신재생에너지 공급 의무화 제도로 변경될 경우 신재생에너지 상업용 발전소 건설은 감소할 것으로 예상된다. 이러한 상황을 고려할 때 향후에는 소규모 신재생에너지 발전을 확산시키기 위한 정책적 지원책이 필요하다. 이 때 가장 중요하게 고려되는 것이 경제성과 더불어 초기 투자규모로 조사되었다. 세 번째는 기존 설비를 대체하는 신재생에너지 투자와 신재생에너지의 신규 투자 등 투자 상황에 따라 의사결정 판단 기준이 약간씩 다르면 민간부문의 신재생에너지 확산을 촉진하기 위해서는 위와 같은 투자 상황에 따라 다양한 선택 사항을 제공할 수 있는 정책적 지원책이 필요하다는 점이다. 마지막으로 최근에 보편화되고 있는 태양광, 태양열, 풍력 등의 에너지원은 전력 발전량을 예측 또는 통제가 어렵기 때문에 기존 에너지원(또는 전력)을 대체하여 도입되기에는 아직 제약이 있다는 점을 알 수 있다. 기존 에너지원의 대체재로서 신재생에너지 확산을 위해서는 신재생에너지와 전력저장 장치와의 조합을 통해 신재생

에너지를 통한 안정적인 에너지 공급이 가능한 기술 개발이 시급하다는 점을 알 수 있다. 이러한 기술은 신재생에너지 발전 기술, 저장 기술 등 하드웨어적인 기술뿐만 아니라 에너지 운영 및 설계 기술까지 포함하고 있으며, 이러한 통합된 관점의 신재생에너지 기술개발을 위해 장기적 관점의 정책적 추진이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구의 다양한 시사점에도 불구하고 본 연계는 몇 가지 한계를 가지고 있다. 본 연구에서 제시하고 있는 평가지표는 신재생에너지의 다양한 특성을 충분히 고려하고 있지 못하며, 특정 상황에서 투자 대상으로 고려하고 있는 신재생에너지별 서로 다른 평가지표가 적용될 수 있다는 점을 반영하지 못했다. 두 번째는 본 연구는 신재생에너지의 실무를 담당하고 있는 전문가들을 대상으로 수행되어 의사결정자의 전략적 관점 등과 같은 다양한 상황을 반영하지 못했다. 세 번째는 향후 신재생에너지 공급의무화 제도가 도입될 경우 공기업의 신재생에너지 도입이 활발해질 것으로 예상되나 본 연구에서는 공기업의 부문까지는 포괄하지 못하였다.

이와 같은 한계점을 바탕으로 향후 연구 방향을 다음과 같이 제시할 수 있다. 첫 번째는 신재생에너지별로 투자 평가 요소가 어떻게 달라질 수 있으며, 각각의 가중치가 어떻게 바뀌는 확인함으로써 보다 구체적이고 실제적인 투자 의사결정 모델을 구축할 수 있을 것이다. 두 번째는 기업의 신재생에너지에 대한 전략적 방향 또는 선호도에 따라 각 평가항목의 가중치 평가를 통해 전략적 요인이 신재생에너지 투자 판단에 얼마나 영향을 미치는 지를 확인하는 것이 필요하다. 세 번째는 공기업과 민간기업의 신재생에너지 투자의사결정시 적용되는 평가지표가 서로 다를 수 있는지에 대한 검증과 다를 경우 공기업의 평가 항목과 가중치에 관한 모델을 구축할 수 있을 것이다.

향후 전력 기술 발전과 신재생에너지를 통한 발전 방식의 다양화에 따라 미래에는 민간기업이 에너지 수요자에서 벗어나 에너지 공급자의 역할까지 일부 담당할 것으로 예상된다. 본 연구는 민간 기업의 신재생에너지 투자관련 고려요소와 가중치를 살펴봄으로써 향후 신재생에너지 확산을 위한 정책 수

립 시 고려요소를 제시하고, 신재생에너지 투자를 고려하고 있는 민간 기업에 투자의사결정을 위한 가이드라인을 제공했다는 점에서 그 의미가 있다.

접수일(2010년 8월 12일), 수정일(1차 : 2010년 8월 28일, 2차 : 2010년 9월 27일),
게재확정일(2011년 1월 28일)

◎ 참 고 문 헌 ◎

- 권민영 · 구본재 · 이국희. 2006. “AHP 기법을 적용한 IT 프로젝트 사전타당성 평가항목의 가중치 산출.” *Information systems review* 8(1) : 265-285.
- 김성호 · 김태운. 2006. “다양한 전력생산 시스템에서 다중기준 비교지표의 평가 체계.” *에너지공학* 15(1) : 74-81.
- 변수영 · 정민희 · 박진철 · 이언구. 2010. “신재생에너지 복합 적용 시 중요도 평가에 관한 연구.” *대한건축학회논문집(계획계)* 26(6) : 333-340.
- 이수주 · 송석진 · 강인준. 2010. “지형공간정보체계를 이용한 풍력 발전 시설의 입지 분석.” *한국지형공간정보학회지* 18(2) : 107-112.
- 이지영 · 강인주. 2010. “GSIS 기술을 활용한 태양광시설 입지선정에 관한 연구.” *한국지형공간정보학회지* 18(2) : 99-105.
- 장기윤. 2010. “신재생에너지 사업성 평가를 위한 지표선정에 관한 연구.” *POSRI 경영연구* 10(1) : 116-140.
- 에너지경제연구원. 2007. 지역 신재생에너지 시설물이 지역사회에 미치는 영향 및 사회적 가치 추정 - 풍력단지를 중심으로. 경기도 의왕시 : 에너지경제연구원.
- Akash, B.A., Mamlook, R. and Mohsen M. S.. 1999. “Multi-criteria selection of electric power plants using analytical hierarchy process.” *Electric Power Systems Research* 52(1) : 29-35.
- Carrión J. A., Estrella A. E., Dols F. A., Toro M. Z., Rodríguez M. and Ridao A. R.. 2008. “Environmental decision-support systems for evaluating the carrying capacity of land areas: optimal site selection for grid-connected photovoltaic power plants.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12(9) : 2358-2380.
- Beccali, M., Cellura, M. and Mistretta, M.. 2003. “Decision-making in energy planning-application of the ELECTRE method at regional level for the diffusion of renewable energy technology.” *Renewable Energy* 28(13) : 2063-2087.
- Chattopadhyay, D. and Ramanathan, R.. 1998. “A new approach to evaluate generation capacity bids.” *IEEE Transactions on Power Systems* 13(4) : 1232-1237.

- Elkarni, F and Mustafa, I.. 1998. "Increasing the utilization of solar energy technologies (SET) in Jordan: analytic hierarchy process." *Energy Policy* 21(9) : 978-984.
- Haydar, A, Senol, E and Eylem, K.. 2004. "Multi-criteria selection for a wind observation station location using analytic hierarchy process." *Renewable Energy* 29(8) : 1383-1392.
- Heo, E., Kim, J. and Boo, K-J.. 2010. "Analysis of the assessment factors for renewable energy dissemination program evaluation using fuzzy AHP." *Renewable and sustainable energy reviews* 14(8) : 2214-2220.
- JABER, J. O., JABER, Q. M., SAWALHA, S. A. and MOHSEN, M. S.. 2008. "Evaluation of conventional and renewable energy sources for space heating in the household sector." *Renewable & sustainable energy review* 12(1) : 278-289.
- Lee, AHI, Chen, HH and Kang, H-Y.. 2009. "Multi-criteria decision making on strategic selection of wind farms." *Renewable Energy* 34(1) : 120-126.
- McDaniels T. L.. 1996. "A multiattribute index for evaluating environmental impact of electric utilities." *Journal of Environmental Management* 46(1) : 57-66.
- Mirza, U.K., Ahmad, N., Harijan, K. and Majeed, T.. 2009. "Identifying and addressing barriers to renewable energy development in Pakistan." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13(4) : 927-931.
- Nigim, K., Munier, N. and Green, J.. 2004. "Pre-feasibility MCDM tools to aid communities in prioritizing local viable renewable energy sources." *Renewable Energy* 29(11) : 1775-1791.
- Pohekar, S. D. and Ramachandran, M.. 2004. "Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning-A review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 8(4) : 365-381.
- Terrados, J., Almonacid, G. and Perez-Higueras, P.. 2009. "Proposal for a combined methodology for renewable energy planning. Application to a Spanish region." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13(8) : 2022-2030.
- Saaty, T. L.. 1980. *The analytic hierarchy process*. New York : McGraw-Hill.
- Tzeng, G. H. and Tsaor, S. H.. 1990. "Application of multicriteria decision making to old vehicle elimination in Taiwan." *In Proceeding of International Conference*

on MCDM Taipei 4 : 268-283.

- Voropai, N. L. and Ivanova, E. Y.. 2002. "Multicriteria decision analysis technique in electric power system expansion planning." *Electrical Power and Energy Systems* 24(1) : 71-78.
- Wang, X. and Feng, Z.. 2002. "Sustainable development of rural energy and its appraisal system in China." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 6(4) : 395-404.
- Yedla, S. and Shreshtha, R. M.. 2003. "Multicriteria approach for selection of alternative option for environmentally sustainable transport system in Delhi." *Transportation Research part A* 37(8) : 717-729.
- Zong, W. and Zhihong, W.. 1997. "Mitigation assessment results and priorities for China's energy sector." *Applied Energy* 56(3/4) : 237-251.

ABSTRACT

An AHP Approach for the Importance Weight of
Renewable Energy Investment Criterion
in the Private Sector

Jungman Hong*

In this study, investment criterions concerning renewable energy investment in private sector are driven and the importance weight of each criterion is analyzed. To analyze the importance weight, 3 expert groups(renewable energy business expert group, researcher, utility operation expert) are formed with the consideration of expert's expertise. The difference of importance weight from each expert group is analyzed. AHP(Analytic Hierarchy Process)-base survey was carried with 7 investment criterions for renewable energy investment. Importance weight for economic related investment criterion has the highest weight, 20.72%, and government policy and investment money related criterion are also evaluated with high importance weight. In the resulting importance weight, expert group considered the different importance weight for each investment criterion. The differences in criterion related to technology, controllability of renewable energy and investment money related are statistically significant level. By analyzing these differences, the limit of renewable energy investment in private sector is considered and implications for future improvement are presented.

Key Words : renewable energy, AHP, importance weight of investment criterion

* Management Consultant, Ph.D., Entru Consulting Partners - LG CNS.
hongjungman@gmail.com