

AHP를 이용한 신재생에너지 보급확산 제도 평가

이덕기¹⁾, 이의준²⁾, 최상진³⁾, 박수억⁴⁾

한국에너지기술연구원

An Assessment on the Regulations for Renewable Energy Diffusion Using the AHP

Deokki Lee, E · J · Lee, Sangjin Choi, Soo-Uk Park

Korea Institute of Energy Research,

Key words : renewable energy, impact factor, AHP, diffusion, regulation

Abstract : Renewable energy technology development has been carrying out in 11 different areas so far. Many technologies are being applied to the required areas according to its own characteristics. Before launching the development, these technologies have been evaluated by their commercial effect and contribution to energy supply. In this paper, the impact factors enhancing the distribution of renewable energy were developed to select appropriate diffusion regulations for each technology area. In addition, AHP methodology was introduced to investigate priorities of the regulations along with weights of impact factors.

subscrip

- AHP : Analytic Hierarchy Process
- CR : Consistency Ratio
- CI : Consistency Index
- RI : Random Index
- REDI : Renewable Energy Deployment Incentive
- MV : Measurement Verification
- RPS : Renewable Portfolio Standards

1. 서론

러시아의 교토의정서 비준으로 지구온난화를 막기 위한 전 세계적인 노력이 2005년 2월부터 본격화될 전망이다. 이에 따라 세계 각국과 주요기업들은 온실 가스 배출량 감축의무 부담으로 인해 국가 경제 및 기업 경영에 많은 어려움이 따를 것으로 전망되고 있다.

2005년 2월부터 교토의정서가 발효됨에 따라 기후변화협약에 가입한 55개 국가들은 오는 2012년까지 이산화탄소 등과 같은 온실가스 배출량을 지난 1990년 당시보다 5.2% 줄여야 하는 의무를 부여받게 되었다. 이러한 의무부담에 대응하지 못하는 국가의 경우 온실가스 배출권을 다른 나라로부터 구입하거나 환경친화사업에 나서야 하는 등 경제적 부담이 한층 높아지게 되었다. 우리나라는

당장 의무를 이행할 필요는 없지만 앞으로 선진국 못지않은 부담을 지지 않으면 안 될 전망이다.

2002년 현재 우리나라는 이산화탄소 배출량 규모에서 세계 10위로서 현재 저감 의무국은 아니지만 국제 사회로부터 그 압력이 가중되어 제2차 의무 이행기간(2013년~2017년)에는 의무 이행국이 될 가능성이 커지고 있으며 감축 의무부담시 산업 및 경제활동에 막대한 영향을 끼칠 것으로 전망되고 있다.

이와 같은 국제적 동향 및 에너지 안보와 미래차세대 산업으로의 전환을 위해 신·재생에너지에 대한 위상이 한층 높아지고 있으며 우리 나라에서도 “제2차 신·재생에너지 기술개발 및 이용보급 기본계획(2003-2012)”을 수립하여 기술개발과 보급 확산에 박차를 가하고 있다. 본 계획의 특징은 크게 4가지로 구분하고 할 수 있는데 첫째, 예

1) 한국에너지기술연구원, 정책연구부
E-mail : deokki@kier.re.kr
Tel : (042)860-3753 Fax : (042)860-3135

2) 한국에너지기술연구원, 신재생에너지연구부
E-mail : ejlee@kier.re.kr
Tel : (042)860-3510 Fax : (042)860-3739

3) 한국에너지기술연구원, 정책연구부
E-mail : sjinchoi@kier.re.kr
Tel : (042)860-3173 Fax : (042)860-3135

4) 한국에너지기술연구원, 정책연구부
E-mail : supark@kier.re.kr
Tel : (042)860-3045 Fax : (042)860-3135

너지원별, 연도별 기술개발 및 보급목표의 획기적 확대 둘째, 1차 계획에 없던 신·재생에너지 전력 생산 목표 설정 셋째, 에너지원의 확대(7개→11개 신·재생에너지원) 넷째, 에너지원별 mix(폐기물 비중을 줄이고 태양광, 풍력 등 순수 재생에너지 비중 확대)로 부각되고 있다. 또한 본 계획에 따르면 우리나라 총에너지 수요 중 신·재생에너지 공급비율을 2006년까지 3%, 2011년까지 5%로 설정하고 있으며 이러한 목표달성을 위한 신·재생에너지 개발보급 기본계획을 수립하여 시행토록 하고 있다.

신·재생에너지 개발에 따른 보급의 필요성은 크게 세 가지로 구분하여 말할 수 있는데 첫째, 지속적인 경제성장 및 대외 경쟁력 확보로서 이는 기후변화협약의 발효에 따른 감축 의무부담에 대비하는 한편 해외 시장에 능동적으로 대처(미국의 경우 자동차 총 판매량의 10%를 무·저공해 자동차 판매 의무화 예정)할 수 있기 때문이다. 둘째, 에너지안보 및 환경개선 효과에 획기적으로 기여할 수 있는데 이는 에너지해외의존도를 감소시키고 화석연료의 에너지수급 불안정에 대처하고 환경친화적인 에너지공급이 가능하기 때문이며 셋째, 미래 차세대 산업으로 급성장하고 있는 신·재생에너지의 개발에 따라 2010년 기술선진국 대열에 합류함으로써 경쟁력 강화는 물론 경제 성장에 큰 영향을 끼칠 수 있는 요인으로 작용할 수 있기 때문이다.

본 연구에서는 이러한 신·재생에너지 보급 확산을 제고시키기 위한 방안의 일환으로 보급 촉진을 도모할 수 있는 제도들을 선정하여 분석하고 도입 우선순위를 제시하였다. 이를 위해 신·재생에너지 원별 경제성, 신뢰성, 시장성을 고려한 의무제도와 인센티브제도로 구분하고 분석 및 평가를 통하여 에너지원별 보급 제도에 대한 우선순위를 제시하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 평가방법의 선정

대안 선정 및 최적 자원배분을 위한 평가의 경우 지금까지 여러 가지 기법이 개발되어 왔으나 계량적인 방법들의 실제 활용이 미미한 상태이다.

이들 평가기법들은 여러 학자들에 의해 다양하게 분류되고 있는데 Rubenstein은 결정론적 평가법, 경제론적 평가법, 경영과학적 평가법으로 분류하고 있다. 또한 불확실성(uncertainty)아래에서 최적 대안 선정을 위한 방법론으로서 Hwang and Lin은 다목적 의사결정(multiple objective decision making)과 다속성 의사결정(multiple attribute decision making)으로 분류하고 있다.

이러한 여러 가지 분석 및 평가 방법들을 근거로 본 대상 개발기술의 성과제고를 분석하고 평가를 위해 결정론적 평가법중에서 다속성 의사결정 방법중 AHP를 선정하여 수행하였다.

2.2 이론적 고찰

일반적으로 AHP 방법은 복잡한 의사결정 문제를 체계적으로 세분하여 분석할 수 있도록 하는 도구를 제공한다. 특히 다속성, 다기준에 의한 최선의 대안 선정을 위해서는 평가 요소들을 계층적으로 세분화한 후 이를 종합하는 과정이 필요하다. 따라서 이를 만족할 수 있는 방법으로 AHP방법은 대안 우선순위 결정에 적합한 의사결정 방법으로 평가된다. AHP의 실행은 다음과 같은 5단계로 수행된다.

① 제1단계(평가대상 관련요소 분해) : 의사결정 문제를 상호 관련된 평가대상들을 계층으로 분류하여 의사결정계층을 설정한다.

② 제2단계(관련요소들의 쌍대비교) : 의사결정 속성들 간의 쌍대비교로 판단자료를 수집한다. 이 단계는 상위목표를 달성하는데 관련이 있는 하위계층의 요인들을 쌍대비교하여 행렬을 작성한다. Saaty는 9단계로 나누어서 측정하였으며, 쌍대비교시 중요도의 척도를 나타내었다.

③ 제3단계(가중치(중요도)의 계산) : 고유벡터법(eigen value)을 사용하여 의사결정 속성들 간의 상대적인 가중치를 추정한다. 평가된 쌍대비교 결과들을 이용하여 각 수준 속성들의 상대적 가중치를 얻기 위해서 고유벡터법이 널리 사용되고 있는데, 속성 j 는 속성 i 와 비교하여 어느 정도 중요한지를 나타내는 상대적 중요도를 a_{ij} 라 하면 쌍대 비교행렬($A=[a_{ij}]$)은 다음과 같다.

$$A=[a_{ij}] = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \frac{w_1}{w_3} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \frac{w_2}{w_3} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \frac{w_3}{w_1} & \frac{w_3}{w_2} & \frac{w_3}{w_3} & \dots & \frac{w_3}{w_n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \frac{w_n}{w_3} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{pmatrix} \dots \dots \dots (1)$$

여기서, $w_j (j=1, 2, \dots, n)$: i 번째 속성의 가중치를 의미하며 이 행렬은 원소 a_{ij} 에 대하여 다음의 관계가 성립하는 역수행렬이 된다.

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \dots \dots \dots (2)$$

이 행렬에 벡터 $w=(w_1, w_2, \dots, w_n)$ 를 전치벡터로 곱하여 다음과 같은 관계식을 얻는다. 즉, 행렬 A 가 일관성을 갖는 조건을 말한다.

$$Aw = \lambda w \dots \dots \dots (3)$$

λ : A 의 고유치 w : A 의 고유벡터

그런데 일반적으로 속성에 대한 쌍대비교는 비일관성(inconsistency)이 나타나게 되므로 최대 고유치(λ_{max})를 이용하면 다음 식을 얻는다.

$$Aw = \lambda_{max} w \dots \dots \dots (4)$$

이를 다시 쓰면 제차 선형연립방정식인 다음과 같은 식을 얻는다.

$$(A - \lambda_{max} I) W = 0 \dots\dots\dots(5)$$

상기 식을 만족시키는 영벡터(zero vector)가 아닌 W를 구하면 된다. 간단히 요약하면 평가행렬에서 고유치를 계산하고 최대고유치에 해당하는 고유벡터를 구해서 가중치의 합이 1이 되도록 규준화(normalize)한다.

식(4)에서의 λ_{max} 는 식(3)에서 λ 의 추정값이다. Saaty는 최대고유치(λ_{max})는 속성의 수(n)보다 항상 크거나 같다는 것을 입증하였다.

계산된 최대고유치가 속성의 수에 가까울수록 쌍대비교 행렬 평가는 더욱 일관성이 있다고 할 수 있다. 이 성질은 다음과 같은 일관성 비율로 측정하며 일관성비율의 값이 10%이하이면 평가가 일관성이 있다고 하고 20%이내이면 허용(tolerable)할 수 있는 평가라고 할 수 있다.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{\lambda - n}{n - 1} \cdot \frac{1}{RI} \dots\dots\dots(6)$$

CI(Consistency Ratio) : 일관성 비율
 CI(Consistency Index) : 일관성 지수 = $(\lambda_{max} - n) / (n - 1)$
 RI(Random Index) : 난수지수

RI는 난수지수로 Saaty가 컴퓨터 시뮬레이션으로 산출한 가중치의 평균지수이다.

④ 제4단계(복합 가중치 계산) : 평가대상이 되는 여러 대상들에 대한 종합순위를 얻기 위하여 의사결정 사항들의 상대적 가중치를 종합화한다.

⑤ 제5단계(대안분석 및 평가) : 제4단계에서 산출된 복합가중치를 전체적으로 동일 기준을 적용하기 위해 규준화(normalize)시키며 규준화된 복합가중치를 토대로 우선순위를 부여한다.

3. 분석대안 및 평가요인 선정

3-1. 분석대안 선정

본 연구에서 대상이 되는 신·재생에너지 보급 확산을 도모하기 위한 제도는 현시점에서 적용이 가장 적합하다고 판단되는 제도를 의무제도와 인센티브제도로 구분하여 각각 5개씩 총 10개 제도를 선정하여 분석하였다.

Table 1. Sectors of Regulation

제도	의무제도	인센티브제도
기준	1. 공공건물설치 의무화 2. Green Pricing 의무화 3. 성능인증제도(MV) 의무화 4. RPS 의무화 5. 신도시 적용 의무화	1. 발전차액보존 제도 2. 세제감면제도 3. 신·재생 ESCO 및 시범보급 사업 제도 4. REDI 제도 5. 급리차액보전 제도

3-2. 평가 영향요인 선정

영향요인(impact factor)이란 개발기술에 직접 또는 간접적으로 영향을 끼칠 수 있는 요인들로서 이는 유/무형적, 정성적, 정량적 특성을 모두 포함하고 있는 총체적 요인들을 말한다.

본 연구에서는 정량적 지표와 정성적 지표로 구분한 영향요인을 발굴하였는데 이러한 요인들은 신·재생에너지 보급사업에 쟁점화되고 비중있게

논의되고 있는 내용과 에너지기술 측면에서 고려되어야 할 내용들을 대상으로 발굴하였다.

정량적 영향요인으로 경제성, 신뢰성, 시장성의 3개 상위 요인과 함께 11개 하위요인으로 발굴하여 분석/평가하였다. 경제성은 에너지 공급을 위한 초기 투자비 대비 투자효율성과 함께 관련 분야 파급효과를 고려하여 평가하는 요인으로서 대상 신·재생에너지원이 지니고 있는 경제적 요인을 공급원가와 투자비 규모, 타산업 응용가능성으로 세분하였다. 신뢰성은 기술적용에 따른 기술성을 근거로 하는 신뢰성으로서 기술성숙도, 보수용이성, 안전도, 과학적 공헌도 등으로 구분하여 설정하였다. 시장성은 기술개발에 따른 상업적 파급효과를 고려한 요인들로서 시장성 등을 고려한 시장진입가능성, 상용화가능성, 시장규모, 에너지 공급기여도 등으로 구분하여 설정하였다.

Table 2. Impact Factor Category

기준	항목	비고
1. 경제성	1-1. 투자비 규모	에너지 공급을 위한 초기 투자비 대비 투자효율성과 함께 관련 분야 파급효과를 고려하여 평가
	1-2. 공급원가	
	1-3. 타산업응용가능성	
2. 신뢰성	2-1. 기술성숙도	기술적용에 따른 기술성을 근거로 하는 신뢰성을 고려하여 평가
	2-2. 보수용이성	
	2-3. 안전도	
	2-4. 과학적 공헌도	
3. 시장성	3-1. 시장진입가능성	시장성은 기술개발에 따른 상업적 파급효과를 고려한 요인들로서 사업성 등을 고려하여 평가
	3-2. 상용화가능성	
	3-3. 시장규모	
	3-4. 에너지공급기여도	

4. 분석 및 평가

4.1 평가대상 관련요소의 분해

신·재생에너지원별 보급 제도에 대한 평가기준의 계층구조 기본설계를 위해 평가특성은 여러 요인으로 구분될 수 있는데 이를 AHP모형에 적용하기 위해 2회에 걸친 설문평가를 실시하였다.

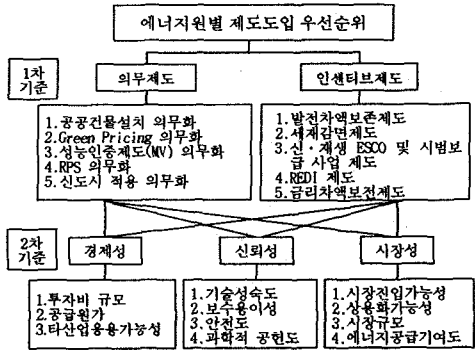


Fig. 1 Hierarchy Model of AHP

1차 기준에는 의무제도와 인센티브제도를 기준으로 하는 각각의 5개 제도로서 총 10개 제도를 쌍별 비교하여 제도별 가중치를 산출하였으며, 2차 기준에는 신·재생에너지 보급확산에 영향을 끼치는 영향요인을 발굴하고 이를 1계층과 2계층으로 구분하여 기본 모형을 설계하였다.

4.2 관련요소의 쌍대비교 평가

AHP를 이용하여 신·재생에너지 원별 각 평가특성의 중요도를 구하기 위해 신·재생에너지 사업에 참여하고 있는 전문가들을 대상으로 2차에 걸친 설문조사를 실시하였다. 1차 설문평가서는 10개 제도들 간의 중요도를 산출하기 위해 수행되었으며 2차 설문평가서는 11개 영향요인들에 대한 중요도를 산출하기 위해 수행하였다.

• 1차 설문평가 주요내용 : 의무제도와 인센티브제도간의 중요도 설문평가/ 의무제도의 기준에 대한 중요도 평가/ 인센티브제도의 기준에 대한 중요도 평가

• 2차 설문평가 주요내용 : 경제성, 신뢰성, 시장성간의 중요도 설문평가/ 경제성 기준에 대한 항목별 우선순위 평가/ 신뢰성 기준에 대한 항목별 우선순위 평가/ 시장성 기준에 대한 항목별 우선순위 평가

설문대상과 회수현황의 경우 1차 설문평가는 11개 신·재생에너지 원별 산/학/연 전문가 총 694명을 대상으로 실시하였으며 176매를 회수(회수율 25.4%)하여 회수 설문평가서의 일관성(CR)을 점검한 결과 AHP적용이 가능한 92매를 채택하여 분석을 실시하였다. 2차 설문평가는 11개 신·재생에너지 원별 산/학/연 전문가 총 228명을 대상으로 실시하였으며 157매를 회수(회수율 63%)하여 회수 설문평가서의 일관성(CR)을 점검한 결과 AHP적용이 가능한 99매를 채택하여 분석을 실시하였다.

설문지는 AHP를 이용하여 신·재생에너지 도입제도 분석을 위한 평가요인의 중요도 산출을 위한 문항으로 구성되었으며 응답자의 이해를 돕기 위하여 응답방식에 대한 설명을 첨부하였다. 또한 설문조사 결과가 몇 개의 극단치에 좌우되는 단점을 극소화하기 위하여 기하평균을 이용하여 중요도를 산출하였으며 개발기술에 대한 각 평가특성의 중요도는 AHP전용 S/W인 Expert Choice2000을 사용하였다.

4.3 AHP 적용 중요도 산출

4.3.1 제도도입 우선순위 대한 중요도 가중치 산출(1차)

1차 설문평가에서 일관성이 검증되어 채택된 92매를 대상으로 11개 신·재생에너지 원별 각각을 대상으로 제도도입 우선순위 가중치를 산출하였다. 태양열에너지의 경우 제도도입 중요도 가중치는 인센티브 제도(0.512)가 의무제도(0.488)보다 높게 평가되었으며 의무제도의 경우 성능인증제도의 의무화(0.175), 공공건물설치의무화(0.102) 순으로, 인센티브 제도의 경우 신·재생ESCO 및 시범보급사업제도(0.121)가 가장 높은 중요도 가중치로 산출되었다

태양광에너지의 경우 제도도입 중요도 가중치는 의무제도(0.533)가 인센티브제도(0.467)보다 높

게 평가되었으며 의무제도의 경우 신도시적용의무화(0.172), RPS의무화(0.102) 순으로, 인센티브제도의 경우 발전차액보전제도(0.147), 신·재생ESCO 및 시범보급사업제도(0.109)순으로 중요도 가중치가 산출되었다.

풍력에너지의 경우 제도도입 중요도 가중치는 인센티브제도(0.750)가 의무제도(0.250)보다 높게 평가되었으며 의무제도의 경우 RPS의무화(0.078), 성능인증제도의무화(0.055) 순으로, 인센티브제도의 경우 발전차액보전제도(0.239), 신·재생ESCO 및 시범보급사업제도(0.230)순으로 중요도 가중치가 산출되었다.

소수력에너지의 경우 제도도입 중요도 가중치는 인센티브제도(0.670)가 의무제도(0.330)보다 높게 평가되었으며 의무제도의 경우 RPS의무화(0.084), 신도시적용의무화(0.055) 순으로, 인센티브제도의 경우 발전차액보전제도(0.327), 세계감면제도(0.116) 순으로 중요도 가중치가 산출되었다.

수소에너지의 경우 제도도입 중요도 가중치는 인센티브제도(0.827)가 의무제도(0.173)보다 월등히 높게 평가되었으며 의무제도의 경우 신도시적용 의무화(0.062), RPS의무화(0.054) 순으로, 인센티브제도의 경우 REDI제도(0.303), 신·재생ESCO 및 시범보급사업제도(0.150)순으로 중요도 가중치가 산출되었다. 동 분야의 경우 인센티브 제도중 REDI제도가 타 분야와 비교하여 월등하게 높은 중요도 가중치를 보이고 있다.

IGCC의 경우 제도도입 중요도 가중치는 인센티브제도(0.848)가 의무제도(0.152)보다 높게 평가되었으며 의무제도의 경우 성능인증제도의무화(0.052), Green Pricing의무화(0.043) 순으로, 인센티브제도의 경우 신·재생ESCO 및 시범보급사업제도(0.277), REDI제도(0.226)순으로 중요도 가중치가 산출되었다.

폐기물에너지의 경우 제도도입 중요도 가중치는 의무제도(0.502)가 인센티브제도(0.498)보다 높게 평가되었으며 의무제도의 경우 RPS의무화(0.150), 신도시적용의무화(0.119)순으로, 인센티브제도의 경우 신·재생ESCO 및 시범보급사업제도(0.141)와 발전차액보전제도(0.139)순으로 중요도 가중치가 산출되었다.

바이오에너지의 경우 제도도입 중요도 가중치는 의무제도(0.585)가 인센티브제도(0.415)보다 높게 평가되었으며 의무제도의 경우 신도시적용의무화(0.191), RPS의무화(0.178) 순으로, 인센티브제도의 경우 발전차액보전제도(0.122)와 REDI제도(0.139)순으로 중요도 가중치가 산출되었다.

연료전지의 경우 제도도입 중요도 가중치는 의무제도(0.653)가 인센티브제도(0.347)보다 높게 평가되었으며 의무제도의 경우 RPS의무화(0.223), 공공건물설치의무화(0.139) 순으로, 인센티브제도의 경우 발전차액보전제도(0.1072)와 신·재생ESCO 및 시범보급사업제도(0.103)순으로 중요도 가중치가 산출되었다.

해양에너지의 경우 제도도입 중요도 가중치는

의무제도(0.563)가 인센티브제도(0.437)보다 높게 평가되었으며 의무제도의 경우 성능인증제도의 무화(0.187), RPS의무화(0.180) 순으로, 인센티브제도의 경우 발전차액보전제도(0.146)와 세계감면제도(0.122)순으로 중요도 가중치가 산출되었다. 특히 성능인증제도의무화 및 RPS의무화의 가중치가 타 분야보다 월등하게 높은 것으로 나타났다.

지열에너지의 경우 제도도입 중요도 가중치는 의무제도(0.574)가 인센티브제도(0.426)보다 근소한 차이로 높게 평가되었으며 의무제도의 경우 신도시적용의무화제도(0.183), 성능인증제도의무화(0.117) 순으로, 인센티브 제도의 경우 신·재생ESCO 및 시범보급사업제도(0.193)와 REDI제도(0.086)순으로 중요도 가중치가 산출되었다

Table 3. Result of 1st Evaluation

에너지	A. 의무제도(0.437)					B. 인센티브제도(0.563)					합계
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	
태양광	0.102	0.056	0.175	0.079	0.078	0.121	0.079	0.146	0.121	0.046	1.000
태양광	0.102	0.050	0.082	0.126	0.172	0.147	0.075	0.109	0.091	0.046	1.000
풍력	0.035	0.049	0.055	0.078	0.034	0.239	0.089	0.230	0.104	0.098	1.000
소수력	0.043	0.055	0.067	0.084	0.070	0.327	0.116	0.091	0.076	0.059	1.000
수소	0.020	0.010	0.027	0.054	0.062	0.148	0.138	0.150	0.303	0.088	1.000
IGCC	0.011	0.043	0.052	0.028	0.017	0.086	0.099	0.277	0.226	0.159	1.000
폐기물	0.071	0.080	0.082	0.150	0.119	0.139	0.068	0.141	0.070	0.079	1.000
바이오	0.099	0.026	0.090	0.178	0.191	0.122	0.057	0.097	0.105	0.024	1.000
연료전지	0.139	0.053	0.114	0.223	0.123	0.107	0.041	0.103	0.062	0.035	1.000
핵심	0.056	0.100	0.187	0.180	0.040	0.146	0.122	0.055	0.073	0.042	1.000
지열	0.106	0.062	0.117	0.104	0.183	0.055	0.044	0.193	0.086	0.049	1.000
합계	0.863	0.636	1.087	1.322	1.124	1.578	0.874	1.562	1.264	0.686	
규준화	0.546	0.403	0.688	0.837	0.712	1.000	0.554	0.989	0.800	0.434	
rank	8	10	6	3	5	1	7	2	4	9	

A-1. 공공지원센터, A-2. Green Pricing, A-3. 성능인증제도, A-4. RPS, A-5. 신도시적용
 B-1. 발전차액보전, B-2. 세계감면, B-3. 신·재생ESCO 및 시범보급사업, B-4. REDI,
 B-5. 금리차보전

제도도입 우선순위 AHP평가에 따른 중요도 가중치 산출에 대한 종합결과에 대한 평균은 인센티브제도(0.543)가 의무제도(0.457)보다 높은 가중치로 나타났다. 각각의 세부제도별요인인 2계층의 경우 발전차액보전제도(1.578)가 가장 높은 가중치를 보이고 있으며, 다음으로 신·재생ESCO 및 시범보급제도(1.562), RPS의무화(1.322), REDI(1.264) 순으로 나타났다.

4.3.2 영향요인(impact factor)에 대한 중요도 산출(2차)

신·재생에너지원별 제도도입에 따른 영향요인에 대한 중요도 가중치를 산출하기 위해 2차 설문평가에서 일관성이 검증되어 채택된 99매를 대상으로 11개 신·재생에너지 원별 각각을 대상으로 영향요인에 대한 가중치를 산출하였다.

태양열에너지 분야 영향요인 1계층의 경우 신뢰성(0.470), 경제성(0.340), 시장성(0.190)순으로 중요도 가중치가 산출되었다. 경제성분야에서는 투자비 규모(0.143), 신뢰성의 경우 기술성속도(0.149), 시장성은 에너지공급기여도(0.119)가 가장 높은 가중치를 보이고 있으며 2계층의 영향요인 전체적 측면에서는 “기술성속도”가 가장 높은 영향요인인 것으로 나타났다.

태양광에너지 분야 영향요인 1계층의 경우 경제성(0.470), 시장성(0.297), 신뢰성(0.234)순으로 중요도 가중치가 산출되었다. 경제성에서는 공급원가(0.257), 신뢰성은 기술성속도(0.084), 시장성은 에너지공급기여도(0.127)가 가장 높은 가중치를 보이고 있으며 2계층의 영향요인 전체적 측면에서는 “공급원가”가 가장 높은 영향요인으로 나타났다.

풍력에너지 분야 영향요인 1계층의 경우 경제성(0.423), 신뢰성(0.374), 시장성(0.203) 순으로 중요도 가중치가 산출되었다. 경제성에서는 투자비규모(0.239), 신뢰성은 안전도(0.129), 시장성은 시장규모(0.085)가 가장 높은 가중치를 보이고 있으며 2계층의 영향요인 전체적 측면에서는 “투자비 규모”가 가장 높은 영향요인으로 나타났다.

소수력에너지 분야 영향요인 1계층의 경우 시장성(0.509), 경제성(0.311), 신뢰성(0.180) 순으로 중요도 가중치가 산출되었다. 경제성에서는 공급원가(0.201), 신뢰성은 기술성속도(0.091), 시장성은 상용화가능성(0.212)이 가장 높은 가중치를 보이고 있으며 2계층의 영향요인 전체적 측면에서는 “상용화가능성”이 가장 높은 영향요인으로 나타났다

수소에너지 분야 영향요인 1계층의 경우 신뢰성(0.456), 시장성(0.329), 경제성(0.215) 순으로 중요도 가중치가 산출되었다. 경제성에서는 공급원가(0.103), 신뢰성은 안전도(0.193), 시장성은 에너지공급기여도(0.112)가 가장 높은 가중치를 보이고 있으며 2계층의 영향요인 전체적 측면에서는 “안전도”가 가장 높은 영향요인으로 나타났다

IGCC 분야 영향요인 1계층의 경우 신뢰성(0.447), 경제성(0.416), 시장성(0.137) 순으로 중요도 가중치가 산출되었다. 경제성에서는 투자비 규모(0.225), 신뢰성은 기술성속도(0.180), 시장성은 상용화가능성(0.067)이 가장 높은 가중치를 보이고 있으며 2계층의 영향요인 전체적 측면에서는 “투자비 규모”가 가장 높은 영향요인으로 나타났다.

폐기물에너지 분야 영향요인 1계층의 경우 경제성(0.399), 신뢰성(0.373), 시장성(0.228) 순으로 중요도 가중치가 산출되었다. 경제성에서는 투자비 규모(0.156), 신뢰성은 기술성속도(0.147), 시장성은 상용화가능성(0.078)이 가장 높은 가중치를 보이고 있으며 2계층의 영향요인 전체적 측면에서는 “투자비 규모”가 가장 높은 영향요인으로 나타났다.

바이오에너지 분야 영향요인 1계층의 경우 신뢰성(0.406), 경제성(0.315), 시장성(0.279) 순으로 산출되었다. 경제성에서는 공급원가(0.179), 신뢰성은 안전도(0.192), 시장성은 시장진입가능성(0.104)이 가장 높은 가중치를 보이고 있으며 2계층의 영향요인 전체적 측면에서는 “안전도”가 가장 높은 영향요인으로 나타났다.

연료전지 분야 영향요인 1계층의 경우 경제성

(0.493), 신뢰성(0.335), 시장성(0.173) 순으로 중요도 가중치가 산출되었다. 경제성에서는 투자비규모(0.221), 신뢰성은 기술성숙도(0.131), 시장성은 시장진입가능성(0.051)이 가장 높은 가중치를 보이고 있으며 2계층의 영향요인 전체적 측면에서는 “투자비규모”가 가장 높은 영향요인으로 나타났다.

해양에너지 분야 영향요인 1계층의 경우 시장성(0.540), 경제성(0.232), 신뢰성(0.228), 순으로 중요도 가중치가 산출되었다. 경제성에서는 타산업용용가능성(0.090), 신뢰성은 기술성숙도(0.082), 시장성은 에너지공급기여도(0.213)이 가장 높은 가중치를 보이고 있으며 2계층의 영향요인 전체적 측면에서는 “에너지공급기여도”가 가장 높은 영향요인으로 나타났다.

지열에너지 분야 영향요인 1계층의 경우 경제성(0.430), 신뢰성(0.393), 시장성(0.177)순으로 산출되었다. 경제성에서는 공급원가(0.221), 신뢰성은 안전도(0.140), 시장성은 상용화가능성(0.056)이 가장 높은 가중치를 보이고 있으며 2계층의 영향요인 전체적 측면에서는 “공급원가”가 가장 높은 영향요인으로 나타났다.

Table 4 Result of 2nd Evaluation

영향요인	1. 경제성 (0.340)			2. 신뢰성 (0.470)			3. 시장성 (0.190)			Total		
	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	2-3	2-4	3-1	3-2		3-3	3-4
가중치												
태양열	0.143	0.099	0.097	0.149	0.111	0.148	0.063	0.022	0.024	0.025	0.119	1.000
태양광	0.170	0.267	0.043	0.084	0.067	0.065	0.018	0.031	0.071	0.068	0.127	1.000
풍력	0.239	0.148	0.036	0.103	0.111	0.129	0.031	0.040	0.038	0.085	0.040	1.000
소수력	0.076	0.201	0.034	0.091	0.032	0.038	0.020	0.181	0.212	0.070	0.047	1.000
수소	0.036	0.103	0.076	0.132	0.086	0.193	0.045	0.058	0.083	0.077	0.112	1.000
IGCC	0.225	0.131	0.059	0.180	0.072	0.168	0.027	0.021	0.067	0.024	0.025	1.000
폐기물	0.156	0.140	0.104	0.147	0.056	0.129	0.040	0.047	0.078	0.052	0.051	1.000
바이오	0.063	0.178	0.073	0.099	0.044	0.192	0.070	0.104	0.059	0.071	0.045	1.000
연료전지	0.221	0.199	0.072	0.131	0.051	0.125	0.028	0.051	0.049	0.035	0.038	1.000
해양	0.080	0.062	0.050	0.082	0.059	0.064	0.023	0.084	0.162	0.080	0.213	1.000
지열	0.163	0.221	0.047	0.119	0.083	0.140	0.052	0.041	0.056	0.033	0.047	1.000
Total	1.572	1.740	0.731	1.317	0.772	1.391	0.417	0.680	0.899	0.620	0.864	
Rank	2	1	8	4	7	3	11	9	5	10	6	

1-1. 투자비규모, 1-2. 공급원가, 1-3. 타산업용용가능성
 2-1. 기술성숙도, 2-2. 보수유지성, 2-3. 안전도, 2-4. 사회적편호
 3-1. 시장진입가능성, 3-2. 상용화가능성, 3-3. 시장규모, 3-4. 에너지공급기여도

4.4 복합가중치 산출

신·재생에너지 제도도입 우선순위 선정에 위한 복합가중치 산정은 앞선 절에서 산출된 도입제도 우선순위 중요도 가중치와 영향요인 중요도 가중치를 승산하여 최종 복합 중요도 가중치를 산출하였다.

또한, 대안들에 대한 평가결과를 비교 가능한 척도로 변환하는 규준화(normalize) 절차가 필요하며 본 연구에서는 각 평가특성의 가중치를 계층분석과정에 의해 구하고 여기에 대응되는 평가특성의 값을 규준화하여 총 점수가 가장 큰 대안을 선택하였다.

본 분석에서는 11개 신·재생에너지원 각각에 대한 2개 대분류(외부제도, 인센티브제도)에 대한 하위 계층인 10개 도입제도에 대한 중요도 가중치

를 1차 및 2차 AHP평가에서 산출된 가중치를 승산하여 산출함으로써 각각의 제도들에 대한 통합적 우선순위를 선정하였다.

Table 5. Result of Final Evaluation

대분류	A. 외부제도					B. 인센티브제도					
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	
태양열	복합치	0.1015	0.0654	0.1752	0.0796	0.0775	0.1208	0.0789	0.1457	0.1039	0.0456
	규준화	0.5793	0.3182	1.0000	0.4486	0.4424	0.6865	0.4503	0.8316	0.6901	0.2603
	순위	5	9	1	7	8	4	6	2	3	10
태양광	복합치	0.1027	0.0498	0.0822	0.1285	0.1722	0.1470	0.0747	0.1094	0.0913	0.0450
	규준화	0.5964	0.2882	0.4774	0.7532	1.0000	0.8537	0.4538	0.6353	0.5302	0.2613
	순위	5	9	7	3	1	2	8	4	6	10
풍력	복합치	0.0345	0.0491	0.0544	0.0777	0.0343	0.2384	0.0485	0.2237	0.1045	0.0879
	규준화	0.1447	0.2030	0.2282	0.3233	0.1039	1.0000	0.3754	0.9535	0.4593	0.3687
	순위	9	8	7	6	10	1	4	2	3	5
소수력	복합치	0.0494	0.0639	0.0099	0.0837	0.0701	0.3272	0.1155	0.0943	0.0767	0.0591
	규준화	0.1335	0.2014	0.2045	0.2538	0.2142	1.0000	0.3533	0.2780	0.2344	0.1805
	순위	10	8	7	4	7	3	5	9	6	8
수소	복합치	0.0195	0.0102	0.0299	0.0545	0.0618	0.1482	0.1380	0.1489	0.2031	0.0879
	규준화	0.0543	0.0337	0.0987	0.1798	0.2139	0.4989	0.4553	0.4946	1.0000	0.2300
	순위	9	10	8	7	6	3	4	2	1	5
IGCC	복합치	0.0114	0.0434	0.0524	0.0278	0.0170	0.0636	0.0892	0.2273	0.2264	0.1586
	규준화	0.0411	0.1555	0.1890	0.1023	0.0943	0.3037	0.3577	1.0000	0.8164	0.5719
	순위	10	7	6	8	9	5	4	1	2	3
폐기물	복합치	0.0707	0.0797	0.0823	0.1512	0.1191	0.1345	0.0894	0.1411	0.0998	0.0792
	규준화	0.4707	0.5305	0.5479	1.0000	0.7929	0.9388	0.8554	0.9394	0.4647	0.5273
	순위	8	6	5	1	4	3	10	2	9	7
바이오	복합치	0.0395	0.0382	0.0804	0.1784	0.1936	0.1225	0.0699	0.0985	0.1046	0.0246
	규준화	0.5230	0.1375	0.4743	0.9390	1.0000	0.6427	0.3510	0.5073	0.5488	0.1291
	순위	5	9	7	2	1	3	8	6	4	10
연료전지	복합치	0.1383	0.0531	0.1141	0.2237	0.1234	0.1035	0.0409	0.1028	0.0630	0.0551
	규준화	0.8227	0.2374	0.5101	1.0000	0.5516	0.4761	0.1828	0.4535	0.2772	0.1599
	순위	2	8	4	1	3	5	9	7	10	6
해양	복합치	0.0557	0.1002	0.1869	0.1802	0.0400	0.1455	0.1219	0.0551	0.0725	0.0420
	규준화	0.2982	0.5362	1.0000	0.9639	0.2139	0.7786	0.6523	0.2946	0.3881	0.2245
	순위	7	5	1	2	10	3	4	8	6	9
지열	복합치	0.1082	0.0323	0.1164	0.1094	0.1827	0.0545	0.0442	0.1389	0.0655	0.0480
	규준화	0.5919	0.3230	0.6084	0.5412	0.9471	0.2925	0.2291	1.0000	0.4432	0.2540
	순위	4	7	3	5	2	8	10	1	6	9

A-1. 공공투자보장성, A-2. Green Pricing, A-3. 성능인종제도, A-4. RPS, A-5. 신도시특용
 B-1. 발전량연계보장, B-2. 세제지원, B-3. 신·재생ESO 및 시험보급사업, B-4. REDI,
 B-5. 금리차별보전

5. 종합분석 및 결론

5.1 평가 영향요인(impact factor) 종합분석

신·재생에너지원별 보급 확산을 위한 제도도입에 따른 평가 영향요인들은 평가자의 주관성과 객관성을 고려할 때 그 값들이 서로 상이하게 산출될 수 있다. 그러나 본 연구에서 수행된 AHP의 경우 일관성 검증을 거친 결과에 따라 다른 어떠한 방법론보다 신뢰성 측면에서 앞선다고 할 수 있다.

AHP에 수행된 영향요인별 중요도 가중치는 11개 신·재생에너지 에너지원별을 종합한 평균치에서 경제성(0.368)이 가장 중요한 가중치로 나타났으며 다음이 신뢰성(0.354), 시장성(0.278)순으로 나타났다. 이에 따라 신·재생에너지 보급 확산을 위한 제도도입에 우선적으로 고려해야할 사항으로 경제성이 제일 우선되는 영향요인인 것으로 나타났다.

영향요인 2계층의 경우 가장 높은 중요도 가중치는 공급원가(1.741)인 것으로 나타났으며 투자비규모(1.573), 안전도(1.391), 기술성숙도

(1.316)순으로 나타났다.

영향요인별 중요도 가중치는 대부분 경제성분야의 투자비 규모와 공급원가에 편중되어 있는 것으로 나타났으나 수소에너지의 경우 안전도에서 가장 높은 가중치를 보이고 있는 점을 감안할 때 각각의 에너지원별 보급 확산에 따른 특성을 나타나고 있었다.

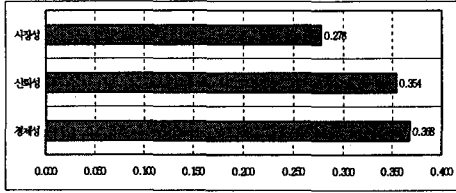


Fig.2 Importance Weights of 1st hierarchy impact factors

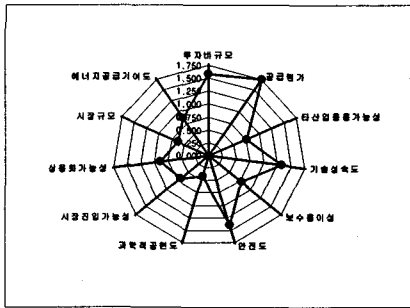


Fig.3 Importance Weights of 2nd hierarchy impact factors

제도도입의 영향요인에 대한 각각의 신·재생에너지원별 중요도 가중치는 다음과 같다.

- * 태양열에너지 : 기술성숙도(0.149)>안전도(0.148)>투자비규모(0.143)
- * 태양광에너지 : 공급원가(0.257)>투자비 규모(0.170)>에너지공급기여도(0.127)
- * 풍력에너지 : 투자비규모(0.239)>공급원가(0.148)>안전도(0.129)
- * 소수력에너지 : 상용화가능성(0.212)>공급원가(0.201)>시장진입가능성(0.181)
- * 수소에너지 : 안전도(0.193)>에너지공급기여도(0.112)>공급원가(0.103)
- * IGCC : 투자비규모(0.225)>안전도(0.168)>공급원가(0.131)
- * 폐기물에너지 : 투자비규모(0.156)>기술성숙도(0.147)>공급원가(0.140)
- * 바이오에너지 : 안전도(0.192)>공급원가(0.179)>시장진입가능성(0.104)
- * 연료전지 : 투자비규모(0.221)>공급원가(0.197)>안전도(0.125)
- * 해양에너지 : 에너지공급기여도(0.213)>상용화가능성(0.162)>타산업융용가능성(0.090)
- * 지열에너지 : 공급원가(0.221)>투자비규모(0.163)>안전도(0.140)

5.2 종합평가

신·재생에너지원별 제도도입을 위한 AHP평가에 따른 종합적 결과는 다음과 같다.

* 에너지원별 의무제도와 인센티브제도에 있어서 의무제도의 가중치가 높은 신·재생에너지는 태양광, 폐기물, 바이오, 연료전지, 해양, 지열 에너지로 나타났으며 이중 해양에너지가 가장 높은 가중치를 나타냈다.

* 인센티브제도의 가중치가 높은 신·재생에너지는 태양열, 풍력, 소수력, 수소, IGCC 에너지로 나타났으며, 이중 풍력, 수소, IGCC 에너지가 높은 가중치를 나타냈다.

* 의무제도에 있어서는 신도시적용 의무화, RPS 의무화, 성능인증제도 의무화 제도가 가장 높은 우선순위로 나타났으며, 공공건물 설치 의무화, Green Pricing 의무화 제도는 우선순위가 낮게 나타났다.

* 인센티브제도에서는 발전차액 보전제도, 신·재생ESCO 및 시범보급 사업제도, REDI 제도에서 가장 높은 우선순위로 나타났으며, 세제감면제도, 금리차액보전제도는 우선순위가 낮게 나타났다.

* 의무제도와 인센티브제도를 종합한 전체 우선순위에 있어서는 성능인증제도 의무화, 신도시적용 의무화, 발전차액보전제도, REDI제도, 신·재생ESCO 및 시범보급 사업제도, RPS 의무화 등의 분포를 나타냈다.

제도도입 우선순위 중요도 가중치 및 영향요인 중요도 가중치를 종합한 복합가중치 산출에 따른 신·재생에너지원별 제도도입 최종 우선순위를 3 순위 까지 제시하면 다음과 같다.

- * 태양열에너지 : 성능인증제도>신·재생ESCO 및 시범보급사업제도>REDI 제도
- * 태양광에너지 : 신도시적용 의무화>발전차액보전제도>RPS 의무화>신·재생ESCO 및 시범보급사업제도
- * 풍력에너지 : 발전차액보전제도>신·재생ESCO 및 시범보급사업제도>REDI 제도
- * 소수력에너지 : 발전차액보전제도>세제감면제도>신·재생ESCO 및 시범보급사업제도
- * 수소에너지 : REDI 제도>신·재생ESCO 및 시범보급사업제도>발전차액보전제도
- * IGCC : 신·재생ESCO 및 시범보급사업제도>REDI 제도>금리차액보전제도
- * 폐기물에너지 : RPS 의무화>신·재생ESCO 및 시범보급사업제도>발전차액보전제도
- * 바이오에너지 : 신도시적용의무화>RPS 의무화>발전차액보전제도
- * 연료전지 : RPS 의무화>공공건물설치의무화>신도시적용의무화
- * 해양에너지 : 성능인증제도의무화>RPS 의무화>세제감면제도
- * 지열에너지 : 신·재생ESCO 및 시범보급사업제도>신도시적용의무화>성능인증제도의무화

5.3 결론

현재 세계적인 에너지수요는 화석에너지가 전체 에너지공급량의 80%이상을 점유하고 있으며 특히 석유의 경우 안정공급체계의 불안정, 고유가에 대한 불안심리, 환경요인의 요인매체, 자원 한계성 등으로 경제, 사회적 우위성을 상실하고 있다. 그러나 이러한 화석에너지의 경제적, 사회적 우위성의 상실에도 불구하고 향후 이를 획기적으로 대체할 만한 에너지 자원의 개발이 불투명한 상태에서 신·재생에너지의 중요성이 크게 부각되고 있다.

신·재생에너지는 자원량의 공급에서도 중요하지만 자원량을 활용할 수 있는 기술확보가 자원량 확보라고 할 수 있는데 이는 신·재생에너지 기술개발 투자 선진국에서 기술확보에 따른 신·재생에너지 자원보유국로의 입지강화에서 알 수 있다. 우리나라의 경우 신·재생에너지 보급 목표를 2006년 총에너지의 3%, 2011년 5%를 설정하여 공급한다는 목표를 설정하고 있으나 이러한 목표는 집중적인 자금 투자와 그에 따른 기술개발이 이루어질 때 가능한 것이다.

특히 소요자금의 대형화와 연구개발의 불확실성 등과 같은 요인들과 함께 단기적 이윤을 추구하는 민간기업의 적극적인 참여가 없을 때에는 목표달성에 어려움이 있을 것으로 예견되고 있으며 이를 보완할 수 있는 제도적, 정책적 지원이 무엇보다 필요한 시점이라고 할 수 있다.

이러한 점을 감안하여 본 연구에서 제시된 제도들의 우선순위를 고려한 정책적 지원이 필요하며 이는 각각의 신·재생에너지원별로 도출된 제도도입 우선순위에 따르는 것도 중요하지만 에너지원별 특성에 입각한 제도도입이 필요하다.

본 분석에서 나타난 중요도 가중치를 보면 의무제도에서는 성능인증제도, RPS의무화, 신도시 적용 의무화가 높은 중요도 가중치를, 인센티브제도에 있어서서는 발전차액보전제도, 신·재생ESCO 및 시범보급사업제도, RED2제도가 높은 중요도 가중치를 보이고 있는 것으로 평가되었으며 이를 토대로 하는 정책적 지원이 필요할 것이다.

결론적으로 우리나라 신·재생에너지원의 보급 확산은 반드시 이루어져야할 필수과제로서 이를 위한 향후 추진방향을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 본 분석을 토대로 보다 구체적인 영향요인을 발굴하여 경제적 재산성 등을 고려한 구체적 평가의 추가적 수행과 함께 아울러 기술분야에 대해 환경성을 고려한 평가 역시 수행되어야 한다.

둘째, 신·재생에너지 보급 확산은 단기적 위기 해소용이 아닌 장기적 에너지 확보안이라는 정책기조 아래 평가된 제도들에 대한 적극적인 지원 정책 추진이 필요하다. 예컨대 기존의 추진되고 있는 제도에 대한 보완과 함께 새로운 제도도입의 추진을 통한 과감한 정책적 지원이 필요하다.

셋째, 신·재생에너지 보급 확산에 대한 양과 질을 구분하여 추진해야 한다. 이는 보급 확산의 양적인 측면도 중요하지만 기술적 배경을 토대로 하는 신·재생에너지원의 경우 확보되는 핵심 기

술적 측면에서도 중요한 만큼 이를 고려한 정책지원이 필요하다.

넷째, 신·재생에너지원별 기술에 대한 지속적인 평가/분석이 필요하다. 이는 신·재생에너지 보급 확산이 자원량에 의존하기보다는 기술 성숙도에 의존성이 강한 만큼 기술적 평가와 함께 분석이 지속적으로 이루어져야 한다는 것이다.

다섯째, 지속적인 제도 도입에 대한 분석과 함께 확산을 위한 인프라 구축이 필요하다. 이는 신·재생에너지 보급시장에 대한 국내외 조사 분석에 따른 시장DB 구축과 평가 툴 등의 인프라 구축을 위한 노력을 지속적으로 추진하여야 한다.

References

- [1] 기후변화협약대책위원회, 2005. 2., "기후변화협약 대응 제3차 종합대책", pp40-45
- [2] 김진오외, 2003. 7., "대체에너지보급목표 달성을 위한 세부 실행계획수립 연구", 산업자원부
- [3] 산업자원부, 2003. 12., "제2차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획(2003-2012)", pp3-9
- [4] 에너지관리공단, 대체에너지 정책 및 지원제도, pp16-18
- [5] 이덕기, 2003. 4., "AHP를 이용한 에너지시스템 대안 선정평가", 자원환경경제연구, 제12권 pp611-635
- [6] 전영우, 2003., "대체에너지증장기발전계획", NICE, 제21권 제5호, pp544-548
- [7] Buede, D. M., 1992., "Software Review Three Packages for AHP: Criterium, Expert Choice and HIPRE3+", *Journal of Multi-Criteria Derision Analysis*, Vol. 1, Issue. 2, pp.119-121
- [8] Deokki Lee, September 2004, "An Analysis on the CO₂ Reduction and Sequestration Technology Using the AHP", *The Korea Society Energy Engineering*, Vol. 13, No.3, pp219-227
- [9] Hwang, C. L., and Lin, M. J., 1987, "Group Decision Making under Multiple Criteria-Methods and Applications", Springer-Verlag, pp342-370
- [10] Leskinen P., 2001. 8., "Measurement Scales and Interval Judgments in the AHP", *Proceedings of the Sixth ISAHP*, pp.261-262
- [11] Rubenstein, A. H., Jan.-Feb. 1975., "Setting Criteria for R&D", *Harvard Business Review*, pp.95-104.
- [12] Saaty, T.L., 1986., "Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process", *Management Science*, Vol. 32, No.7, pp.841-855
- [13] Saaty, T. L., 1977., "A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures", *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 15, No. 3, pp.234-281
- [14] Saaty, T. L., 1980., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, p.54., pp170-171
- [15] Saaty, T.L., 2001. 8., "Deriving the AHP 1-9 Scale form First Principles", *Proceedings of the Sixth ISAHP*, pp.397-402.