

# 신재생 에너지와 기존 발전기술과의 투자리스크 요인별 민감도 비교

고경호\*, 박세익

## The Sensitivity Comparison of Each Risk Factors Analysis on Renewable Energy and Other Generating Technologies

Kyungho Koh\* and Seik Park

### Abstract

Recently, electricity industry is facing high market uncertainty which has ever had and which increase risks in power market. In this study, we analyze risk factors such as discount rates, initial investment (overnight cost), plant factor, fuel cost, carbon price, etc, for the perspective of investor. For the analysis of risk factors, we used LCOE method. The results of this study show that renewable energy is more affected by plant factor and overnight cost than other risk factors. First, Renewable energy has higher proportion of overnight cost in the total investment than that of other technologies. Second, renewable energy is free of fuel cost and carbon price so plant factor is the most important factor, in other words, competitiveness of renewable energy depends on plant factor. Furthermore, we conducted economic feasibility of wind power and PV in domestic case study. The minimum requirement condition to get profitability is that plant factor 15% and overnight cost ₩6,000,000/kW and 26%, ₩2,200,000/kW for PV and Wind Power, respectively.

### Key words

Risk factors(투자리스크), Energy technology(발전기술), Levelized Cost of Electricity(균등화발전단가), PV(태양광발전), Wind Power(풍력발전), Investor(투자자), Discount rate(할인율), Sensitivity analysis(민감도 분석)

(접수일 2011. 11. 21, 수정일 2011. 12. 19, 게재확정일 2011. 12. 22)

\* 한전 전력연구원

■ E-mail : gogh@kepco.co.kr ■ Tel : (042)865-5364 ■ Fax : (042)865-9876

### Nomenclature

LCOE	: levelized cost of electricity generation	CCS	: carbon capture and storage
RPS	: renewable portfolio standard	NPV	: net present value
O&M	: operating and maintenance	IRR	: internal rate of return
LNG	: liquified natural gas	MMBtu	: million metric british thermal unit
IEA	: international energy agency	r	: discount rate

## subscript

$t$  : time

### 1. 서론

전 세계적으로 전력산업은 어느 시기보다 불확실성이 높은 환경변화에 직면하고 있다. 첫째 전력시장에서 전력거래를 통하여 투자비를 회수하는 구조로 변화되었다. 따라서 투자자는 투자비에 대한 투자회수 방안 및 신규 발전설비 선택에 대한 불확실성이 증가되었다.

둘째로 발전단가 산정에 영향을 주는 정책적 요인들이 과거보다 많이 증가하였다는 것이다. 기후변화협약이행과 관련하여 신재생에너지의무구매제도(Renewable Portfolio Standards : RPS), 발전차액제도(Feed-in tariff : FIT) 등 각종 규제제도에 의한 이행비용 및 탄소가격에 대한 불확실성이 증가되고 있다.

셋째 기술발전속도 또한 전력산업 투자환경에 불확실성을 증가시키는 요인으로 작용하고 있다. 높은 효율과 청정 석탄 발전기술, 풍력, 태양광 등 신재생에너지발전기술들이 시장 진입이 촉진되고 있으며, 지능형전력망 및 스마트미터링 등 송배전과 수요분야에서도 새로운 기술들이 도입됨에 따라 전력산업 환경변화에 많은 영향을 주고 있다.

넷째로 지난 5년간 세계경제의 급격한 변화로 인한 발전설비 및 기자재, 파이낸싱 시장의 변동성도 투자자의 투자계획에 많은 영향을 주고 있다.

본 논문에서는 변화하는 전력시장 환경에서 투자자가 투자시 고려해야 할 투자리스크 요인과 그와 관련된 주요변수들이 발전기술별로 어떠한 영향을 미치며, 변수별 우선순위에 대하여 검토하였으며, 신재생에너지 투자리스크에 가장 많은 영향을 주는 이용률과 초기투자비를 중심으로 국내 전력거래제도 및 시장 환경을 고려하여 태양광 및 풍력에 대하여 최소한의 경제성을 만족하는 조건을 도출하였다.

### 2. 투자리스크 요인과 주요변수

#### 2.1 전력산업 투자자 측면에서 리스크 요인

일반적으로 투자자 측면에서 전력산업 투자리스크 요인들은 Table 1과 같이 분류할 수 있으며, 투자자들은 이들에 대하여 사전에 충분히 검토하여야 한다.

기술리스크란 어느 기술을 선택할 것인가의 문제라 할 수 있다. 예를 들어 원자력발전을 선택할 것인가, 아니면 태양광발전을 선택할 것인가에 따라 투자비(건설비), 건설기간, O&M (Operation & Maintenance) 비용 및 이용률에 많은 차이가 난다. 금융조달 비용과 현금 유동성에 많은 부담을 갖고 있는 투자자라면 원자력이나, 석탄발전 등 초기 투자비가 높고 투자비 회수기간이 장기간인 기술에 투자하기 보다는 그와 반대인 태양광발전, 풍력발전 등에 투자하는 것이 우선순위가 높다고 볼 수 있다.

시장리스크란 주로 발전설비 운영기간에 경험할 수 있는 연료가격 및 수요 변동성, 다른 기술과의 경쟁 및 전력시장에서 발생하는 전력가격의 변동성을 의미한다. 과거에는 석유, 석탄 가격이 안정적으로 유지되어 왔으나 2000년대 중반이후 석유 및 석탄가격이 급상승하여 상당한 부담으로 작용하고 있다. 또한 고효율 발전기술의 등장과 풍력, 태양광과 같은 신재생에너지발전기술이 시장에 진입하면서 발전기술간의 경쟁이 심화되고 있다. 전력산업에 투자할 계획을 갖고 있는 투자자라면 이러한 시장리스크에 대한 전망을 면밀히 검토해야 할 것이다.

규제리스크란 전력시장과 관련된 각종 규제에 관한 것들이다. 미국, 영국, 남미, 우리나라 전력거래제도는 입찰, 가격 결정계획, 운영계획 및 정산제도가 각각 다르며, 생산한 전력을 소비자 및 배전/판매회사에 판매하는 방식도 많이 다르다. 투자자는 이러한 시장운영규칙과 관련규제제도에 대하여 신중히 고려해야 하는 것이 당연하다. 신재생에너지에 대하여도 국가별로, 전력시장별로 다르게 취급하고 있다. 국내 전력

Table 1. Risk factors for investors in power market

기술리스크	시장리스크	규제리스크	정책리스크
투자비	연료 가격	전력거래제도	환경제도
건설기간	수요	경쟁규제	탄소규제
O&M	경쟁	판매규제	지원제도
이용률	전력가격	인허가	에너지효율

시장운영규칙에서는 신재생에너지에 대하여 급전의 우선권 (Must-run)을 주고 있으며, 정산에서도 시장가격이외에 발전차액보전제도를 통하여 비용을 보전해주고 있다.

정책리스크는 배출권거래제, 탄소세와 같은 탄소규제와 신재생에너지에 혜택을 주고 있는 발전차액보전제도가 대표적인 사례라 할 수 있다. 그 외에도 각종 보조금 지원제도 등이 해당된다. 이러한 정책리스크도 나라별, 전력시장별로 다른 형태를 보여준다. 우리나라, 독일, 덴마크 등은 발전차액보전제도를 통하여 전력시장에서 보상받지 못한 부분을 보전하여 주는 반면, 미국, 일본 등은 신재생에너지의무구매제도를 통하여 부족분을 보전해 주고 있다.

신재생에너지의 경우 기술의 미성숙, 각종 규제 정책 등의 영향으로 인해 기존 발전기술인 원자력, 석탄, LNG 복합발전보다 앞서 언급한 4개 주요 리스크에 비하여 민감하게 반응한다고 할 수 있다.

## 2.2 투자리스크 주요변수

투자자 측면에서 투자리스크를 주요변수별로 분석하기 위해서는 기술적 특성이 다른 다양한 발전기술에 대하여 일정한 기준에 따라 비교/평가할 수 있는 분석방법이 필요하다. 이 경우 유용하게 사용되는 경제성 분석 방법이 균등화발전단가(Levelized Cost of Electricity : LCOE)라고 할 수 있다. 균등화발전단가는 식 (1)과 같이, 수명기간동안 소요되는 모든 비용을 발전량으로 나눈 값으로서 분석목적 및 대상에 따라 항목이 식 (2)와 같이 달라질 수 있다.

$$LCOE = \frac{\text{수명기간 동안의 총 소요비용}}{\text{수명기간 동안의 예상되어지는 전력생산량}} \quad (1)$$

$$LCOE = \frac{\sum_t \frac{(\text{투자비}_t + O\&M_t + \text{연료비}_t + \text{탄소가격}_t + \text{폐지}_t)}{(1+r)^t}}{\sum_t \frac{\text{발전량}_t}{(1+r)^t}} \quad (2)$$

식 (2)에서 r은 할인율(Discount Rate)을 의미하며, 식 (1)에서와 같이 투자리스크를 검토함에 있어 주요 변수들은 투자비, O&M비, 연료비용, 탄소가격, 폐지(폐로)비용, 그리고 할인율이 해당되며, 앞서 언급한 변수들 외에도 투자와 관련된 건설기간, 수명기간과 발전량과 관련된 이용률이 해당된다.

초기 투자비가 높은 발전기술은 원자력, 석탄 등 기존 발전

Table 2. The impact of risks in each Gen Techs

구분	영향 大	영향 小
투자비	원자력, 석탄 등	신재생
O&M	신재생	원자력, 석탄 등
연료가격	LNG복합, 석탄 등	신재생, 원자력
탄소가격	석탄, LNG복합	원자력, 신재생
할인율	원자력, 석탄	신재생

기술들이 해당된다. O&M 비용에 영향을 많이 받는 발전기술들은 초기투자비가 낮고, 연료비 및 탄소가격 등 타 변수들의 비중이 낮은 발전기술들이 해당된다. 대표적으로 풍력, 태양광 등 신재생에너지기술들이 포함된다. 연료비용에 영향을 많이 받는 발전기술은 석탄, LNG복합 등이 해당되며, 그 반대의 경우가 신재생에너지발전기술일 것이다. Table 2에서는 앞서 언급한 주요변수별로 해당되는 발전기술들에 대하여 요약, 정리한 것이다.

전력산업 투자자라면 투자리스크와 관련된 주요변수들과의 상관관계를 신중히 검토하여야 할 것이다. 따라서 신재생에너지와 기존 발전기술들 간의 투자리스크와 주요변수들에 대하여 좀 더 자세히 살펴보고자 한다.

## 3. 신재생에너지와 타 발전기술과의 투자리스크 비교/분석

### 3.1 투자리스크 분석기준

최근 IEA에서 발표한 “Projected Cost of Generation Electricity, 2010 edition”에 근거하여 신재생에너지와 타 발전기술에 대하여 투자리스크 주요변수별 민감도가 어떤 형태로 나타나는지 살펴보고자 한다.

상기 분석과 관련된 주요 변수별 입력기준은 Table 3과 같다.

### 3.2 신재생에너지와 타 발전기술과의 투자리스크 주요변수 분석

#### 1) 할인율

할인율은 사업성 및 경제성을 평가함에 있어 미래의 재화

Table 3. The input data for calculating LCOE

할인율	5%, 10%
이용률	화석연료 85%, 신재생(기술별로 차이)
연료비	유연탄 \$90/톤, NG \$10.3/MMBtu(유럽), \$11.7/MMBtu(아시아), 원자력 \$9.33/MWh
수명기간	원자력 60년, 석탄 40년, 가스 30년, 신재생(풍력/태양광 25년, 조력/파력 20년, 수력 80년)
탄소가격	\$30/CO <sup>2</sup> 톤
O&M	국가별로 다르게 적용
폐로/폐지	원자력(건설비의 15%), 타 발전기술(건설비의 5%)
건설기간	원자력 7년, 석탄 4년, 가스 2년, 신재생 1년(수력 제외)

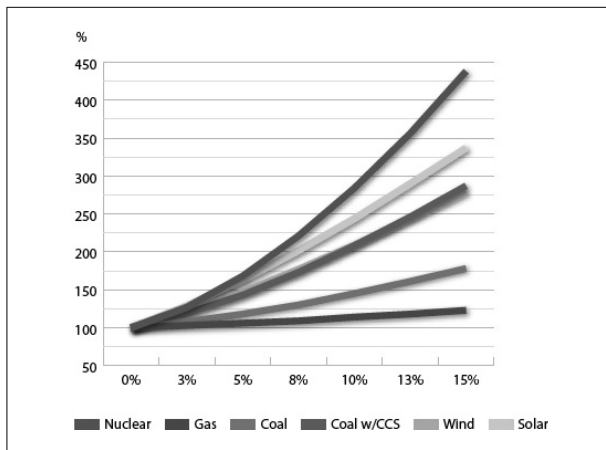


Fig. 1. Discount rate effect to LCOE variation of each Gen techs

가치를 현재 가치로 환산할 때 적용되는 값으로 순현재가치(NPV : Net Present Value), 내부수익률(IRR : Internal Rate of Return)을 평가할 때 경제성 유무를 판단하는 중요한 기준이 되는 값이다.

발전기술별 할인율 변화에 따른 민감도는 Fig. 1에서와 같이 원자력이 할인율에 대하여 가장 민감하게 반응하며, 가스 발전이 가장 낮게 반응하는 것을 보여주고 있다.

할인율은 현금 가치와 직접적인 관련이 있기 때문에 투자비가 높은 발전기술 또는 총 비용 중 투자비 비중이 높은 기술들이 할인율에 영향을 많이 받는 것이 일반적이다.

원자력이 할인율에 가장 민감한 이유는 초기투자비가 가장 크고, 수명기간이 길고, 건설기간이 장기간 소요됨에 따른 건설이자 부담에 의한 것이라 할 수 있다. 태양광의 경우는 총 비용 중 초기 투자비의 비중이 크기 때문이다. 또한 기존 석탄화력보다 석탄+CCS 방식이 민감하게 반응하는 것도 초기 투자비 차이에 기인하는 것이다. 반면에 가스발전이 가장 낮

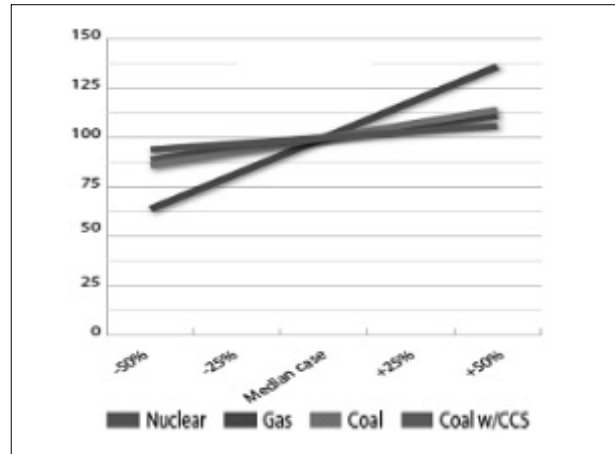


Fig. 2. Fuel cost effect to LCOE variation of each Gen techs

은 이유는 총 비용 중 초기 투자비 비중이 상대적으로 낮고, 건설기간이 짧은 것이 주원인이다. 따라서 전력산업이 자유화됨에 따라 전력시장 불확실성이 증가될 경우, 할인율에 민감한 발전기술보다는 초기 투자비가 작고, 총비용 중 초기 투자비 비중이 낮은 기술을 선호하는 것은 당연하다고 할 수 있다. 전력시장자유화이후 가스발전 비중이 급격하게 증가한 이유도 여기에 있다고 할 수 있다. 신재생에너지의 경우는 총 비용중 초기투자비비중이 높음에 따라 할인율에 민감하게 반응한다. 따라서 전력시장 불확실성이 존재한다면 투자자 입장에서는 투자 회피경향이 증가할 수 있다. 기술미성숙에 따른 비경제적인 측면도 있지만 이러한 이유로 인해 발전차액 지원제도 또는 신재생의무구매제도를 통해 시장의 불확실성을 제거하는 것이 중요한 이유라 할 수 있다.

## 2) 연료가격

신재생에너지의 경우는 청정석탄기술을 제외하고는 연료 가격 변동성에 영향을 받지 않는 장점을 갖고 있다. 오히려 연료가격이 상승할수록 시장에서 선호하는 발전기술이다.

Fig. 2에서와 같이 타 발전기술의 경우는 일반적으로 예상되는 바와 같이 가스발전이 많은 영향을 원자력과 석탄발전 기술은 영향을 받지 않는 것으로 평가된다.

최근 연료가격 변동성 확대와 미래 연료가격의 불확실성 측면을 고려해 볼 때 신재생에너지에 대한 투자자의 관심은 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

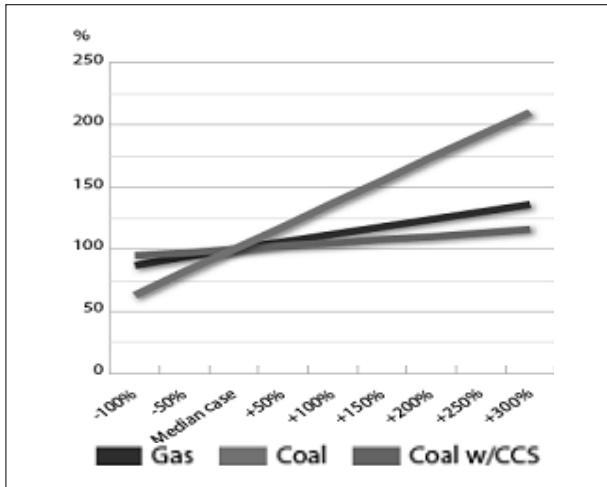


Fig. 3. Carbon price effect to LCOE variation of each Gen techs

### 3) 탄소가격

탄소가격의 경우도 연료사용에 대한 탄소회피비용임에 따라 신재생에너지와는 관련성이 없으며, 오히려 탄소규제에 의한 탄소가격이 실현될 경우 타 발전기술들에 비해 더욱 경쟁력이 강화되는 요인이 될 것은 자명하다. Fig. 3과 같이 석탄화력이 탄소가격에 가장 민감하며, CCS가 장착된 석탄발전이 영향을 덜 받는 것을 보여준다.

미래의 투자자의 발전기술 선택에서 가장 중요한 고려요소가 탄소가격이 될 것으로 전망되고 있다. 대부분의 전력회사와 투자자들은 탄소규제에 소요되는 비용을 제도적 장치에 의해 회수가능할 것인지 아니면 전력시장에서 회수해야만 할 것인지에 대한 투자전략을 선수립하여 가까운 미래에 예상되는 불확실성에 대하여 대비하여야만 할 것이다.

### 4) 투자비(건설비) 및 건설기간

Fig. 4는 투자비를 30%까지 증가시킬 경우 균등화발전단가 변화를 나타낸 것이다. 총 비용 중 투자비 비중이 높은 태양광(85~95%)이 가장 민감하게 나타났으며, 가스발전이(11~17%) 가장 낮은 민감도를 보여주고 있다.

건설기간 연장에 따른 균등화발전단가 변화율은 Fig. 5와 같다. 일반적으로 예상되는 바와 같이 초기 투자비 비중이 높은 발전기술들이 민감하게 반응함을 볼 수 있다. 그 이유는 앞서 언급한 바와 같이 건설기간 연장에 따른 건설이자 부담이 주요 원인일 것이다. 대부분의 신재생에너지 발전기술은 초기 투자비 비중이 높고 건설기간이 상대적으로 짧다. 따라

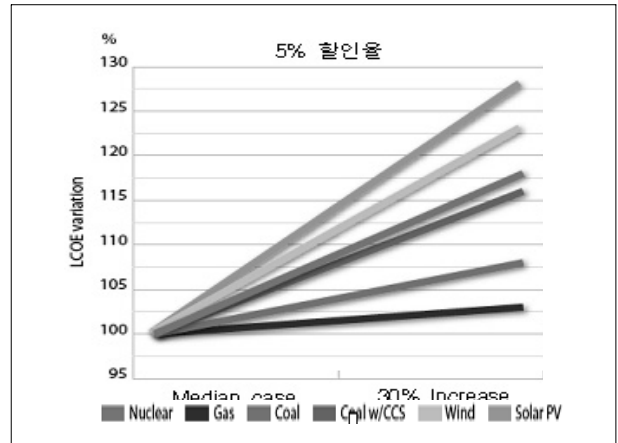


Fig. 4. Overnight cost effect to LCOE variation of each gen techs

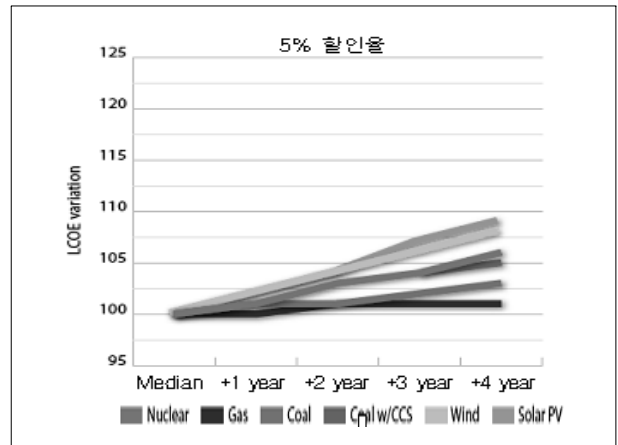


Fig. 5. Duration effect to LCOE variation of each Gen techs

서 투자자 측면에서 적기 준공을 위한 인허가 등 제반사항에 대한 준비가 중요하다.

### 5) 이용률(Plant factor or Load factor)

이용률은 발전기술 경제성에 가장 중요한 요인임에 틀림이 없다. 화석연료 발전기술은 이용률 85%에서 균등화발전단가 100%, 태양광, 풍력은 이용률 25%에서 균등화발전단가 100% 기준으로 민감도를 분석한 결과를 Fig. 6에 보여준다. 이용률에 민감하게 반응하는 순서는 태양광>풍력>석탄+CCS 순으로 나타나고 있다.

초기 투자비(건설비) 비중이 높은 발전기술이 이용률에 민감하게 반응하며, 그 반대로 비중이 낮은 가스발전은 이용률에 덜 민감함을 보여준다.

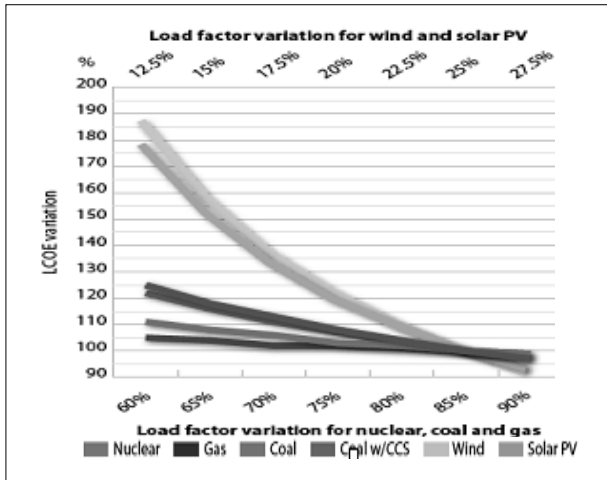


Fig. 6. Plant factor effect to LCOE variation of each Gen techs

이는 신재생에너지 발전기술의 경우 연료비, 탄소가격 등도 반영되지 않기 때문에 해당 기술의 경제성은 이용률에 많이 좌우된다는 것을 의미하기도 한다. 신재생에너지기술에 관심이 많은 투자자라면 이용률이 높은 입지선택이 최대 관심사항이 되는 것은 당연한 사실이다.

앞서 언급한 초기투자비(건설비), 이용률, 수명기간 등 주요변수들의 변동에 따라 할인율 5%, 10%에서 균등화발전단가의 민감도는 Fig. 7, 8과 같다.

Fig. 7, 8에서와 같이 육상풍력, 태양광발전 등 신재생에너지 투자리스크에 가장 많은 영향을 주는 변수는 이용률임을 알 수 있으며, 초기 투자비가 그 다음으로 많은 영향을 주는 것으로 평가되고 있다. 즉 신재생에너지 발전기술 투자에 있어 가장 우선적으로 고려해야 할 것이 설비의 가동율을 최대화 할 수 있는 입지선택이며, 투자비를 최소화하는 것이 사업성 향상의 관건임을 알 수 있다.

#### 4. 신재생 투자리스크 분석 -국내사례 중심-

신재생에너지 투자자에게서 가장 중요한 투자리스크 요인이 가동율과 초기투자비임을 알 수 있었다. 이와 관련하여 국내 사례를 중심으로 살펴볼 필요가 있다. 본 분석은 앞서 적용한 균등화발전단가 보다는 현실적인 측면에서 기업 또는 투자자들이 일반적으로 수행하는 사업성 평가모델을 적용/분석한

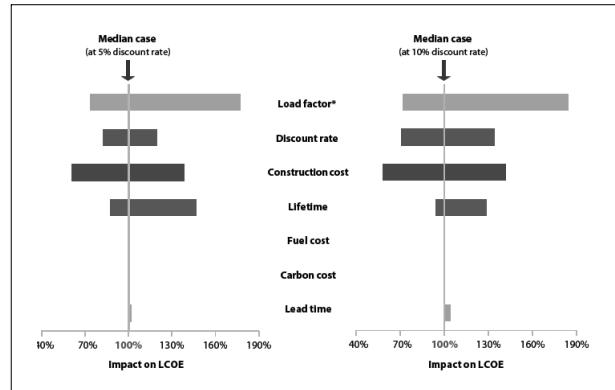


Fig. 7. Sensitivity analysis for on shore wind

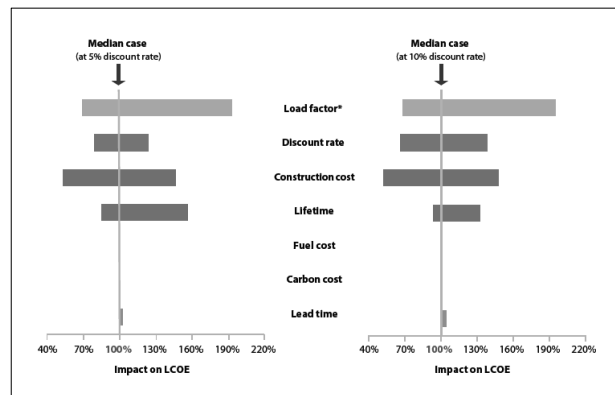


Fig. 8. Sensitivity analysis for PV

결과(NPV, IRR)를 토대로 이용률과 초기투자비(건설단가) 상관관계를 통하여 신재생에너지 사업성을 고찰하고자 한다.

#### 4.1 분석 전제

분석대상 전원은 태양광/풍력으로 설정하였으며, 분석에 적용한 각 전원별 설비규모/이용률/건설단가를 Table 4에 정리하였으며, 그 외 분석과 관련된 공통 입력사항은 Table 5와 같다.

O&M비용은 초기투자비 대비 태양광 1.0%, 풍력 2.5%를 적용하였다. 그리고 상기 분석전제하에서 국내 신재생에너지 발전기술의 경제성 확보조건 기준은 NPV≥0 및 IRR≥할인율(6.5%)로 한다.

#### 4.2 태양광 발전

태양광 발전의 건설단가(초기투자비)와 이용률의 상관관

Table 4. Capacity/Plant Factor/Life time

구 분	상세 내용
태양광	용량 3MW, 이용률 15%, 수명기간 20년
풍 력	용량 30MW, 이용률 26%, 수명기간 20년

Table 5. Basic data for analysis

구 분	상세 내용
할인율	6.5%
감가상각	정액법(내용연수 20년)
세 율	22%(법인세 20%, 주민세 2%)
시장가격	103원/kWh, 2.0%/년 상승
CDM*가격	16천원/톤(유럽 배출권가격 참고)

\*CMD : Clean Development Mechanism

계는 Table 6과 같이 평가되었다. 태양광발전의 경제성을 확보하기 위해서는 이용률 15%에서 건설단가 601만원/kW 이하에서 가능한 것으로 분석되었다. 이용률이 18% 이상에서는 건설단가 700만원/kW에서도 경제성 확보가 가능하다.

### 4.3 풍력발전

풍력발전에 대한 건설단가(초기투자비)와 이용률의 상관관계는 Table 7과 같다. 풍력발전의 경제성을 확보하기 위해서는 이용률 26%에서 건설단가 220만원/kW 이하에서 경제성 확보가 가능한 것으로 분석되었으며, 이용률 29%에서는 모든 건설단가에서 경제성 확보가 가능한 것으로 분석되었다.

## 5. 결론

전력산업 투자자 측면에서 신재생에너지를 포함한 기존 발전기술들에 대하여 투자리스크별(할인율, 이용률, 연료가격 등) 영향을 분석하고 국내 신재생에너지 투자결정기준에 대하여 검토하였다.

투자리스크 분석결과 신재생에너지발전기술은 이용률에 가장 민감하게 영향을 받는다. 또한 초기투자비 비중이 높기 때문에 할인율, 투자비, 건설기간 연장 등에 영향을 많이 받으며, 연료가격, 탄소가격 등에는 상대적으로 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 반면에 석탄발전, 가스발전 등은 연료가

Table 6. IRR for PV

(건설단가: 만원/kW)

이용률	건설단가				
	700	650	600	550	500
13%	3.16	3.96	4.85	5.86	7.03
15%	4.72	5.58	6.54	7.63	8.90
18%	6.89	7.83	8.90	10.12	11.55
20%	8.24	9.25	10.39	11.70	13.23

Table 7. IRR for Wind Power(on-shore)

(건설단가: 만원/kW)

이용률	건설단가				
	240	220	200	180	160
20%	2.32	3.31	4.43	5.73	7.26
23%	3.92	4.97	6.17	7.56	9.22
26%	5.41	6.52	7.80	9.29	11.07
29%	6.81	7.99	9.34	10.93	12.84
32%	8.15	9.39	10.82	12.51	14.55

격, 탄소가격 등에 영향을 많이 받는 것으로 분석되었다.

이를 토대로 국내 전력시장 여건을 고려하여 태양광 및 풍력발전에 대하여 초기투자비(건설단가)와 이용률에 대한 최소 투자결정기준에 대하여 분석하였으며, 경제성 확보기준을 제시하였다.

신재생에너지는 기술리스크에 영향을 많이 받는 반면, 석탄발전과 가스발전은 시장리스크(연료가격), 정책 및 규제리스크(탄소가격)에 영향을 많이 받는다고 할 수 있다. 전력산업 투자자들은 현재의 전력시장 여건과 향후 예상되는 불확실성을 면밀히 검토하여 발전기술을 선택하고 투자를 결정해야 할 것이다.

향후 연구계획은 신재생의무구매제도, 탄소배출권거래제, CDM사업 등을 추가적으로 고려하여 투자자 측면에서 최적의 발전기술 선택과 조합에 대한 연구를 추진할 계획이다. 마지막으로 신재생에너지에 대한 경제성 평가 및 투자에 관심이 있는 분들에게 작으나마 도움이 되었으면 한다.

## References

- [1] Hisham Khatib, "Review of OECD study into Projected costs of generating electricity — 2010 Edition", pp. 101–140, IEA 보고서 2010.
- [2] Stefan Thomas, "Levelized Costs of Energy and GHG

- abatement costs”, pp. 1–6, 2009.
- [3] Walter Short, Daniel J. Packey, and Thomas Holt, “A Manual for the Economic Evaluation of Energy Efficiency and Renewable Energy Technologies”, pp. 10–36, 1995.
- [4] “전력시장운영규칙”, pp. 25–42, 한국전력거래소, 2009.
- [5] 한국전력거래소, 전력통계정보시스템.
- [6] Lim, W.H, “전력산업구조개편 주요 쟁점과 대안”, pp. 8–47, KDI 보고서, 2004.
- [7] Koh, K.H, “신재생에너지 종합자료집”, pp. 15–79, 한국전력공사 기술보고서, 2009.
- [8] Koh, K.H, “신재생에너지 타당성 검토 및 시사점”, pp. 6–14, 한국전력공사 기술보고서, 2009.
- [9] Matt Campbell, “Levelized Cost of Electricity for Utility–Scale PV”, pp. 5–10, SUNPOWER, 2008.
- [10] 전병규, “신재생에너지 이용률이 발전차액에 미치는 영향에 관한 연구”, pp. 200–203, 한국신재생에너지학회 2009년 춘계학술대회 논문집, 2009.

## 고 경 호



1992년 영남대학교 기계공학과 공학사  
2000년 영남대학교 기계공학과 공학석사

현재 한전 전력연구원 책임연구원  
(E-mail : gogh@kepco.co.kr)

## 박 세 익



2004년 연세대학교 기계공학과 공학사  
2006년 한국과학기술원 기계공학과 공학석사

현재 한전 전력연구원 연구원  
(E-mail : seik@kepco.co.kr)