



[2016-9-SG-013]

AHP 기법을 적용한 스마트그리드 기술사업화 촉진요인 간 중요도 분석

이준성^{1)*}

Comparison of Commercializaion Factors of Smart Grids Technologies with AHPs

Junseong Lee^{1)*}

Received 17 June 2016 Revised 7 July 2016 Accepted 11 July 2016

ABSTRACT Smart grid is regarded as the representative of new energy industries in Korea because it has the potential to transform the entire conventional power industry to a new industry, applying ICT (Information and Communication Technologies) into the power grids. There are several factors that affect the transfer and commercialization of smart grids technologies and it is important to find where to place more priority with limited resources. The analytic hierarchy process (AHP) has been widely used around the world to provide comprehensive and rational solutions in a wide variety of decision situations. As it is based on the group decision making, it is not taken as a correct decision, but the best decision. This study is believed to come up with the best decision framework through an AHP application regarding comparison among a wide variety of commercialization factors of smart grids technologies.

Key words AHP(Analytic Hierarchy Process), 기술사업화, 에너지신산업, 스마트그리드, 중요도 가중치

subscript

AHP : Analytic Hierarchy Process

CR : Consistency ratio

IOT : Internet of Things

1. 서론

스마트그리드 기술은 대표적인 에너지신산업 항목으로 해당분야의 기술개발뿐만 아니라 사업화를 위한 노력이 가

속되고 있다. 스마트그리드의 개념(concept)은 “기존의 전력망에 ICT 기술을 접목하여, 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 전력정보를 교환함으로써 에너지효율을 최적화하는 차세대 전력망으로 정의되고 있으며”,^[1] 우리나라뿐만 아니라 전세계에서 신시장 창출을 위한 모멘텀으로 스마트그리드 기술을 활용하고자 경쟁적으로 투자를 확대하고 있다.

미국, 일본 등 주요선도국들은 2010년을 전후로 대규모 스마트그리드 실증 프로젝트를 착수하였고, 현재 점차 가시적인 성과를 발생시키고 있다. 우리나라도 2009년 6월 착수되고 2013.6월에 종료된 대규모 스마트그리드 제주실증사업 성과에 대한 다양한 평가가 내려지고 있다. 그러나 제주실증사업 성과에 대한 대부분의 평가는 투입량에 대한 산출량과 같이 1차원적인 접근이 주를 이루는 것으로 판단

1) Graduate School of Energy and Environment, Korea University of Green School E-mail: johnny@ketep.re.kr
Tel: +82-2-3469-8444 Fax: +82-2-554-0660

된다.^[2]

윤문섭(2009)^[3]은 에너지기술혁신은 일반 기술혁신 과정과 유사하나 실증단계에서 검증이 중요시되는 점과 표준화된 시장보급단계에 있어서는 정부규제 및 인증이 중요시되는 점이 다르다. 이 점에 착안해 새로운 정책수단을 발굴해야 한다고 주장하였다. 홍정만(2011)^[4]의 연구에서도 에너지기술 투자분야에서 정책적인 요소의 중요성은 강조되고 있다.

이러한 연구들은 일반 에너지기술혁신분야가 아직까지는 일반 재화시장에서 일반적으로 적용되는 Philip Kotler의 인식(awareness), 관심(interest), 평가(evaluation), 시도(trial), 그리고 수용(adoption) 단계의 ‘소비자 수용모델(Consumer Adoption Model)’이 적용되지 않고, 정부 주도의 유틸리티와 기반산업의 특징인 규제산업의 환경에 놓여있음을 의미한다. 그럼에도 불구하고, 아직까지는 스마트그리드 분야의 기술사업화 촉진요소간 중요도를 정량적으로 측정하는 과학적인 접근법으로 연구된 사례는 확인되지 않는다.

본 연구는 다기준 의사결정기법 중 하나로 의사결정을 구성하는 요인들의 상대비교를 통해 상대적 중요도를 측정할 수 있는 AHP(Analytic Hierchy Analysis/계층화분석)를 적용하여 스마트그리드 R&D 기술사업화 촉진요인간 중요도를 분석하고자 한다. 동 AHP 분석결과는 제주실증사업의 성과 및 한계에 과학적 신뢰도를 부여하고, 스마트그리드 비즈니스 생태계 모델 구축에 활용하고자 한다.

2. AHP 적용 사례 및 선행연구

본 연구는 다기준 의사결정기법 중 하나로 의사결정을 구성하는 요인들의 상대비교를 통해 상대적 중요도를 측정할 수 있는 AHP(Analytic Hierchy Analysis/계층화분석)를 적용하여 스마트그리드 R&D 기술사업화 촉진요인간 중요도를 분석하고자 한다.

AHP(Analytic Hierarchy Process Analysis, 계층화분석)는 1972년 Saaty에 의해 개발된 다기준 의사결정기법 중 하나로 의사결정을 구성하는 각 속성의 중요성, 대안 간의 비교를 종합적으로 고려할 수 있는 의사결정 방법론

이다. 의사결정이 필요한 문제를 구성하는 항목들을 계층화하고, 상위계층에 있는 하나의 요소의 관점에서 직계 하위계층에 있는 요소들 간의 상대적 중요도를 측정할 수 있다. 이때, 의사결정 계층구조를 구성하는 속성 간 상대적 중요도는 쌍대비교를 통해서 이루어진다. 궁극적으로 최하위 계층에 있는 대안들 간 우선순위를 구할 수 있으므로 전략적인 의사결정에 적합하다.^[5]

동 AHP 분석결과는 제주실증사업의 성과 및 한계에 과학적 신뢰도를 부여하고, 향후 스마트그리드 비즈니스 생태계 모델 구축에 활용하고자 한다.

2.1 AHP 적용 해외 사례

AHP(Analytic Hierarchy Process)는 종합적인 의사결정을 위해서 국내외 다양한 영역에서 활용되고 있으며, 효용성을 인정받고 있다. 특히 미국을 비롯한 선진국의 공공분야를 포함해서 다양한 분야에서 의사결정 지원요소로 활용되었다.

2.2 AHP 국내 선행연구

국내에서도 의사결정요소 간 상대적 중요도가 AHP를

Table 1. 해외 AHP 적용 사례

구분	사용자	내용
미국 (공공 분야)	North Carolina 주정부	Vendor 평가 우선순위 분석
	미 원자력규제위원회 (NRC)	IT 자원 분배 우선순위
	연방재정기구시험위원회(FFIEC)	전략적 활동 우선순위
	미 국방부(DOD)	다양한 활동에 대한 자원배분
	미국 종합 서비스 행정부(GSA)	주요 정보통신 이니셔티브 우선순위 선정
미국 (민간 분야)	North Atlantic	오일 발굴을 위한 최적 플랫폼 타입 선정
	포드 자동차	고객만족도 향상을 위한 우선순위
	IBM	컴퓨터 설계 우선순위 선정
터키	터키 정부	Adapazari (터키도시) 재선정 우선순위
영국	영국항공 (British Ariways)	엔터테인먼트 시스템 공급자 선정 우선순위

(출처: Satty (2008)의 내용을 표로 재구성)

통해 수치적으로 도출됨에 따라 다양한 분야에 해당기법이 적용되고 연구되었다. 정택영 외(2010)^[6]은 과학기술 출연(연)의 지식관리 성과측정 평가를 위해 1계층을 정보체제 구축, 성과활용 및 홍보, 지식관리 과정영역 성과, 지식관리 결과영역성과로 분류하고 2계층으로 기술인프라 등 총 8개 평가항목을 제시하여 평가항목들의 가중치를 제시하였다.

이미숙 외(2010)^[7]은 대학 및 공공기관에서 기업에 기술을 이전할 때 영향을 주는 요인 간 상대적 중요도를 1계층 기술요인, 조직요인, 환경요인, 전략요인으로 구성하고, 2계층으로 기술개발능력필요 등 총 12개 평가항목으로 구분하여 가중치를 도출하였다. 이길우(2013)^[5]은 국가연구개발사업의 기술이전사업화를 제고하기 위해 AHP 평가기법을 적용하였다. 1계층으로는 사업화 기업 제도보완 및 기술 금융 활성화, 특허사업화모델 확립 및 확대, 기술이전 전담 조직(TLO)의 전문성 강화, 기술이전 전담조직(TLO)의 네트워킹 구축의 4개 평가항목과, 2계층 평가항목으로 사업화 전문회사 지정 및 운영 등 12개 평가항목을 통해 각 평가항목들의 우선순위를 평가하였다.

2.3 AHP 에너지분야 적용 선행연구 사례

에너지분야에서도 의사결정을 위한 평가기법으로 최근 AHP 분석기법이 많이 도입되고 있다. 이동엽(2001)^[8]이 AHP 기법이 의사결정자의 오랜 경험이나 직관 등을 평가의 바탕으로 하고 있어 정성적 평가기준들이 비교적 쉽게 비교평가 될 수 있다는 장점을 제시하였는데, 이 장점이 에너지 관련 의사결정 지원도구로 다양하게 활용되고 있다.

2.4 AHP 선행연구 분석결과

AHP는 설문대상의 오랜 경험이나 인사이트 등을 바탕으로 의사결정문제에서 다소 다루기 어려운 문제에 대한 종합적인 의사결정을 위해서 국내외 다양한 영역에서 활용되고 있으며, 효용성을 인정받고 있다. 민간분야는 물론 공공분야에서 많은 선행연구가 진행되었고, 실제 의사결정에 활용되었다.

에너지분야에서도 AHP 기법은 적극 활용되었는데, 이는 에너지기술이 가진 대규모·중장기 투자에 따른 투자의 비가역성 존재, 기반사업의 특성으로 인한 정책요소 영향

등과 같은 투자의 불확실성이 큰 분야임으로 해당분야의 인사이트를 확보한 전문가들의 종합적인 의사결정이 필요했기 때문으로 해석된다.

스마트그리드는 기존의 에너지분야의 특수성을 여전히 지니면서도, 대표적 신기술인 정보통신기술(ICT)의 접목으로 인해 혁신기술분야의 범주에 진입하고 있다. 따라서, 본 장에서는 AHP 기법을 적용하여 스마트그리드 기술사업화 주요 요인간의 상대적 중요도를 확인하고자 한다. 이는 스마트그리드 기술사업화에 무엇이 우선적으로 고려되어야 하는지에 대한 정성적 답변을 가능하게 할 것으로 판단된다.

Table 2. 에너지기술분야 AHP 적용 국내외 주요 선행연구

구분	내용
해외 선행 연구	Jaber et al. (2008) 연구 - 가장 난방 에너지로 신재생에너지 경제적 타당성 분석
	Nigim et al. (2004) 연구 - 주거지역내 에너지 공급원 최적 비율 결정방법 제시 • 특성이 다른 다양한 에너지 자원에 대해서 AHP 적용을 통해 빠른 시간에 동일한 기준으로 평가할 수 있는 방법 제시
	Haydar et al. (2004) 연구 - 풍력 발전소 위치 선정 우선순위 분석 • 자연환경을 관측하여 최적의 위치를 결정하고, 단기간 에너지 확보를 위해 최적 위치 선정 평가방법 제시
	Aran Carrion et al. (2008) 연구 기존 전력선에 연결된 태양광 발전 설비의 최적 위치 선정 의사결정 방법 제시
	Lee et al. (2009) 연구 태양광발전 프로젝트 선정을 위한 기회, 비용, 위험평가를 위해 AHP 평가방법 제시
	Terrados et al. (2009) 연구 에너지 계획 수립 모델 및 에너지 계획 수립을 위한 hybrid methodology 방식의 AHP 제시
국내 선행 연구	Heo et al. (2010) 연구 한국의 신재생에너지 확산정책을 위한 평가 요소를 AHP 기법 적용
	장기윤(2010) 연구 기업차원에서 신재생에너지 분야에 진출하기 위한 평가기준 제시
	이수주(2010) 연구 풍력발전 시 요구되는 요인들의 상대적 가중치 제시
	홍정만(2011) 연구 민간기업의 신재생에너지 평가항목에 대한 연구

(출처: 홍정만(2011) 연구 p118~p119 재구성)

3. 스마트그리드 기술사업화 요인 가중치 산정을 위한 AHP 설문

3.1 AHP 설문개요

본 설문의 목적은 스마트그리드 기술개발사업(실증포함)의 사업화에 대한 의사결정요인 들 간의 가중치를 도출하여 중요도를 판단하는 것이다. AHP는 앞에서 살펴본 바와 같이 비교적 손쉽게 의사결정 요소들의 중요성을 종합적으로 판단할 수 있다는 장점으로 다양한 연구가 진행되었음을 알 수 있다. 에너지분야에서 홍정만(2011)^[4]에서 민간기업의 신재생에너지 도입의사결정을 위한 사업타당성 평가 기준에 대해 의사결정 요인별 가중치를 도출하였으나, 스마트그리드분야는 2010년부터 본격적으로 착수된 신기술 분야로 AHP가 적용되어 분석된 연구는 존재하지 않는다.

기존 연구와의 차별성을 위해 본 설문지는 실제 스마트그리드 기술개발을 추진(2000~2015년)하였거나, 현재 추진중인 연구자의 관점에서 스마트그리드 사업화에 필수적인 요인으로 한정하였다. 따라서 설문대상은 스마트그리드 기술개발 수행자 또는 수행기관에 소속되어 스마트그리드 기술개발사업에 깊은 이해가 있는 전문가로 한정하였다. 설문대상이 원천기술보다는 사업화 및 상용화를 목표로 하는 스마트그리드 기술개발사업에 참여하였거나, 기획에 참여했던 전문가들로 구성되어 전체적으로 산업계와 연구계의 비중이 다수를 차지한 것으로 판단된다.

설문기간은 2016.5.16.부터 6.17일까지 총 5주간 진행되었으며, 설문방법은 설문대상에게 동 내용의 목적 및 방법을 설명한 후, 대면 또는 이메일로 설문지를 작성하여 송부하는 형식으로 진행되었다. 설문내용의 일관성 수치를 확인하여, 미흡한 경우 재 설명을 통해 설문을 반복하는 형태로 일관성 수치를 제고하였다.

3.2 AHP 설문지 구성 사전검토

스마트그리드 R&D 기술사업화 주요 요인들에 대한 설문지는 정부에서 수립한 「제5차 기술이전·사업화 촉진계획(2015~2017)」, 스마트그리드 실증사업의 기술사업화의 성과 및 한계를 분석한 주요 이슈보고서의 검토 및 분석을 통해 도출하였다.

선행연구 및 관련 문헌조사에서 기술사업화 촉진요소(지표)에서 일반 연구개발성과의 기술사업화 요소와는 명확한 차이를 나타내었는데, 이는 에너지기술의 특성인 국가 기반사업, 규제사업의 특성이 크게 영향을 미치고 있기 때문으로 분석되었다. 특히, 아래의 주요요인 검토사항 중 스마트그리드 제주실증사업의 추적조사 설문조사 결과가 실질적인 사업화촉진요소에 대한 직접적인 조사임에 따라 해당 내용이 AHP 설문지 지표구성에 중점 반영되었다.

1) 「제5차 기술이전·사업화 촉진계획(2015~2017)」 검토

정부(산업통상자원부장관)는 ‘기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률(이하 기촉법) 제5조’를 바탕으로 관계중앙행정기관(기획재정부·미래창조과학부·교육부·문화체육관광부·농림축산식품부·보건복지부·환경부·국토교통부·해양수산부·방위사업청)으로부터 통보받은 계획을 종합하여 3년을 단위로 하는 촉진계획을 수립하고 기술이전 및 사업화를 법·제도적으로 활성화하기 위해 노력하고 있다.

제5차 기술이전·사업화 촉진계획(이하 “촉진계획”)의 핵심은 기술거래시장의 작동 원활화, 공공연의 기술마케팅 역량 증진, 사업화 가능성이 높은 맞춤형 기술공급, 초기 사업화 기업의 성장 여건 마련이라는 4개의 추진전략으로 구성된다. 본 설문은 스마트그리드 기술사업화를 위해 연관성이 높은 부분은 기술거래시장의 작동원활화와 사업화 가능성이 높은 맞춤형 기술공급으로 볼 수 있다.

2) 제주실증사업 주요 성과보고서 분석을 통한 기술사업화 주요요인 검토

AHP 설문지 지표 구성을 위해 스마트그리드 R&D 기술사업화 촉진 요소들과 기술사업화의 한계를 정리한 주요 보고서 및 연구들을 검토하였다.

스마트그리드사업단이 실시한 제주 스마트그리드 실증사업 참여기업 추적조사 성과보고서에 따르면, 실증사업의 주요성과로 인프라구축과 기술검증, BM 발굴 등을 제시하였다. 동 추적보고서는 제주실증사업을 통해 스마트계량 기술, 실시간 거래기술, 신재생 연계기술 등 153개 기술이 검증되었고, 수요반응, 전기차충전 서비스 등 9개 사업모델이 발굴되었다고 평가하고, 스마트가전, 전기차 렌트카,

빌딩에너지관리, 공장에너지관리, 지능형수요관리 등 6개 사업화모델이 지속적으로 추진되면서 실증사업 종료 이후에 스마트그리드 관련 시장규모가 확대되기 시작되었다고 주장하고 있다.

에기평 성과보고서는 제주 스마트그리드 실증사업의 성과 및 한계분석을 토대로 스마트그리드 사업성공을 위한 정부의 정책방향을 구체적으로 제시하고 있다는 점이 기존의 보고서와의 차별성을 보인다. 이는 스마트그리드 사업이 정부정책과의 연관성이 매우 높은 전력사업에 근간을 두고 있고 전력시장의 개방과 같은 이슈가 정부정책에 의해서 결정된다는 점을 고려한 측면이 있다고 하겠다.

3) 2014 산업기술 R&D 전략보고서 및 2014 에너지기술 이노베이션 로드맵 검토

2014 산업기술 R&D 전략보고서^[9]에서는 ‘스마트그리드 산업’을 스마트그리드를 구축하고 운영하는 사업을 영위하는 ‘기반구축 산업’과, 스마트그리드의 구축, 운영 및 관련 서비스를 제공하기 위하여 필요한 기기, 제품 등을 제조하는 ‘제조 산업’, 마지막으로 기반구축 산업 및 제조 산업의 기반 위에 소비자에게 관련 서비스를 제공하는 사업하는 ‘서비스 제공산업’으로 크게 3개의 산업군으로 구분하였다. 동 보고서에서는 스마트그리드의 상용화(기술사업화)를 위해 다음의 추진전략을 ‘기술개발 및 산업화 지원’, ‘법·제도적 기반 구축’, ‘전략적 국제협력’을 제시하였다. ‘기술개발 및 산업화 지원’을 위한 세부 방안으로 스마트그리드 핵심 기술 및 시스템 우선 확보, 실증사업을 통해 확보한 기술 및 사업모델의 상용화 추진, 내수 활성화 지원 및 해외시장 진출 지원, 혁신이 용이한 산업생태계 구축이 제시되었다.

‘법·제도적 기반 구축’ 방안으로는 비현실적 요금제도 등 지속 불가능한 제도 개선, 신기술의 시장 진입을 위한 관련 법령 개정 및 제도 보완 추진, 상호운용성 시험 및 인증 시스템 구축, 마지막으로 표준, 보안, 안전, ICT 등 공통영역 기반 기술 지원을 제시하였다.

2014 에너지기술 이노베이션 로드맵^[10]에서는 스마트그리드 기술사업화를 위해서는 지속적인 기술혁신과 더불어 기술개발사업과 정부에서 추진중인 스마트그리드 확산사업과의 연계성 강화로 시너지를 창출해야 한다고 설명하고 있다. 정책적인 측면에서는 전력소매시장 개방 및 열

거래제도를 도입해야 시장이 활성화 될 수 있다고 분석하고 있다.

3.3 스마트그리드 기술사업화를 위한 AHP 설문지 구성

선행연구 및 문헌조사 분석 및 전문가자문을 통해서 스마트그리드 기술사업화에 영향을 주는 요인 간 의사결정

Table 3. 스마트그리드 기술사업화 평가항목 구성 및 주요내용

평가항목 1계층	평가항목 2계층	정의 및 내용
기술 요소	우수 기술개발 능력	- 시장이 요구하는 수준의 스마트그리드 제품* 및 서비스**를 적시에 개발할 수 있는 우수 기술개발 능력 * 스마트미터, 스마트그리드 통신 및 기기 보안기술 등 ** 전력소비 스마트폰 실시간 안내, 부가 서비스 등
	기술개발 인프라 구축	- 스마트그리드 시험설비, 테스트베드와 같이 기술을 개발하는데 필수적인 기반시설(인프라) 구축
	상호 운용성 구축	- 스마트그리드 동일기기 또는 이종기기 및 시스템간 상호통신이 가능하여 상호 원활한 운용환경(Interoperability) 구축
법·제도 요소	전력요금 법·제도 보완 및 변경	- 스마트그리드 시장이 작동할 수 있는 시장친화형 전력요금 법·제도* 마련 및 시행 * 실시간요금제(TOU) 단계적 도입, 프로슈머 시장 및 소매 전력판매시장 개방 등
	세액 공제, 인센티브 등 세제 혜택	- 정부가 인정한 스마트그리드 설비 및 품목에 한하여 세액공제 및 정부 보조금 제공 * 美: 전력공급설비 스마트그리드화 투자의 50% 보조금 제공 등
	확산 정책의 일관성	- 스마트그리드와 같은 에너지신산업이 성장할 수 있도록 정부의 확산정책의 지속성 및 일관성 확보
전략 요인	비즈니스 모델 구축	- 에너지와 ICT 결합을 통한 다양한 융복합 비즈니스* 모델 발굴 및 시행 * 에너지 프로슈머, 전기차 충전 플랫폼 등
	기술 이전 기관 탐색	- 기술수요 기관에 대한 데이터베이스 구축 및 활용과 같이 기업차원 또는 정부차원의 기술수요기관 탐색
	기술 홍보 및 시민 수용성 확대	- 스마트그리드 사용자 및 지역주민 등에 기술 수용성 확대를 위한 기술홍보(실증포함)를 통해 시민 인지도 및 수용성 확대

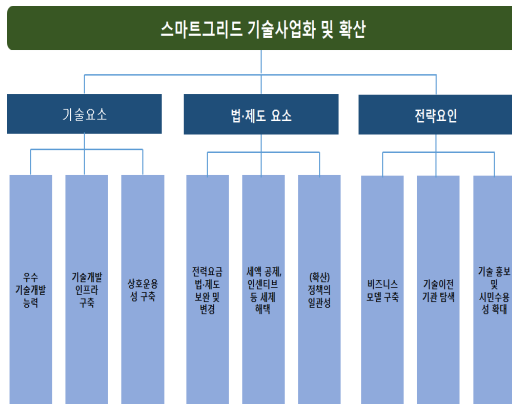


Fig. 1. AHP 설문지 우선순위 평가항목 구성

계층구조를 구성하였다. 스마트그리드 기술사업화를 위한 AHP 설문지의 평가항목은 3개의 상위 평가항목(1계층)과 9개 하위 평가항목(2계층)으로 구성하였다. 1계층 상위 평가항목은 ‘기술요소’, ‘법·제도요소’, ‘사업화 전략요인’의 3개 항목으로 구성되었다.

1계층 상위 평가항목인 ‘기술요소’는 스마트그리드 사업화를 위한 기술적인 요인에 관한 내용으로 2계층 하위평가항목으로 ‘우수 기술개발 능력’, ‘기술개발 인프라 구축’, ‘상호운용성 구축’이 있다. ‘법·제도요소’는 스마트그리드가 전력계통 및 전력요금과 같은 관련 정책적인 요소로 2계층 하위평가항목에는 ‘전력요금 법·제도 보완 및 변경’, ‘세액공제, 인센티브 등 세제혜택’, ‘스마트그리드 확산정책의 일관성’으로 구성되어 있다. ‘사업화 전략요인’은 기업과 정부의 스마트그리드 기술의 사업화를 위한 전략에 관련된 내용으로 2계층 하위평가항목으로 ‘비즈니스 모델 구축’, ‘기술이전 기관탐색’, ‘기술홍보 및 시민수용성 확대’가 있다.

4. 스마트그리드 기술사업화 요인 가중치 산정을 위한 AHP 설문 분석결과

4.1 스마트그리드 기술이전·사업화 활성화 요인 가중치 분석결과

1) 자료 및 분석방법

설문은 스마트그리드 기술개발사업에 참여하였거나, 참여한 기업에 소속되어 스마트그리드 기술, 사업화 및 정부 R&D에 대한 기본적인 이해도가 높은 전문가를 대상으로

실시하였다. 다양한 선행연구 및 보고서 분석을 통해 작성된 설문내역은 설문에 앞서, 산·학·연 전문가를 대상으로 추가적인 검증을 거쳐 설문의 완성도를 높였다.

덧붙여 설문에 앞서 설문지 항목에 대한 사전설명이 설문대상이 전문가 집단임에 따라 설문지에 대한 충분한 이해도를 보였다. 앞에서 언급한 바와 같이, AHP는 의사를 결정하는 방법임으로 설문자의 해당분야의 경험과 인사이트가 우선순위 평가의 토대가 됨으로 스마트그리드 전문가들의 설문참여는 동 연구의 신뢰도를 높이는 중요한 수단이다.

총 41명의 스마트그리드 전문가가 설문에 참여하였고, 응답한 전문가의 산·학·연 구성은 산업계 24명, 학계 5명, 연구계 10명, 기타(협회 및 공공기관) 2으로 분류되었다. 설문대상이 원천기술보다는 사업화 및 상용화를 목표로 하는 스마트그리드 기술개발사업에 참여하였거나, 기획에 참여했던 전문가들로 구성되어 전체적으로 산업계와 연구계의 비중이 다수를 차지한 것으로 판단된다.

의사결정요소가 계층으로 구성된 AHP 항목은 속성 간 상대적 중요가 쌍대비교 질문을 통해 이뤄진다. AHP 설문지의 평가항목은 3개의 상위 평가항목(1계층)과 9개 하위 평가항목(2계층)으로 구성되어, 비교적 쌍대비교가 복잡하지 않은 구조임에 따라 설문지 분석은 엑셀을 활용하였으며, 가중치 분배는 비교대상의 가중치를 모두 합하면 1이 되는 Distributive 모드를 채택하였다.

AHP 기법에서는 설문자료의 신뢰도를 판단하기 위해 각 설문지의 오차 정도를 측정할 수 있는 일관성비율(Consistency ratio: CR)을 산출한다 일반적으로 일관성비율은 0.1 이하가 되어야 판단의 일관성이 있고 설문 결과가 의미 있는 것으로 간주한다.^[4] Saaty(1980)는 일반적으로 0.1이하의 할 경우 합리적인 평가, 0.2 이하일 경우는 허용할 수 있는 평가라고 하였다.^[4]

2) 항목별 가중치 산정결과

가. 평가항목 1계층의 가중치 산정결과

1 계층 상위 평가항목 중 ‘법·제도요소’가 0.532으로 쌍대비교 대상인 ‘기술요소’, ‘사업화 전략요인’에 비해 상대적으로 매우 높은 가중치를 보였다. ‘사업화 전략요인’이 0.263, ‘기술요인’은 0.205로 순서로 가중치가 낮아졌다.

Table 4. AHP 설문 평가항목(1계층) 가중치

평가항목 1계층	가중치(A)
기술요인	0.205
법제도요소	0.532
전략요인	0.263
합계	1.000

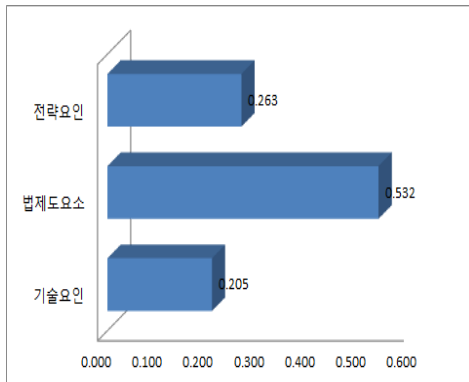


Fig. 2. AHP 설문 평가항목(1계층) 가중치

‘법·제도요소’가 가장 높은 가중치를 확보한 점은 에너지기술이 정부규제에 따라 시장수요가 창출되고, 정부지원으로 공급기반이 구축된다는 윤문섭(2009)^[3]의 선행연구내용과 부합하는 결과로 판단된다.

1계층 상위 평가항목인 ‘기술요소’, ‘법·제도요소’, ‘사업화 전략요인’간 쌍대비교의 일관성지수(Consistency ratio: CR)은 0으로 Saaty(1980)가 제시한 합리적인 평가기준(0.1이하)의 일관성 지수를 충족하여 동 설문자료의 신뢰성을 확보하였다.^[11]

나. 평가항목 2계층의 9개 평가항목의 최종 가중치 산정 결과

최종 가중치 산정결과 2계층 하위 9개 평가항목 중에서 ‘전력요금 법·제도 보완 및 변경’이 0.253으로 가장 높은 가중치를 점유하였으며, ‘스마트그리드 확산정책의 일관성’이 0.196, ‘비즈니스 모델 구축’이 0.154 순서로 높게 나타났다. 평가항목 1계층 가중치에서 ‘법·제도 요인’이 상대적으로 높은 가중치를 점유함에 따라 해당 계층의 2계층 평가항목이 최종 가중치 순위에서 최상위, 차상위 점유율을 보인것으로 판단된다. 이 또한 에너지기술이 정책적인 수단에 의해 창출될 수 있고, 규제적인 요소에 크게 영향을 받

을 수 있음을 전문가들의 설문을 통해 확인할 수 있었다.

평가항목 2계층 요소에서 가중치 3순위를 차지한 ‘비즈니스 모델 구축’은 상위계층인 평가항목 1계층 요인 ‘전략요인’이 가중치가 0.252로 높지 않음에도 불구하고, 최종 가중치가 상위권에 위치한다는 것은 스마트그리드 기술사업화 항목에서 ‘비즈니스 모델 구축’의 중요성을 보여주고 있다.

그 다음으로 ‘기술개발인프라 구축’이 0.087, ‘세액공제, 인센티브 등 세제혜택’이 0.083, ‘기술홍보 및 시민수용성 확대’가 0.068, ‘상호운용성 구축’이 0.066, ‘우수기술 개발능력’이 0.052, ‘기술이전 대상기관 탐색’이 0.041 순으

Table 5. AHP 설문 평가항목(2계층) 가중치

평가 항목 (1계층)	가중치 (A)	평가항목(2계층)	중분류 가중치 (B)	최종 가중치 (A*B)	순위
기술 요인	0.205	우수기술개발능력	0.253	0.052	8
		기술개발인프라 구축	0.423	0.087	4
		상호운용성 구축	0.324	0.066	7
법·제도 요인	0.532	전력요금 법 제도 보완 및 변경	0.475	0.253	1
		세액공제, 인센티브 등 세제혜택	0.157	0.083	5
		확산 정책의 일관성	0.369	0.196	2
전략 요인	0.263	비즈니스 모델 구축	0.585	0.154	3
		기술이전 대상 기관 탐색	0.157	0.041	9
		기술 홍보 및 시민 수용성 확대	0.258	0.068	6
합계			1.00	1.00	

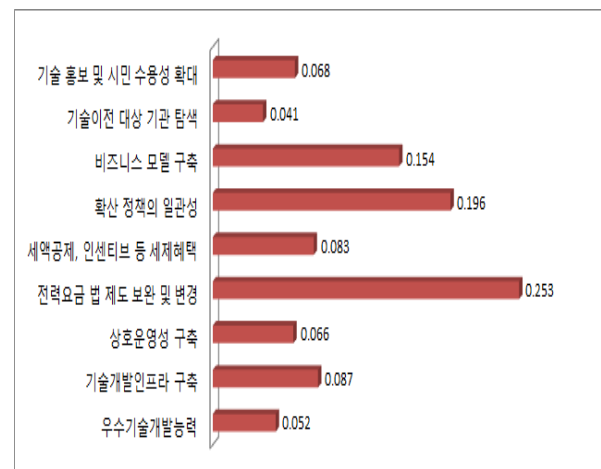


Fig. 3. AHP 설문 평가항목(2계층) 가중치

로 나타났다.

2계층 하위 평가항목 중 기술요인 하위평가항목인 우술 기술개발능력, 기술개발인프라 구축, 상호운용성 구축간 쌍대비교 일관성지수(Consistency ratio: CR)는 0이며, 법제도요인의 하위평가항목인 전력요금 법·제도 보완 및 변경, 세액공제, 인센티브 등 세제혜택, 확산정책의 일관성 간 쌍대비교 일관성지수(Consistency ratio: CR)도 0, 마지막으로 사업화 전략요인 하위평가항목인 비즈니스 모델 구축, 기술이전 기관탐색, 기술홍보 및 시민수용성 확대 간 쌍대비교 일관성지수(Consistency ratio: CR)도 0,01로 Saaty(1980)가 제시한 합리적인 평가기준(0.1이하)의 일관성 지수를 충족하였다.

5. 결론 및 정책적 시사점

본 AHP 연구결과는 스마트그리드가 에너지신산업의 대표로 부상하고는 있으나 여전히 기술사업화를 위한 과학적 연구가 미비했다는 점을 감안할 때, 기술사업화 촉진요소 간 정량적 우선순위를 제시했다는 점에서 의의를 가지며, 동 연구결과를 실제 스마트그리드 기술사업화의 문제 해결에 활용될 경우 기존의 단순 조사방식의 문제해결에서 보다 정교하고 종합적인 의사결정이 가능할 것으로 판단된다. 특히 스마트그리드 기술개발을 참여하였거나, 기획과정에 참여하였던 전문가집단을 설문대상으로 기술개발수행자(공급자) 측면의 기술사업화 요인들간 상대적인 중요도를 평가했다는 점은 설문의 신뢰성을 높이고 기존 기술이전·사업화 관련 연구와의 차별성을 확보하였다.

선행연구 및 문헌조사 분석 및 전문가자문을 통해서 스마트그리드 기술사업화에 영향을 주는 요인 간 의사결정 계층구조를 3개의 상위 평가항목(1계층)과 9개 하위 평가항목(2계층)으로 구성하였다. 1 계층 상위 평가항목은 ‘기술요소’, ‘법·제도요소’, ‘사업화 전략요인’이다. 2계층 하위평가항목에는 ‘기술요소’에 ‘우수 기술개발 능력’, ‘기술개발 인프라 구축’, ‘상호운용성 구축’이, ‘법·제도요소’는 ‘전력요금 법·제도 보완 및 변경’, ‘세액공제, 인센티브 등 세제혜택’, ‘스마트그리드 확산정책의 일관성’으로 구성되었으며, ‘사업화 전략요인’은 2계층 하위평가항목에는 비즈

니스 모델 구축, 기술이전 기관탐색, 기술홍보 및 시민수용성 확대가 있다.

선행연구인 윤문섭(2009)은 에너지기술혁신은 일반 기술혁신 과정과 유사하나 실증단계에서 검증이 중요시되는 점과 표준화된 시장보급단계에 있어서는 정부규제 및 인증이 중요시된다고 설명하였는데 동 연구는 정책적 요인인 ‘법·제도요소(0.532)’으로 ‘사업화 전략요인(0.263)’ 및 ‘기술요소(0.205)’보다 2배이상 높다는 정량적 연구결과로 에너지기술혁신 기술사업화 논리를 증빙하고 있다. 또한 최종 가중치 산정결과 2계층 하위 9개 평가항목 중에서도 ‘전력요금 법·제도 보완 및 변경’이 0.253으로 가장 높은 가중치를 점유하였으며, ‘스마트그리드 확산정책의 일관성’이 0.196이 차상위 가중치를 차지하고 있다는 점은 스마트그리드 기술사업화에 있어서 법·제도와 같은 정책적인 요인의 중요성이 크다는 것을 의미한다.

상위계층인 평가항목 1계층 요인 ‘사업화 전략요인’이 가중치가 0.263으로 높지 않음에도 불구하고, 평가항목 2계층 9개 요소중 ‘비즈니스 모델 구축’이 최종가중치가 상위권(3위, 0.154)에 위치한다는 것은 스마트그리드 기술사업화 항목에서 ‘비즈니스 모델 구축’의 중요성이 확인되고 있다. 또한 ‘비즈니스 모델 구축’은 법·제도 요인과 같은 정책적 요인이 아닌 기업과 같은 기술개발 수행자 및 사용자 측에서 자체적으로 발굴하고 구축하는 통제가능한 요소라는 점에서 의미를 갖는다.

본 연구결과는 기존 전력망과 ICT 연계를 통해 새로운 신시장을 창출하고자 하는 스마트그리드 기술개발사업의 투자 의사결정과 관련하여 몇 가지 중요한 시사점을 제시하고 있다. 첫째, 스마트그리드 기술사업화를 위해서는 자유로운 시장이 형성되어 선도적인 기술과 마케팅을 통해 시장을 선점하는 일반적인 산업과는 달리, 정부규제와 인증이 중요한 기반산업의 특성을 지니고 있음으로 기술개발과 동시에 새로운 정책적인 시장창출 노력이 병행되어야 한다. 둘째, 정책적인 요인에 크게 영향을 받는 시장의 특성이 AHP 분석결과 확인된 만큼, 시장확대에 대한 정부정책의 일관성이 담보되어야, 기업은 투자의 불확실성에서 벗어나 적극적인 투자를 시작할 수 있다. 마지막으로 기업차원에서는 기존의 전력시장의 비즈니스 모델을 탈피하여 ICT 및 IOT와 같은 새로운 연계요소를 활용한 스마트그리드 시

장에 맞는 비즈니스 모델을 적극적으로 발굴하여 시장선점을 위해 노력하여야 한다. 동 연구결과를 바탕으로 스마트그리드 기술사업화 비즈니스 생태계 구축에 대한 연구가 추가로 진행되었으면 한다.

감사의 글

이 연구는 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(2016, 특화전문대학원 연계 학연협력지원사업)의 일환으로 수행되었습니다.

References

- [1] 지식경제부, 2010. 스마트그리드 국가로드맵.
- [2] 이준성, 2016, 주요 선도국 스마트그리드 실증 추진전략 및 성과비교, 신재생에너지학회지.
- [3] 윤문섭, 2009, 수요중시 녹색기술 사업화 전략의 추진방안, 환경산업기술원.
- [4] 홍정만, 2011, “AHP 기법을 적용한 민간 기업의 신재생 에너지 평가항목에 대한 연구”, 에너지경제연구, 제10권 제1호, pp. 115-142.
- [5] 이길우 외, 2013, 「국가연구개발사업 기술이전·사업화 제고 방안 연구」, 서울: 한국과학기술기획평가원.
- [6] 정택영 외, 2010, “정부출연연구소의 지식관리 성과 평가항목 및 측정지표 개발”, 한국IT서비스학회 학술대회 논문집, Vol.2010 No.9 [2010].
- [7] 이미숙 외, 2010, “AHP를 활용한 기술이전 측정항목 중요도에 관한 연구-국립연구소 및 국립대학기술을 도입한 기업을 대상으로”, 한국산학기술학회논문지, Vol. 11, No. 8, pp. 2758-2765.
- [8] 이동엽 외 (2002), “AHP를 이용한 과학기술 부문별 국가연구개발 투자우선순 위 선정”, 기술혁신연구, 제10권 제1호, pp. 83-97.
- [9] 산업통산자원 R&D 전략기획단, 2014, “2014 산업기술 R&D 전략보고서”.
- [10] 한국에너지기술평가원, 2014, “2014 에너지기술 이노베이션 로드맵”.
- [11] Thomas, C. (2008), “Introduction to the OW2 Consortium Business Ecosystems Strategy”, OW2 Consortium.