이슈페이퍼

KEEI ISSUE PAPER

정책 이슈페이퍼 20-13

에너지총조사 가정부문 자료를 활용한 신재생 에너지 설비 설치 요인과 에너지 소비 특성 분석

조일현

에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

정책 이슈페이퍼 20-13

에너지총조사 가정부문 자료를 활용한 신재생 에너지 설비 설치 요인과 에너지 소비 특성 분석

조일현

목 차

Ⅰ. 배경 및 문제점 / 1
Ⅱ. 조사 및 분석 결과 / 3
Ⅲ. 연구결과 및 문제점 / 25
Ⅳ. 정책 제언 / 28
〈참고자료〉 / 30

에너지경제연구원
Korea Energy Economics Institute

Ⅰ 배경 및 문제점

□ **우리나라 정부는 2017년에 2030년까지 재생에너지 발전 비중을 20%까지 확대하겠다는 내용을 발표하고[1], 이중 자가용 신재생 보급을 위해 15가구당 1가구꼴로 총 2.4GW 보급 목표를 설정**

○ 재생에너지 보급 확대에서 대규모 프로젝트가 중심적인 역할을 하지만, 자가용 설비의 확대도 중요한 방안

○ 현재 국내 가정용 신재생 설비는 정부에서 추진하고 있는 다양한 사업을 통해 빠르게 확대되고 있지만, 목표를 달성하기에는 여전히 부족한 상황

□ **가정부문 신재생에너지를 효과적으로 보급하고 관련 정책을 수립하기 위해서는 신재생 설비를 설치하는 가구에 대한 이해와 관련된 다양한 연구가 필요하나, 국내에서는 관련 연구 미비**

○ 해외에서의 활발한 연구와 달리 우리나라는 자료 부족으로 가구 단위의 연구 미비

○ 본 연구는 에너지총조사 자료를 활용하여 신재생에너지를 설치하는 가구에 대한 이해를 높이고자 시작된 것으로 가구 단위에서 이루어진 국내 첫 연구라는 것에 의미가 있음.

□ **본 연구에서는 신재생에너지 가구의 설비설치 요인과 설치 후 신재생가구의 에너지소비 변화를 분석하여 정책적 시사점을 제시하고자 함.**

○ 먼저, 정부 보조금을 받는 신재생에너지 가구의 설비설치요인을 분석하여 어떠한 가구가 혜택을 받는지 살펴보고자 함.

1) 산업통상자원부(2017.12.),「재생에너지 3020 이행계획」, p.2.

○ 다음으로 신재생 설비 설치 후 가구의 에너지 소비 변화를 알아보고 수요전망에 중요한 상황인 리바운드 효과가 관찰되는지 살펴보고자 함.

○ 마지막으로 분석 결과를 바탕으로 자가용 신재생 보급을 위한 정부 차원에서의 정책적 시사점을 제시할 것임.

Ⅱ 조사 및 분석 결과

1. 2017년 에너지총조사 가정부문 신재생가구 특성 분석

□ 2017년에 진행된 총조사에서는 신재생 설비를 설치한 가구에 대한 이해를 높이고자 처음으로 신재생 가구에 대한 표본 추출 및 조사 진행

○ 에너지총조사는 우리나라 전 수요부문에 대한 에너지 소비 실태를 파악하여 국가 에너지정책 수립에 필요한 기초자료를 제공할 목적으로 3년 주기로 에너지경제연구원에서 수행

- 산업, 수송, 상업·공공, 대형건물, 가정으로 나누어 조사되며 본 연구는 이 중 가정부문 자료를 바탕으로 진행

○ 가정부문 표본 전체 9,290 가구 중 약 11%에 해당되는 1,037가구를 주택 지원을 통해 신재생 설비를 설치한 가구로 추출함.

○ 본 연구에서는 신재생가구 표본 추출 시 공용으로 설비를 설치한 가구가 아닌 단독으로 설비를 이용하는 가구를 대상으로 표본을 추출하였기 때문에 신재생 가구는 대부분 단독주택이며, 이로 인해 정확한 비교 분석을 위해서 연구의 범위를 단독주택으로 한정함.

- 에너지 총조사에서 분석에 활용된 단독주택 수는 3,130 가구이며, 이중 2,269 가구는 일반가구, 나머지 861 가구는 신재생가구임.
- 신재생가구 중 태양광가구는 471 가구로 54.7%, 태양열가구는 211 가구, 지열가구는 198가구, 연료전지가구는 44가구 임.
- 신재생 가구 중 60가구는 2가지 이상의 신재생 가구를 복합적으로 설치한 가구이며, 주로 태양광+태양열, 태양광+지열을 복합설치한 가구가 많음.

○ 신재생 가구의 신재생 설비 용량 분포를 살펴보면 주택지원사업의 지원 상한 용량에 대부분 몰려 있음을 알 수 있음.

- 태양광 설비 상한은 3kW, 지열은 17.5kW, 연료전지는 1kW인데, 태양광 설비 3kW 설치 가구가 전체 태양광의 86.2%, 지열은 17.5kW가 89.4%, 연료전지는 1kW가 100%의 비중을 차지함.

□ 소득수준, 주거면적, 건축연도, 세대주나이, 가구원수, 읍면별 특성

○ 신재생가구의 월평균 가구소득은 일반가구 대비 전반적으로 더 높음.

- 일반가구의 월평균 소득은 232만 원, 태양광가구와 태양열가구는 비슷한 수준으로 각각 326만 원, 306만 원, 지열가구는 386만 원, 연료전지가구의 월평균 소득은 506만 원으로 가장 높음.

○ 신재생가구의 주거면적은 평균적으로 일반가구보다 더 넓음.

- 일반가구의 평균 면적은 82m^2, 태양광과 태양열가구는 각각 109m^2, 106m^2, 지열가구와 연료전지가구는 각각 132m^2, 126m^2로 나타남.

○ 신재생가구는 일반가구와 비교하여 전반적으로 최신 건물에 설치됨.

- 일반가구는 1989년 이전에 지어진 건물의 비중이 48%로 가장 높은 반면, 신재생가구는 대부분 2000년대 이후로 지어진 건물임.
- 지열가구는 2/3 이상, 연료전지가구의 3/4 이상이 2010년 이후에 지어진 건물에 설치됨.

○ 신재생가구의 세대주는 일반가구의 세대주보다 나이가 적음.

- 일반가구 세대주의 평균 나이는 64.5세인데 반해, 태양광가구와 태양열가구는 62.9세, 지열가구는 60.7세, 연료전지가구는 50.1세임.

○ 신재생가구는 1인가구의 비중이 일반가구 대비 상대적으로 낮음.

- 일반가구는 1인 가구가 25% 정도이나 신재생가구 중 1인 가구 비중이 가장 높은 태양열가구의 경우 그 비중이 9%이고 나머지는 4~5% 수준임.
- 연료전지가구는 4인 이상 가구가 68%로 가구원수가 상대적으로 더 많음.

2. 주택용 신재생 설비 설치 요인

□ 선행 연구

○ 주택용 신재생 설비 설치와 관련한 연구는 크게 설문조사를 통한 시민인식 조사 연구와 실증자료를 바탕으로 한 연구로 나뉨.

- 설문조사를 통해 재생에너지 설비설치에 대한 시민인식 조사 연구는 Sardianou and Genoudi(2013)과 백종학, 윤순진(2015)의 연구가 대표적임.
- 설비설치 실증자료를 토대로 한 분석 연구는 Zhang, Song and Hamori(2011), Kwan(2012), Crago and Chernyakhovskiy(2017), Dharshing(2017), Briguglio and Formos (2017), 박창주, 박세운, 신철(2014))가 있음.
- 주택용 재생에너지 설비 설치요인 분석은 대부분 보급이 활발한 태양광을 대상으로 이루어지고 있으며, 선행연구들은 자료 특징에 따라 선형회귀 분석(OLS), 프로빗(probit) 분석, 토빗(tobit) 분석 등 활용된 방법론도 다양함.
- 본 연구도 에너지총조사 실증자료를 토대로 계량적 방법을 이용하여 분석함.

○ 다양한 선행연구 결과를 토대로 신재생에너지 설비 설치의 주요 요인을 경제적, 환경적, 사회적 특성으로 분류하여 나타낼 수 있음.

- 경제적으로는 소득수준이 높을수록, 전기요금이 많이 나올수록, 보조금 등의 설치 인센티브가 높을수록, 주택 가격이 높을수록 설치할 확률이 높은 것으로 나타났고, 설비 설치비용이 높을수록 설치할 확률이 낮게 나타남.
- 환경적으로는 일사량이 높은 경우 설비 설치 가능성이 높게 나타남.

- 사회적으로는 교육수준이 높을수록, 가구원수가 많을수록 신재생 설비 설치에 긍정적인 영향을 주고, 도시화 정도, 주택밀도는 논문마다 상반된 결과를 제시함. 주택 면적은 상관관계가 없는 것으로 나타남.

〈표 1〉 신재생에너지 설비 설치요인 및 예상부호

결정요인		예상 부호	선행 연구
경제 특성	가구 소득	+	초기 설치비용이 높은 신재생에너지 설비는 가구 소득(혹은 1인당 가구소득)이 높을 경우 자금 확보(현금, 개인 융자 등) 가능성이 높음
	1인당 가구소득	+	
	설치비용	-	설치비용이 높을수록 설비 설치에 부정적 영향
	전기요금	+	전기요금이 많이 나오는 가구일수록 설치 요인 높음
	신재생에너지 설비 설치 인센티브	+	정부 보조금 등의 설치 인센티브가 높을수록 설비 설치에 긍정적 영향
	주택 가격	+	주택 가격이 높을수록 설비 설치를 할 수 있는 자본 확보 가능성 높음
환경 특성	일사량	+	일사량이 높은 경우 설비 설치 가능성 높음
사회 특성	나이	-	기존연구에서 신기술 채택률이 소비자 나이와 반비례하고, 고령인구가 젊은 사람보다 지구 온난화와 환경에 관심이 낮다는 주장
	나이, 나이^2	+, -	또는 나이가 증가할수록 설치 가능성이 높아지다가, 어느 시점에서 설치률 하락
	교육	+	교육수준이 높을수록 새로운 기술 채택 확률이 높음
	집 면적(m^2)	·	기존연구에서는 상관관계가 없는 것으로 나옴
	도시화 정도, 인구밀도 (읍면리 구분)	?	도시화가 낮은 지역에서 태양광발전 설비 채택률이 높게 나오는 연구가 있는 반면, 그렇지 않은 연구도 있음
	주택밀도	?	주택밀도가 높을수록 태양광발전 설비수가 낮게 나오는 연구가 있는 반면 그렇지 않은 논문도 있음
	하이브리드 차량 운행	+	하이브리드 차량을 운행할 경우 환경에 관심이 높은 것으로 볼 수 있음.
	가구원수	+	가구원수가 많을수록 에너지 다소비 가능성이 증가하므로, 설비 설치 유인 높음
	주택 건축연도	+	(선행연구에서는 미확인) 신축건물일수록 신기술 채택 확률 높음

주: 결정요인 중 회색으로 표시는 본 연구에서 사용할 변수, ( )는 본 연구 회귀에 사용한 변수를 의미.
자료: Zhang 외(2011), Kwan(2012), Sardianou and Genoudi(2013), Crago and Chernyakhovskiy (2016), Dharshing (2016), Briguglio and Formosa(2017)를 활용하여 저자 작성.

□ 자료와 변수

○ 설비 설치 요인 분석에서는 분석의 특성을 고려하여 전세권이 설정되어있는 가구는 제외함

- 주택지원사업의 지원을 받아 신재생 설비를 설치하려면 단독주택의 소유주가 신청해야 함.
- 전세권이 설정되어 있는 경우 신재생설비를 신청한 소유주와 거주중인 전세권자가 다름을 의미
- 따라서, 해당가구가 실제 신재생에너지 설비를 설치한 가구가 아니기 때문에 그 가구의 특성 역시 신재생에너지 설비를 설치한 가구의 특성이라고 볼 수 없음.
- 이러한 이유로 본 연구에서는 단독주택 3,130가구에 대한 등기부등본 열람을 통해 2016년 당시 전세권이 설정된 31가구는 분석에서 제외하고 3,099가구로 분석 범위를 한정함.

○ 본 연구에서는 가구의 신재생 설비 설치 요인은 1) 신재생 설비 요인, 2) 태양광 설비 설치 요인으로 나누어 분석하였으며, 선행연구의 결과를 바탕으로 에너지총조사에서 분석에 활용할 수 있는 변수들을 〈표 2〉에 정리함.

- 소득에 대한 변수를 다양한 측면에서 특정하여 월평균 가구소득, 가구원당 소득, 균등화 소득 3가지 변수를 활용함.
- 다만, 월평균 가구소득은 작성하였으나, 각 가구원의 소득은 작성하지 않은 147 가구는 소득 혹은 균등화 소득 분석에서 제외
- 일사량 정보는 에너지총조사에서 나타난 주소지에 대한 위도 경도 정보를 바탕으로 한국에너지기술연구원의 협조를 얻어 $1km^2$ 격자 단위의 일사량 자료와 매칭하여 활용함.

- 전력 소비를 변수로 통제 하지 못했는데, 이는 패널 자료가 아닌 횡단면 자료의 한계로 인해 설치 전의 전력 소비량을 알기 어렵고, 신재생 설비의 발전량이 실측치가 아닌 추정치이기 때문임.
- 그 외에도 신재생 설비 설치에 대한 보조금이나 기타 인센티브도 중요한 설치 요인이겠으나 횡단면 자료인 것과 주택지원사업에 한정되어 있다는 한계로 인해 통제하지 못함.

〈표 2〉 신재생에너지 설비 설치요인 및 예상부호

변수명		변수 설명
소득	월평균 가구소득	구간으로 나뉘어 객관식으로 선택하도록 한 설문 변수를 100만원 단위로 나누어 1, 2, 3... 순으로 증가하는 변수
	가구원당 소득	각 가구원별로 실제 월평균 소득을 기입하나 자료로 각 가구원의 소득을 모두 합한 후 이를 가구원수로 나눈 변수이며, 단위는 만원 단위임
	균등화 소득	가구원당 소득에서 계산한 가구의 월평균 소득을 가구원수의 제곱근으로 나눈 변수이며, 단위는 만원 단위임
읍면부		주택이 동 단위에 위치해 있는지 읍면부 단위에 위치해 있는지를 나타내는 더미변수, 읍면부 = 1, 동 = 0
교육(대학)		가구주의 학력을 구분하는 더미변수, 대졸 이상 = 1, 대졸 미만 = 0
주택 면적(m2)		주택의 크기를 평방미터로 나타낸 변수
건축연도		건물이 얼마나 최근에 지어졌는지를 나타내는 변수 1970년 이전 = 1, 1970~1979 = 2, 1980~1989 = 3, 1990~1999 = 4, 2000~2009 = 5, 2010 이후 = 6
세대주 나이		세대주 나이, 세대주 나이의 제곱
가구원수		가구원수
일사량		주소지를 바탕으로 한 주택의 일사량 추정값
지역 더미 (17개 시도)		17개 시도 더미 변수

□ 모형 분석 과정

○ 에너지총조사 자료는 신재생가구 비율이 실제 모집단의 신재생가구 비율보다 더 높으며, 신재생원별로도 비중 차이가 있음.

- 모집단에서의 전체 단독가구 대비 신재생단독가구 비중은 약 2.25%인 반면, 에너지총조사에서의 전체 단독가구 대비 신재생단독가구 비중은 약 27.65%로 약 10배 이상 과대 추출됨
- 신재생에너지 내 에너지원별로도 제곱근 비례배분 방식을 활용하여 실제 모집단의 비율과는 차이가 발생함.

○ 이러한 통계적 한계를 해결하기 위해 신재생가구 표본 크기를 실제 비중에 맞게 줄이면서 표본추출 과정마다 추출된 샘플의 결과가 크게 달라지는 것을 고려하여 천 번의 재표본추출(Resampling)을 거친 뒤, 천 개의 데이터셋에 대한 분석을 통해 신재생가구의 설비 설치 요인을 분석함.

- 단독가구 3,099 가구 중 일반가구 2,242 가구를 고정하고 신재생가구 857 가구를 실제 에너지원과 지역별 비율에 맞게 52가구로 재추출함.
- 일반가구와 신재생가구를 합친 2,294 가구의 데이터셋을 천 개 생성함.

○ 신재생 가구의 비중이 매우 적음으로 인해 로지스틱 회귀분석(Logistic Regression)에서 편의를 갖는 문제를 해결하고자 Firth(1993)이 고안한 Penalized 로지스틱 회귀분석을 이용함.

- 로지스틱 회귀분석은 최대우도추정법(Maximum Likelihood Estimation)을 이용하고, 최대우도추정법은 보통 수치적인 방법(Newton-Raphson Method)을 이용해 모수를 추정함.
- 일반적으로 로지스틱 분석에서 최대우도추정법으로 나온 계수추정량은 근사적으로 불편추정량이지만 관찰수가 적거나 관심사건의 비율이 낮으면 편의를 갖게 되는 문제가 있음.

- 이러한 편의 문제를 해결하기 위해 Firth(1993)과 King(2001)이 각각의 다른 방법을 고안하였는데, 김형우 외(2014)의 연구 결과를 바탕으로 Firth(1993)의 방법을 채택함.

○ 하나의 데이터에 대한 분석이 아닌 천 개의 데이터셋에 대한 분석이면서 일반 가구는 동일한데 반해 신재생가구만 달라지는 것이기 때문에 일반적인 t-검정으로는 유의성을 검정을 할 수 없음.

- 이에 대한 대안으로 천 개의 데이터셋의 회귀분석 결과로 나온 각 계수(Coefficients)에 대해서 2.5% 분위와 97.5% 분위의 계수를 찾은 후 해당 구간 내에 0이 속해있는지를 확인하는 방식으로 유의성을 검정함.

[그림 1] 모형 분석 과정

□ 분석 결과

○ Penalized 로지스틱 회귀분석 결과를 태양광 설비 설치 요인과 신재생에너지 설비 설치 요인으로 나누어 분석함. 〈표 3〉은 태양광 설비 설치 요인 분석이고 〈표 4〉는 신재생에너지 설비 설치 요인 분석의 결과임.

○ 태양광 설비 설치 요인에 대한 모형은 소득 변수의 형태와 지역 더미 추가 여부에 따라 여섯 가지로 나뉘며, 이중 모형2를 중심으로 설명하고자 함.

- 월평균 가구 소득의 경우 10%의 유의수준에서 100만원 증가할 경우 태양광 설비를 설치할 확률은 24.2% 증가하는 것으로 나타나 소득이 높을수록 설치 확률이 높아짐.
- 우리나라 단독주택의 경우 읍면부에 속한 단독주택이 동단위 지역에 속한 주택보다 신재생 설비를 설치할 확률이 더 높은 것(약 3.7배)으로 나타남.
- 주택면적이 1m^2 늘어날수록 태양광 설비를 설치할 확률이 0.9%씩 증가함.
- 건축연도가 10년 전 지어진 주택과 비교하여 최근에 지어진 건물에 태양광 설비를 설치할 확률이 94.3% 증가함.
- 세대주의 나이가 1살 늘어날수록 태양광 설비를 설치할 확률이 39.8% 증가하고 세대주 나이의 제곱이 1살 늘어날수록 태양광 설비를 설치할 확률은 0.3% 하락함. 즉, 나이가 젊을 때는 나이가 1살 증가할 때 설비를 설치할 확률이 빠르게 증가하고 그 이후로는 증가세가 점점 둔화하다가 56세를 기점으로 오히려 확률이 감소하는 것으로 나타남.
- 가구원수가 많을수록 전력 소비량이 많아 비용 절감 차원에서 신재생에너지 설비를 더 많이 설치할 것으로 기대였으나 모형2에서는 유의하게 나오지 않음.
- 교육 수준, 일사량은 태양광 설비 설치에 대한 영향은 크지 않은 것으로 나타남.

〈표 3〉 태양광 설비 설치 요인 분석

태양광	모형 1	모형 2	모형 3	모형 4	모형 5	모형 6
	exp(β)	exp(β)	exp(β)	exp(β)	exp(β)	exp(β)
월평균 가구소득 (100만원 단위)	1.248*	1.242*				
가구원당 소득			1.005*	1.005*		
균등화 소득					1.004**	1.004*
읍면부	3.151***	3.745***	2.926***	3.487***	3.009***	3.525***
교육(대학)	1.746	1.808	1.784	1.825	1.725	1.778
주택 면적(m^2)	1.010***	1.009***	1.010***	1.009***	1.010***	1.009***
건축연도	1.959***	1.943***	1.937***	1.921***	1.937***	1.919***
세대주 나이	1.369**	1.398***	1.336**	1.366**	1.335**	1.365**
세대주 나이2	0.998***	0.997***	0.998**	0.998	0.998**	0.998***
가구원수	1.033	1.033	1.268**	1.261	1.144	1.138
일사량	1.329	0.284	1.369	0.288	1.388	0.297
지역 더미(17개 시도)	No	Yes	No	Yes	No	Yes
관측치 수	2280	2280	2134	2134	2134	2134

○ 신재생 설비 설치 요인에 대한 모형도 소득 변수의 형태와 지역 더미 추가 여부에 따라 여섯 가지로 나뉘며, 이중 모형8을 중심으로 설명하고자 함.

- 소득은 유의수준 10% 내에서 100만원 증가할수록 신재생에너지 설비를 설치할 확률이 18.7% 증가함.
- 읍면부 지역은 동단위 지역보다 신재생설비 설치 확률이 약 4배 더 높아짐.
- 주택면적이 1m^2 늘어날수록 신재생설비 설치 확률이 0.9%씩 증가함.
- 건축시기가 10년 빨라질수록 신재생설비를 설치 확률이 108.9% 증가함.
- 세대주 나이가 1살 증가할수록 설치할 확률은 35.1% 증가하는 반면 세대주 나이의 제곱이 1살 증가할수록 설치할 확률은 0.2% 감소함.

- 교육 수준은 10% 유의수준에서 유의하게 나타났는데 대졸 이상일 경우 고졸 이상일 경우보다 약 2배 가까이 높게 나타남.
- 가구원수 증가는 모형 9, 모형 10에서 유의하게 나타났고, 일사량은 설비 설치에 영향을 미치지 않는 것으로 나타남.

〈표 4〉 신재생에너지 설비 설치 요인 분석

신재생	모형 7	모형 8	모형 9	모형 10	모형 11	모형 12
	exp(β)	exp(β)	exp(β)	exp(β)	exp(β)	exp(β)
월평균 가구소득 (100만원 단위)	1.187*	1.187*				
가구원당 소득			1.004*	1.004*		
균등화 소득					1.003*	1.003*
읍면부	3.869***	4.002***	3.613***	3.751***	3.705***	3.810***
교육(대학)	1.929*	1.952*	1.963*	1.993*	1.902	1.940*
주택 면적(m^2)	1.010***	1.009***	1.010***	1.009***	1.010***	1.009***
건축연도	2.112***	2.089***	2.113***	2.087***	2.111***	2.085***
세대주 나이	1.318***	1.351***	1.288**	1.321***	1.286**	1.318**
세대주 나이2	0.998***	0.998***	0.998**	0.998**	0.998**	0.998**
가구원수	1.047	1.033	1.219*	1.202*	1.126	1.109
일사량	0.899	0.225	0.936	0.232	0.946	0.238
지역 더미(17시도)	No	Yes	No	Yes	No	Yes
관측치 수	2294	2294	2147	2147	2147	2147

□ 한계 및 향후 연구 방향

○ 본 연구는 에너지총조사 가정부분 조사 결과를 바탕으로 최초로 시도된 신재생 가구에 대한 분석으로 활용할 수 있는 변수들을 최대한 활용하여 신재생 설비 설치 요인에 대해 의미 있는 분석 결과를 얻음.

○ 분석에 앞서 자료의 한계를 극복하고자 단독주택으로 한정하고 재표본추출 작업을 하는 등 다양한 노력이 있었으나 여전히 한계가 존재함.

- 단독주택만을 대상으로 분석하였기 때문에 이 분석 결과는 단독주택만을 한정해서 생각해야 함.
- 본 연구에서는 정책의 효과에 대한 분석이 부족함. 신재생 설비를 통해 지원을 받은 가구를 표본 대상으로 설정하였기 때문에 다른 지원제도(태양광 대여, 융·복합지원)로 보급된 가구들과 비교가 불가능 함. 보조금은 정부 보조금 뿐만 아니라 지자체 보조금도 있는데, 이에 대한 파악이 쉽지 않아 보조금이 설비 설치에 미친 영향을 파악하기 어려움.
- 설비 설치 요인 중 친환경에 대한 인식이나 경제성 등 다양한 설비를 설치하게 된 동기에 대해 파악할 수 있는 설문 항목이 부재하여 관련 내용을 직접적으로 분석하지 못함.

○ 이러한 한계는 에너지총조사 설문단계의 보완으로 충분히 해결할 수 있을 것으로 보임.

- 앞으로 3년마다 조사되었던 에너지총조사 내 가정부문의 에너지 소비 조사는 매년 시행되는 가구에너지패널조사와 통합되고 가구에너지패널조사의 표본 크기가 에너지총조사의 표본만큼 늘어날 예정임.
- 앞으로 수집되는 새로운 가구에너지패널조사 자료의 설문 문항이 개선되고 자료 축적을 통한 패널화가 이루어진다면 이번 연구에서 수행하지 못한 한계를 해결하고 신재생에너지 설비 설치 요인 등에 대한 추가적인 요인분석이 가능할 것으로 보임.

3. 신재생가구의 에너지소비 특성

□ 선행연구

○ 신재생가구를 대상으로 에너지 소비와 관련한 연구는 대부분 태양광가구에 대한 것으로 태양광 설비 설치가 전력 소비에 미치거나 에너지절약에 미치는 효과에 대해 연구함.

○ 이러한 선행연구에서는 태양광 설비 설치로 오히려 전체 전력 소비가 증가하는 현상인 리바운드 효과[1]에 대한 연구가 최근 활발히 이루어지고 있음.

- Deng 외(2017)에서는 상이한 지원을 받는 그룹(FIT요율 60c/kWh과 FIT 요율 20c/kWh 그룹)을 대상으로 리바운드 효과를 측정한 결과, 높은 지원을 받는 그룹의 리바운드 효과는 20.9%, 낮은 지원을 받는 그룹은 16.7%로 나타남.
- Sekitou and Managi(2018)에 따르면 일본에서는 태양광 설치 용량 규모가 커질수록 전력 소비가 커지는 경향이 있다는 것을 확인
- Toroghi and Oliver(2019)와 Qiu and Xing(2019)에 따르면 미국에서도 태양광 설비 설치 용량 규모가 커질수록, 발전량이 증가할수록 리바운드 효과가 나타나는 것을 확인
- 상기 해외 연구를 종합하면, 태양광 설비 설치 시 전력 소비를 증가시키는 변화가 있음을 확인

○ 선행연구를 바탕으로 주요한 에너지 소비 특성에 미치는 결정 요인을 경제적, 환경적, 사회적 특성으로 분류하여 나타낼 수 있음.

1) 리바운드 효과(rebound effect)는 에너지효율이 증가함에도 에너지 사용 총량은 늘어나게 되는 효과를 의미하는 용어로, 태양광 설비 설치 후 늘어나는 전력 사용과 관련해서도 다수 연구자가(Toroghi and Oliver(2019), Qiu and Xing(2019), Deng and Newton(2017), Sekitou and Managi(2018)) 리바운드 효과라 지칭함.

- (경제특성) 전력 소비는 소득수준이 높아지면 증가하고 가정용 전력 가격 상승은 부정적인 영향을 나타냄.
- (환경특성) 기온변화에 따른 냉·난방도일에 의해서도 영향을 받으나, 유의미한 결과는 나타나지 않을 것으로 예상
- (사회특성) 비경제활동인구 비율, 주택노후도, 시가지 지역 가구 밀도 등이 선행 연구에서 에너지 수요에 영향을 미치는 설명변수로 활용

〈표 5〉 신재생 설비 설치 가구의 에너지 소비 특성 변수 및 예상부호

결정요인		예상 부호	선행 연구
경제특성	1일당 실질소득 (1인당 가구소득)	+	경제성장의 대리변수로 가계소비수준(Beenstock et al., 1999), 수출입규모(Nasr et al., 2000), 가구당 지방세(박종문, 2018) 등을 사용한 연구가 있음. 1인당 실질소득이 증가할수록 전력 소비도 증가할 것으로 예상
	가정용 전력의 실질가격	-	전력가격이 상승하면 전력수요 억제
환경특성	냉방도일	+	지구온난화의 대리변수로 사용
	난방도일	·	지구온난화의 대리변수로 사용. 유의미한 의미가 없는 것으로 파악
사회특성	고령화지수 (나이)	-	고령화는 가정용 전력수요를 낮추는 효과를 보임
	가구원수	+	가구원수가 많을 경우 전력 소비하는 주체가 많아 전력 소비 증가
	비경제활동인구비율	?	가구에서 비경제활동인구가 많을 경우 주택에서 생활시간이 증가하는 하여 전력 소비가 높을 것으로 예측함(생활시간의 대리변수). 하지만 선행연구에서는 시 지역의 경우 유의한 결과(+)가 도출되었으나, 수도권과 군지역은 상관관계가 없는 것으로 나타남.

결정요인		예상 부호	선행 연구
	주택규모	+	주택면적이 넓을수록 가구의 에너지 소비 증가
	주택노후도	?	수도권의 경우 주택노후도와 전력 소비는 (-) 관계를 가지지만, 시와 군지역의 경우 유의미한 결과를 가지지 않음
	시가지 지역 가구밀도 (읍면리 구분)	?	도시특성을 살펴보기 위해 녹지지역을 제외한 시가지 지역 면적당 거주 가구수를 활용함. 시가지 지역의 경우 유의미한 관계(+)가 높게 나타나지만, 수도권과 군지역은 유의미한 관계가 없는 것으로 나타남.

주: 결정요인 중 회색으로 표시는 본 연구에서 사용할 변수, ( )는 본 연구 회귀에 사용한 변수를 의미.
자료: Deng and Newton(2018), Sekitou and Managi(2018)를 바탕으로 저자 작성

□ 자료와 변수

○ 설명변수는 대부분 앞에 절과 동일한 가운데, 주요 변수인 에너지 절약 행동과 전력 사용량에 대한 자료를 설명함.

○ (절약행동) 에너지총조사에서는 에너지절약·실천에 관한 10가지 질문항목이 있으며, 본 연구에서는 항목에 '예'라고 대답한 개수를 합하여 에너지 절약 행동을 측정하는 변수로 활용

- 에너지 절약 방법으로 ▲불필요한 조명등 끄기, ▲사용치 않는 플러그 뽑기, ▲개별스위치 멀티탭 사용, ▲고효율 제품 구입, ▲냉장고 속 내용물 줄이기, ▲가스렌지의 불꽃크기 조절, ▲대중교통 이용하기, ▲겨울철 내복 입기, ▲겨울철 유리창에 단열재 부착, ▲모바일기기로 에너지소비량 실시간 확인, ▲없음 으로 구성
- 10가지 항목 중 '대중교통 이용하기'는 주택 내 에너지절약과는 거리가 있고, '모바일기기로 에너지소비량 실시간 확인'은 연령대의 영향을 받는 변수로 판단하여 제외

- 8개 항목 중 에너지절약 방법을 실천한다고 답한 항목 개수를 합산하여 에너지절약행동으로 정의
- 즉, 에너지절약행동은 최소 0에서 최대 8값을 가지는 변수로 값이 0일 경우 에너지절약행동 정도가 낮고 숫자가 올라갈수록 에너지절약행동 정도가 증가하는 것으로 해석

○ (전력 사용량) 자료의 한계로 전력 소비를 간접적으로 추정하여 활용

- 신재생 가구의 전기 요금상의 사용량은 '전기사용량-(발전량-전기소비량)'으로, 여기서 전기사용량은 '한전에서 수전받은 전력량'이고 (발전량-전기소비량)은 자가발전을 통해 소비되는 전력량을 의미
- 태양광 가구가 소비한 전력은 전기사용량과 전기소비량의 합이지만, 에너지총조사 자료에서는 '전기 요금상의 사용량'만 확인 가능
- 따라서, 본 연구 결과는 주어진 자료의 한계 하에서 유의하여 해석 필요

○ (그 외 설명변수) 에너지 소비 특성에 대한 분석에서 사회, 경제적인 특성 관련 설명 변수는 앞절과 동일하며, 선행연구를 바탕으로 비경제활동인구 비중을 설명변수로 활용하고, 시도 더미, 주난방 에너지를 더미변수로 활용

〈표 6〉 에너지 소비 특성 분석을 위한 주요 변수 설명

변수명	변수 설명
가구원당 소득	가구원별로 실제 월평균 소득을 기입하나 자료로 각 가구원의 소득을 모두 합한 후 이를 가구원수로 나눈 변수이며, 단위는 만원 단위임
읍면부	주택이 동 단위에 있는지 읍면부 단위에 있는지를 나타내는 더미변수, 읍면부 = 1, 동 = 0
교육(대학)	가구주의 학력을 구분하는 더미변수, 대졸 이상 = 1, 대졸 미만 = 0
세대주 나이	세대주 나이, 세대주 나이의 제곱

변수명	변수 설명
가구원수	가구원수
비경제활동인구 비중	비경제활동가구원수/가구원수
주택 면적(m2)	주택의 크기를 제곱미터로 나타낸 변수
건축연도	건물이 얼마나 최근에 지어졌는지를 나타내는 변수 1970년 이전 = 1, 1970~1979 = 2, 1980~1989 = 3, 1990~1999 = 4, 2000~2009 = 5, 2010 이후 = 6
주난방에너지	석유, 도시가스, 지역난방, 나머지로 나눈 더미 변수
주요 에너지 이용기기	TV, 세탁기, 에어컨, 전자레인지 등 31개 주요 에너지 이용기기의 각각의 개수
지역 더미(17시도)	17개 시도 더미 변수

□ 분석 모형

○ 신재생 설비 설치 후 에너지소비 특성과 관련한 분석은 두 가지 측면, 1) 에너지 절약과 관련된 행동에 변화가 있었는지와 2) 태양광가구만을 대상으로 설비 설치 후 시간이 지남에 따라 전력 소비가 증가하였는지를 확인

○ (절약행동) 도구변수 추정기법을 활용하여 신재생 설비 설치에 따른 에너지 절약행동을 분석

- 종속변수로 개별가구 i의 에너지 절약 행동을 사용하고, 주요 설명변수로 신재생 설비 설치 유무 활용
- 신재생 설비 설치가 왜생적으로 주어지는 변수가 아니라 가구의 선택에 의해 결정되는 내생변수이므로, 이러한 문제를 해결하기 위해 도구변수를 이용한 2단계 최소자승추정법(2SLS)으로 분석
- 도구변수로는 주택면적과 건축연도를 활용하여 도구변수의 적절성과 및 외생성 두 가지 조건을 충족

○ (전력소비) 태양광가구만을 대상으로 리바운드 효과가 있는지 검증하기 위한 분석을 진행

- 종속변수로 i 가구의 전력 소비를 측정한 변수를 사용하고, 주요 설명 변수로 태양광설비 설치 후 경과한 시간과 경과한 시간의 제곱 활용
- 이상적으로는 같은 가구의 패널자료를 활용하여 설비 설치 전후의 전력 소비 변화를 추정하는 것이 리바운드 효과를 보는 것이겠지만, 본 자료는 횡단면 자료이기 때문에 설비 설치 후 시간이 지남에 따라 전력 소비가 증가하는지를 확인
- 본 분석에서 설비 설치 후 경과한 시기는 외생적인 변수로 내생성 문제는 우려되지 않음.

□ 분석 결과

○ (절약행동) 분석결과 신재생 설비를 설치한 가구는 미설치 가구보다 절약행동을 작게 하는 것으로 나타남.

- 이는 태양광가구, 태양열가구, 지열가구 모두 나타난 결과로 태양광가구의 경우 에너지절약행동이 10% 이상 줄어드는 것으로 추정됨.

〈표 7〉 신재생가구의 에너지절약행동 분석 결과

변수	태양광가구의 절약행동			태양열가구의 절약행동			지열가구의 절약행동		
	OLS	IV	IV2	OLS	IV	IV2	OLS	IV	IV2
태양광 설치	-0.268***	-1.792***	-0.847***						
	(0.0849)	(0.413)	(0.222)						
태양열 설치				-0.333***	-2.526***	-1.042***			
				(0.118)	(0.709)	(0.280)			
지열 설치							-0.269*	-2.079***	-0.542**
							(0.157)	(0.559)	(0.215)
1인당 월평균소득	-0.000989	0.000380	-0.000468	-0.00119*	8.22e-05	-0.000782	-0.00186***	-0.000921	-0.00172***
	(0.000613)	(0.000779)	(0.000627)	(0.000658)	(0.000781)	(0.000672)	(0.000614)	(0.000673)	(0.000640)
가구원수	-0.0989*	-0.132**	-0.111**	-0.164***	-0.173***	-0.167***	-0.214***	-0.227***	-0.216***
	(0.0543)	(0.0593)	(0.0555)	(0.0533)	(0.0570)	(0.0568)	(0.0550)	(0.0555)	(0.0567)
비경제활동 인구 비중	0.243	0.505***	0.342**	0.263*	0.426**	0.316**	0.191	0.351**	0.215
	(0.148)	(0.170)	(0.150)	(0.157)	(0.175)	(0.156)	(0.163)	(0.173)	(0.157)
세대주 나이	0.0182	0.0339	0.0242	0.00984	0.0312	0.0167	0.00804	0.0217	0.0101
	(0.0203)	(0.0211)	(0.0189)	(0.0213)	(0.0234)	(0.0195)	(0.0210)	(0.0217)	(0.0194)
세대주 나이²	-0.000122	-0.000223	-0.000161	-9.10e-05	-0.000242	-0.000140	-8.01e-05	-0.000169	-9.35e-05
	(0.000160)	(0.000166)	(0.000150)	(0.000167)	(0.000181)	(0.000156)	(0.000166)	(0.000170)	(0.000155)
교육수준	0.204**	0.242**	0.218**	0.168	0.284**	0.205**	0.119	0.246**	0.139
	(0.0994)	(0.105)	(0.0969)	(0.107)	(0.123)	(0.103)	(0.104)	(0.112)	(0.101)
도시화정도	-0.0759	0.0512	-0.0276	-0.0341	0.0987	0.00887	-0.0309	0.0247	-0.0226
	(0.0730)	(0.0839)	(0.0728)	(0.0773)	(0.0945)	(0.0769)	(0.0788)	(0.0837)	(0.0761)
상수	2.100***	1.231*	1.770***	2.790***	2.051***	2.551***	2.830***	2.145***	2.727***
	(0.672)	(0.729)	(0.629)	(0.712)	(0.780)	(0.653)	(0.702)	(0.738)	(0.647)
관측치수	2,588	2,588	2,588	2,327	2,327	2,327	2,315	2,315	2,315
R-squared	0.063			0.063			0.061		
주난방 에너지	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
주요 에너지 이용기기	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
지역더미	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes

○ (전력소비) 태양광가구를 대상으로 태양광 설비 설치 시기 경과에 따른 전기요금상의 전력사용량에 대한 선형회귀 분석 결과 설비 설치 시기가 오래될수록 전기요금상의 전력사용량이 증가하는 것을 확인

- 설비 설치 시기가 오래될수록 전기요금상의 전력사용량이 증가하지만, 그 증가폭은 감소하는 것을 확인
- 가구원수와 비경제활동인구 비중이 전기요금상의 사용량의 유의한 관계를 나타냄.

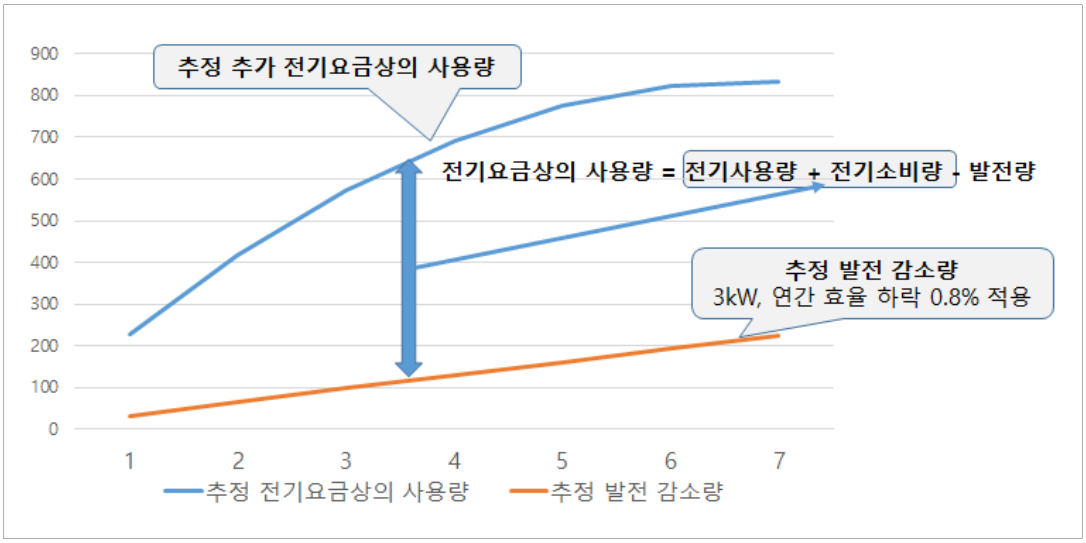
〈표 8〉 태양광가구의 전기요금상의 사용량 분석 결과

변수	전기요금상의 사용량 (월단위)		전기요금상의 사용량 (분기단위)		전기요금상의 사용량 (연도단위)	
	모형 1	모형 2	모형 3	모형 4	모형 5	모형 6
설비 설치후 경과 (월)	23.85***	18.74***				
	(6.795)	(6.711)				
설비 설치후 경과 (월) ^{2}	-0.150***	-0.123***				
	(0.0425)	(0.0429)				
설비 설치후 경과 (분기)			70.81***	54.82***		
			(20.67)	(20.38)		
설비 설치후 경과 (분기) ^{2}			-1.321***	-1.068***		
			(0.383)	(0.385)		
설비 설치후 경과 (연도)					309.0***	244.4***
					(84.61)	(82.31)
설비 설치후 경과 (연도) ^{2}					-21.76***	-17.87***
					(5.934)	(5.929)
1인당 월평균소득	0.560	0.539	0.555	0.537	0.535	0.521
	(1.082)	(0.986)	(1.080)	(0.985)	(1.077)	(0.983)
가구원수	214.4*	201.1	215.0*	201.7	213.8*	199.3
	(127.2)	(123.5)	(127.1)	(123.4)	(128.0)	(124.1)
비경제활동인구 비중	602.3**	491.7	603.9**	494.3*	609.3**	503.4*
	(299.8)	(298.2)	(300.0)	(298.3)	(299.9)	(298.2)
세대주 나이	38.02	79.21	37.85	79.28	38.81	79.55
	(49.94)	(55.52)	(49.91)	(55.52)	(49.78)	(55.43)

변수	전기요금상의 사용량 (월단위)		전기요금상의 사용량 (분기단위)		전기요금상의 사용량 (연도단위)	
	모형 1	모형 2	모형 3	모형 4	모형 5	모형 6
세대주 나이²	-0.310	-0.634	-0.308	-0.634	-0.315	-0.636
	(0.387)	(0.433)	(0.387)	(0.433)	(0.386)	(0.432)
교육수준	6.216	0.711	4.406	-0.561	9.554	2.853
	(197.9)	(198.6)	(197.9)	(198.7)	(197.9)	(198.4)
주택 면적(m²)	1.110	-0.986	1.117	-0.991	1.114	-0.998
	(1.592)	(1.858)	(1.594)	(1.860)	(1.585)	(1.848)
건축연도	69.92	49.41	69.91	49.37	69.83	49.77
	(50.64)	(53.79)	(50.62)	(53.77)	(50.60)	(53.77)
읍면부	-201.7	-76.92	-202.1	-75.82	-196.3	-71.12
	(146.9)	(186.0)	(147.3)	(186.5)	(147.0)	(185.8)
상수	-1,328	-564.4	-1,335	-563.2	-1,521	-706.3
	(1,702)	(1,849)	(1,704)	(1,853)	(1,706)	(1,847)
관측치수	411	411	411	411	411	411
R-squared	0.290	0.355	0.289	0.354	0.291	0.355
주난방에너지	yes	yes	yes	yes	yes	yes
주요에너지이용기기	yes	yes	yes	yes	yes	yes
지역더미	No	yes	No	yes	No	yes

- 설비 설치 시기가 지남에 따라 전기요금상의 사용량이 증가하는 이유는 1) 전기사용량과 전기소비량의 합인 전력 소비가 증가 또는 2) 태양광 발전량 감소 두 가지로 해석할 수 있음.
- 실제 태양광 발전효율은 이상적으로 관리되어도 매년 효율이 감소하여 태양광 발전량 감소를 초래하나, 이러한 것을 고려하더라도 시간이 지남에 따라 사용량은 증가함을 확인할 수 있음.
- 이는, 설비 설치 연도가 지남에 따라 전력소비가 증가하는 리바운드 효과가 나타난 것 혹은 태양광 설비가 제대로 관리되지 않았음을 보임.
- 현실은 상기 두 해석의 중간쯤일 것으로 예상하며, 계량적으로 어떤 효과가 더 큰지는 자료의 한계로 확인할 수 없고 본 연구에서는 이렇게 간접적으로 리바운드 효과를 확인

[그림 2] 태양광 설치 경과 연도별 추가 전기금상의 사용량



□ 한계 및 향후 연구 방향

○ 본 연구는 부족한 선행연구 환경에서 신재생 설비 설치 후 에너지 절약과 소비 행동을 확인하였다는 점에서 기초연구로서의 의의가 큼.

○ 하지만, 태양광가구에 한정한 전력 소비 변화에 대한 연구는 에너지총조사 자료가 1) 횡단면 자료이고 2) 태양광가구의 발전량과 전력 소비의 실측 자료가 없는 두 가지 한계로 간접적인 결과만을 확인하였다는 점이 본 연구의 한계임.

○ 이후, 패널자료를 구축하였을 경우 신재생 설비 설치에 따른 리바운드 효과를 더욱 엄밀히 추정할 수 있을 것으로 기대함.

○ 또한, 태양광 가구의 발전량 실측치를 얻을 수 없어서 직접적인 효과 추정이 어려웠으나, 신재생 설비의 발전량에 대한 모니터링이 간편해지거나 에너지 공단의 REMS(신재생에너지 통합모니터링시스템)를 통한 실제 발전량 정보를 활용한다며 신재생 가구의 에너지소비 패턴에 대한 다양한 연구가 가능한 것으로 예상

Ⅲ 연구결과 및 문제점

□ **우리나라 신재생 설비 설치 요인을 분석한 결과 소득, 읍면부 위치, 주택 면적, 건축연도, 세대주 나이가 설비 설치와 유의한 연관이 있음을 확인**

○ 소득이 높을수록, 주택 면적이 클수록, 최근에 지어진 신출 건물일수록 설비 설치 확률이 높음.

○ 세대주의 연령은 일정 연령 때까지 설비 설치 확률이 증가하다가, 이후에 낮아지는 추세를 보임.

○ 그에 반해 교육 수준, 가구원수, 일사량은 태양광 설비 설치에 미치는 영향은 크지 않음.

□ **다음으로 신재생 설비 설치후 에너지 절약 행동에 변화가 있었는지, 그리고 태양광가구에 한하여 설비 설치 경과에 따라 전력요금상의 전력사용량이 증가하였는지를 분석**

○ 에너지 절약 행동 변화에 대한 분석 결과 신재생 설비 설치 가구는 에너지 절약 행동을 덜 하게 하는 것으로 나타남.

○ 태양광가구에 한정하여 회귀분석을 통해 설비 설치 경과에 따른 전기요금상의 사용량 변화를 추정한 결과 전기요금상의 사용량이 증가하는 것을 확인

- 본 결과의 해석은 주의하여야 하는데 태양광 발전량에 대한 정보가 없어서 이를 태양광 설비 설치 후 나타나는 리바운드 효과로 볼 수도 있고,
- 또는 태양광 설비가 제대로 관리되지 못한 결과로 해석할 수도 있음.

□ **연구결과를 통해 문제점 및 발생 가능한 이슈를 확인할 수 있음.**

○ (지원 용량) 주택지원사업에서 태양광 설비 지원은 3kW까지 지원을 하여 대부분의 태양광 설비 설치는 3kW에 맞추어 이루어지고 있음.

- 실제로는 추가적인 설비 설치 여력이 있는 가구도 지원 최대 용량은 3kW 이상의 설비를 설치하지 않고 있는 것으로 보이고 다른 신재생 설비도 같은 상황
- 따라서 지금의 상황은 주택부문의 신재생 잠재량을 충분히 활용하지 못하도록 제도가 보급을 제한하는 상황
- 현재 제도하에서 최대지원 설비용량을 높인다 하여도 가구는 더 큰 설비를 설치할 유인도 크지 않은 상황
- 그 이유는 현재 잉여전력의 현금정산이 쉽지 않은 상황에서 굳이 자가소비에 필요한 설비 이상으로 가구가 설비를 설치한 유인이 없어 보임.

○ (소득 계층 간 지원 형평성) 소득이 높을수록 신재생설비 설치 확률이 높다는 것은 고소득층에 보조금을 지급한다는 이슈를 제기할 수 있음.

- 해외에서는 태양광 지원이 고소득층에 대한 지원으로 이어진다며 계층 간 지원 형평성 논란 제기되고 있으나, 우리나라에서는 아직 관련 논란이 없는 것으로 파악
- 이는 두 가지 정도의 이유를 살펴볼 수 있다. 먼저 우리나라의 경우 다른 나라와 비교해 가정용 전기요금이 낮고, 주택용 태양광 잉여전력이 생기더라도 P2P 등 잉여전력을 판매할 제도가 부재
- 하지만, 향후 전기요금에 대한 부담이 증가하거나 잉여전력에 대한 수익 사업이 가능하게 된다면 우리나라도 가정부문 태양광 및 신재생지원에 대한 계층 간 지원 형평성 논란이 발생할 수 있음.

○ (고령화와 보급) 우리나라는 56세를 기점으로 태양광 설비 설치 확률이 감소하는 특징을 보이고 있어, 우리나라 고령인구가 빠르게 증가함에 따라 이후 신재생 설비 보급에 부정적 영향을 미칠 수 있음.

○ (에너지 절약) 우리나라 가구는 신재생 설비 설치 후 에너지 절약 행동이 감소하는 특징을 보임.

- 이는, 자가발전을 통해 생산한 저렴한 전력에 대해 수요가 증가한 것으로 볼 수 있음.
- 또한, 현재 잉여 전력에 대한 보상이 제대로 이루어지지 않는 상황에서 신재생 가구의 에너지 절약 유인이 낮은 것으로 보임.

○ (설비 유지 관리) 본 연구에서 직접적이지는 않지만, 태양광 설비 설치 경과에 따라 전기요금상의 요금이 이상적으로 태양광 설비가 관리되었을 때보다 더 빨리 증가하는 것을 확인

- 향후 태양광 발전의 실측자료로 연구가 필요하지만, 이는 간접적으로 태양광 설비가 제대로 관리되지 못한다는 증거로 해석
- 주택지원사업은 설비 설치 시에 보조금이 지급되고 이후 설비 관리에 인센티브가 없는 구조로, 시공 후 유지보수가 전문적으로 되지 않을 가능성이 높음.

Ⅳ 정책 제언

□ **잉여 전력의 수익화가 가능할 때 앞선 내용의 상당수 문제점이 해결될 것으로 기대**

○ 현 제도에서는 설비 설치 후 남은 에너지가 있어도 이를 판매하기 어렵고, 이로 인해 한국에너지공단의 지원용량 상한 이상(자가소비 이상)의 추가 설비 설치 유인이 부족

○ 가구구조의 변화로 1인 가구가 증가하는 현상도 제도변화 없이는 향후 가정용 신재생보급에 부정적

○ 잉여 전력에 대한 수익화가 가능할 때 이러한 문제점이 해결될 것으로 기대되며, 설비에 대한 유지 관리에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상

□ **고소득층 지원으로 계층 간 지원 형평성 문제는 커뮤니티 솔라와 같은 공유 경제 활성화 고려**

○ 해외에서는 이웃 간 지붕을 공유하거나 공동 설비를 설치하는 방안으로 물리적으로 태양광 설비를 설치하지 못하는 가구도 혜택을 받고 비용을 낮추어 저소득층도 이익을 공유하는 시스템 활용

○ 하지만, 이웃과의 지붕 공유, 커뮤니티 솔라 같은 방안도 개인 간 전력거래(P2P)나, 재생에너지 전력거래에 관한 정책 개선이 선행되어야 함.

□ **잉여전력에 대한 개인 간 전력거래 등 다양한 비즈니스모델이 활용될 수 있도록 제도를 개선하면 가정부문 태양광 보급 활성화뿐 아니라 에너지효율과 결합한 신산업 등장에 기폭제가 될 것으로 기대**

○ 하지만, 우리나라는 판매시장의 한전 독점 구조로 인해 다양한 재생에너지 프로슈머 모델이 일부 시범사업에 그치고 본격적으로 확대되고 있지 못하고 있으므로 앞으로 관련 제도의 개선이 필요

□ **고령화는 이미 당면한 문제이자 앞으로 심화될 문제로, 고령화 시대에 재생에너지 보급 확대 방안 등 추가 연구 필요**

〈 참고자료 〉

김형우 외 3명, 2014, 희귀 사건 로지스틱 회귀분석을 위한 편의 수정 방법 비교 연구, 한국통계학회, 응용통계연구 27권 2호, pp.277-290.

박창주, 박세운, 신철, 2014, 그린홈 주거선택요인에 관한 연구. 산업경제연구, 27(2), pp.915-940.

백종학, 윤순진, 2015, 서울시 '원전 하나 줄이기'를 위한 전략적 틈새로서 미니 태양광사업과 에너지 시민성의 변화, 서울도시연구, 제 16권 제 3호, pp.91-111.

산업통상자원부, 2017.12., 재생에너지 3020 이행계획(안).

Briguglio, Marie and Formosa, Glenn, 2017, When households go solar: Determinants of uptake of a Photovoltaic Scheme and policy insights, Energy Policy, vol. 108(C), pp.154-162.

Crago and Chernyakhovskiy, 2017, Are policy incentives for solar power effective? Evidence from residential installations in the Northeast, Journal of Environmental Economics and Management, volume 81 pp.132-151.

Deng and Newton, 2017, Assessing the impact of solar PV on domestic electricity consumption: Exploring the prospect of rebound effects, Energy Policy, 110, pp.313-324.

Dharshing, 2017, Household dynamics of technology adoption: A spatial econometric analysis of residential solar photovoltaic (PV) systems in Germany, Energy Research & Social Science, 23

Firth, D., 1993, Bias Reduction of Maximum Likelihood Estimates, Biometrika, Vol. 80, No. 1, pp.27-38.

King, G., Zeng, L., 2001, Logistic Regression in Rare Events Data, Political analysis 9.2, pp.137-163.

Kwan, 2012, Influence of local environmental, social, economic and political variables on the spatial distribution of residential solar PV arrays across the United States, Energy Policy, vol. 47(C), pp.332-344.

Qiu, Kahn, and Xing, 2019, Quantifying the rebound effects of residential solar panel adoption, Journal of Environmental Economics and Management.

Sardianou and Genoudi, 2013, Which factors affect the willingness of consumers to adopt renewable energies?, Renewable Energy, 57(C), pp.1-4.

Sekitou, Tanka, and Managi, 2018, Household electricity demand after the introduction of solar photovoltaic systems, Economic analysis and Policy, 57, pp.102-110.

Toroghi and Oliver, 2019, Framework for estimation of the direct rebound effect for residential photovoltaic systems, Applied Energy, 251.

Zhang, Y., Song, J., and Hamori S., 2011, Impact of subsidy policies on diffusion of photovoltaic power generation, Energy Policy Volume 29, Issue 4 pp.1958-1964.

정책 이슈페이퍼 20-13

에너지총조사 가정부문 자료를 활용한 신재생에너지 설비 설치 요인과 에너지 소비 특성 분석

2020년 5월 31일 인쇄
2020년 5월 31일 발행
저 자 조 일 현
발행인 조 용 성
발행처 **에너지경제연구원**
44543 울산광역시 종가로 405-11
전화: (052)714-2114(代) 팩시밀리: (052)714-2028
등 록 제 369-2016-000001호(2016년 1월 22일)
인 쇄 (사)한국척수장애인협회 인쇄사업소 (031)424-9347