

신재생에너지 기반 마이크로그리드 비즈니스 모델 연구

박영훈*, 이여름*, 김광천*
*한국전기산업진흥회 에너지밸리기업개발원
e-mail:kwang@evedi.or.kr

A study on Business Model in Renewable Energy based Microgrid system

Younghoon Park*, Yeorum Lee*, Kwanchon Kim*
**Enterprise Development Institute, Korea Electrical Manufacturers Association

요약

본최근 재생에너지 활성화, 탄소중립 극복방안으로 마이크로그리드에 대한 연구 관심이 증가하고 있다. 마이크로그리드 설계, 운영 및 지속가능한 수익 모델의 연구개발은 필요하며, 더 많은 재생에너지와 분산자원의 보급을 위하여 안정적 수익기반 마이크로그리드 운영 기술은 더욱 중요하다. 본 연구에서는 최근 개정된 전기사업법, 분산에너지법 등을 고려한 마이크로그리드 기반 에너지 공동체 운영 방안 및 비즈니스 모델을 고찰하고, 지속 가능하고 안정적인 수익기반의 운영 방식을 제안하고자 한다.

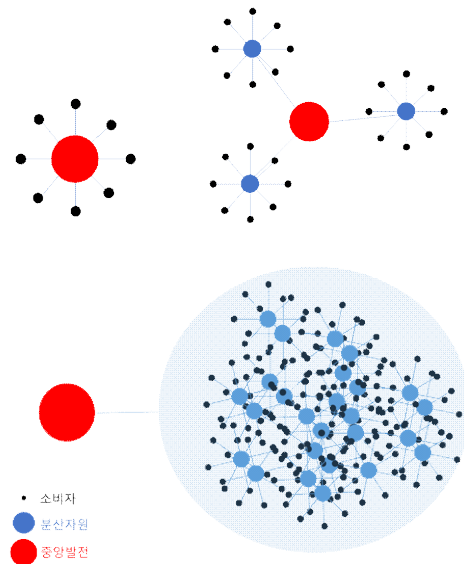
1. 서론

최근 정부는 기존 전력망 계통의 한계성과 탄소 중립 등을 위하여 재생에너지를 확대 보급하는 정책적 방향성을 제시하였다. 이와 같은 에너지 전환 정책을 바탕으로 신재생에너지의 보급은 확산 되어 왔으며, 이를 바탕으로 한 기존 화력, 수력, 원자력 등의 대형 발전원의 운영 한계 및 온실 가스 배출 환경 문제를 해결 하고자 하였다.[1] 또한, 전력시장의 구조 역시 기존의 중앙집중형이 아닌, 수요/공급 일치의 분산 전원 형태로 변화를 추구하고 있으며, 최근 입법 등을 통하여 변화의 속도를 높이고 있다. 또한, 한전이 집중하던 전력시장에서 신재생을 활용한 PPA, 재생전기저장판매사업자 등 다양한 방식으로 유연성을 확보하고 있다.[2] 이러한 전력시장의 확대는 기존의 자가 소비 또는 계통에 연계되어 판매하던 단순한 구조의 신재생에너지 소비/사업자들이 발전하는 ICT 기술과 에너지신기술을 기반으로 소비와 판매를 통하여 수익을 창출할 수 있는 신시장의 확대 변화로 가능함을 뜻한다.

본 연구에서는 신재생에너지기반 집합 자원형 마이크로그리드의 다양한 전력거래 모델을 분석하고 관련 비즈니스 모델을 고찰하여, 에너지 공동체 수익기반 운영 방안을 제시하고자 한다.

2. 본론

2.1 마이크로그리드 구성

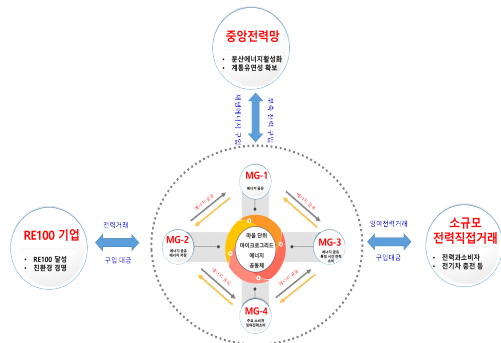


[그림 1] 분산 전력 구성도

분산형 전력망 방식은 다용도성이 높고 구성 비용이 저

렵하기 때문에 소규모 전력망 구성에 더 안정적이고 효율적이며, 다가올 미래에는 전체 도시 또는 중간규모의 공동체의 전력망을 독립적으로 운영하는 방식이 선호될 것으로 예상된다.[3] 이는 안전하고 깨끗한 전기를 제공할 수 있는 재생에너지 기반의 기술의 발달과 지역별 차등 전력요금제 적용 등 정책적인 요인 등의 원인을 예로 들 수 있다. 하지만 현재 이러한 장점에도 불구하고 마이크로그리드 시스템을 활용하는 비율은 극히 낮은 상황이다. 그 이유는 낮은 전기료에 기반한 경제성 및 관련 비즈니스모델 부족, 마이크로그리드의 지속 가능성 및 안정성, 정책적 계획의 부재를 들 수 있다. 또한, 예전 전력망의 구성은 중앙 집중형으로 당연히 단일 전력망을 이용하는 사회적 인식 아래, 안정성이 검증되지 않는 마이크로그리드 구성 및 보급은 매우 어려운 상황이다. 하지만, 최근 들어 마을 단위 에너지 공동체 기반의 마이크로그리드 구성 및 이를 바탕으로 하는 수익을 창출하는 모델이 해외에서 구현되고 있어, 마이크로그리드 구성 및 구성원들이 이익을 창출하며 공동 운영하는 방식으로 지역사회의 전력 공급, 경제적, 사회적 및 환경적 이익을 달성할 수 있는 미래 전력망 운영 기술로 가능성이 크게 대두되고 있다. 그림 1에서 표현하였듯이 앞으로의 마이크로그리드 기술은 도서 벽지의 독립된 전원 공급 형태로 사용되는 것과 더불어 분산형자원으로 활용성이 더 커질 것으로 예상된다. 현재 중앙집중형 전력공급은 송배전 선로 용량 문제, 환경 이슈 등으로 더 이상 확장이 불가능한 상태이며 이를 해결하기 위한 방법으로는 분산 자원을 활용한 소규모 마이크로 그리드가 독립적으로 구성되고, 부족한 전력부분을 중앙전력망을 통하여 공급 받는 구조가 될 것이다. 하지만 이는 일차원적인 구조로 각 마이크로그리드간 전력거래가 불가능하다는 단점이 있다. 마이크로그리드 간 전력 발전/소비 패턴은 다르기 때문에 이를 적절히 활용한다면 에너지의 효율적인 측면에서도 도움이 될 것이다.

2.2 마이크로그리드 간 전력거래 수익 모델



[그림 2] 마이크로그리드 전력거래 수익 모델

그림 2는 단위 마이크로 그리드로 구성된 에너지 공동체의 전력거래 비즈니스 모델을 예시로 나타내었다. 집합 자원으

로 구성된 마이크로그리드에서 주민들은 서로 에너지 활용 및 수익에 관여하는 경제 공동체를 이루고, 수익 창출 방안, 신재생에너지원의 유지 보수 등을 효과적으로 관리한다. 또한, 서로 에너지 발전/소비 패턴이 마이크로 그리드에서 간매칭을 통한 효율적인 에너지 공유로 낭비되는 전력을 줄일 수 있고, 에너지 활용률 또한 크게 향상 가능하다는 장점이 있다. 또한, 일정 규모이상의 전력용량을 갖춘 집합 발전소의 형태를 갖추므로써, 전력 거래에 대한 안정성 및 지속적인 공급이 가능하므로, 분산에너지 활성화 및 소규모 전력거래 시장에 대응이 가능하다. 이는 재생에너지를 필요로하는 부분에 훌륭한 전력 공급망이 될 수 있으며, 마을 단위 마이크로그리드 기반 에너지 공동체를 활용하여 주변 RE100 필요 기업에게 전력을 공급한다면 RE100 정책에 효과적인 대응 방안이 될 수 있다. 현재 정부의 재생에너지 보급 정책으로는 머지않아 늘어가는 RE100 수요를 감당 할 수 없을 것으로 예상되며, 근거리에 있는 재생에너지를 공급 받아 활용하는 방안은 효율적으로 대안이 될 것으로 기대된다. 또한, 전기차 충전소, 수요반응조절, 전력관리 등 공동 ESS를 갖추어 최근 전기사업법 개정으로 가능하게 된 재생전기저장판매사업 활용한 수익 모델도 가능하다. 이렇듯 집합 자원화 된 마이크로그리드로 구성된 에너지 공동체를 활용한다면 다양한 수익 모델 창출이 가능하며, 분산전원 활성화에도 크게 기여 할 것으로 예상된다.

2.3 전력거래 수익 모델 예시

마이크로 그리드의 에너지 공동체가 전력을 거래해서 얻을 수 있는 이익은 다음과 같다. 먼저 에너지 공동체에서 최적의 소비/발전 패턴 매칭을 통하여 최대한의 생산전력을 소비하고 잉여전력을 판매하여, 중앙 공급망으로부터 상계처리방식으로, 전기요금을 줄이는 방법을 생각할 수 있다. 하지만 이는 고정금액, 판매용량의 한계로 큰 수익을 가져다 주기는 어렵다. 또다른 수익 모델로는 에너지 과소비 계층에게 에너지 공유 및 판매를 통한 수익 모델을 생각해 볼 수 있다. 최근 고유가, 송전선로 유지 및 SMP 비용상승 등으로 전기요금의 인상은 불가피해지고 있다. 또한, 분산에너지법은 지역별차등요금제 도입 등 주거용 전기요금제의 전력에 대한 요금 상승 요인이 커지고 있다. 현재 우리나라는 주택용 전력요금에 대한 누진제도를 도입하여 사용되고 있다. 주택용 여름 요금을 기준으로 300KWh를 기준으로 3단계, 최저와 최고간의 누진율을 3배로 운영되고 있다.(표1.) 특히 동계 하계 기간에는 슈퍼유저요금으로 1000KWh를 초과시 전력요금은 현재 728.2 원/KWh를 적용하여, 냉난방비 수요가 급증하는 기간에는 에너지 고 사용층 위주로 신재생에너지의 수요가 급증 할

것으로 예상된다. 또한, 분산에너지 활성화 정책에 따라 소규모 전력관리 및 거래 업체들은 크게 증가 할 것으로 예상되며, 대단위 아파트 단지의 경우 급증하는 전력요금을 전문업체와 연계하여 에너지 관리 및 조금 더 저렴한 전력을 공급받아 에너지 요금 저감을 선택 할 가능성이 크다. 위 모델의 경우 가장 큰 변수는 중앙공급망 전력요금 대비 신재생에너지 전력 요금이며, 신재생에너지의 판매 요금에 따라 소비자가 구매해야할 전력 구매 요금 구간이 결정 된다.[4]

구간		기본요금 (원/호)	전력량 요금 (원/KWh)
1	300KWh 이하	910	120.0
2	301~450KWh	1,600	214.6
3	450KWh 초과	7,300	307.4
※ 1,000kWh 초과		736.2원/kWh 적용	

표.1 주택용 전력요금제(저압, 하절기, 2024년기준)

표.1을 기준으로 누진세 구간에 진입한 전력 고 사용자를 기준으로 전력거래 수익모델을 고려해 보면 아래와 같이 나타낼 수 있다. 전력 소비자가 필요로 하는 전력(D)에서 에너지 공유를 통하여 필요한 양(S) 만큼 구매한다고 하면 소비자의 전력 요금(E)은 아래와 같이 나타낼 수 있다. 구매가격 P는 직거래를 통하여 구매한 에너지 요금이고, C는 중앙공급망으로부터 구입하는 전력이용요금이다.

$$E = (P \times S) + C(D - S) \quad (1)$$

전력 소비자는 모든 소비전력(D)를 중앙공급망으로부터 구입하는 비용보다, 저렴한 구간에서 일부 전력(S)를 신재생에너지 공급자로부터 공급 받는다면, 즉 $E \leq C(D)$ 아래와 같은 수식이 성립하게 되고, 이를 (1)에 대입하면 $(P \times S) + C(D - S) \leq C(D)$ 가 되고, 이를 정리하면 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$P \leq \frac{C(D) - C(D - S)}{S} \quad (2)$$

즉 전력 소비자는 본인이 사용하는 구간에서 중앙공급망의 전기요금보다 저렴한 P가격에 도달하면, 에너지 공유를 통하여 전력을 공급받는 것이 이익이 될 것이며, 이는 전력 소비자의 최종 전력요금을 낮추는데도 큰 기여를 할 것이다. 예를 들면 구매가능한 신재생에너지 P의 요금을 150원/KWh 이라고 하면, 전력소비자는 300kWh까지는 중앙공급망을 사용하는 것이 유리하며, 이후 전력망은 신재생에너지원을 사용하는 것이 유리 할 것이다. 대략적으로 600kWh를 사용한 가정의 경우 신재생에너지 사용으로 약 월 4만원 정도를 절약 가능하다. 위 계산에 아직 망

사용료, 중개수수료 등은 고려하지 않았다. 만약 전기차 등 수요로 1,000kWh를 넘게 사용한다는 소비자는 더 절약 효과가 있을 것이다. 위의 에너지 거래가 활성화 되려면 무엇보다도 중요한 것은 재생에너지 발전단가(LCOE)의 저감과 중앙공급가격의 차이로, 에너지 소비자는 중앙공급망의 가격보다 낮을수록 신재생에너지를 선호하게 될 것이다. 또한, 마이크로그리드 에너지 공동체에서는 신재생에너지원의 효율적인 관리 및 자원의 집합화를 통한 예측 가능하고 지속가능한 에너지 공급을 저렴하게 이룬다면, 미래 급변하는 전력시장에서 중앙공급망을 효과적으로 보조하는 안정적인 에너지 공급원 역할을 수행할 것으로 예상된다. 이는 곧 마이크로그리드 에너지 공동체의 수익모델로 자리 잡을 것으로 기대된다.

3. 결론

마이크로그리드는 에너지 문제를 해결 할 유망한 기술이지만, 수익 모델 보급에 있어 아직 미흡한 상황이다. 본 연구에서는 마이크로 그리드의 에너지 공동체 기반 비즈니스 모델을 연구하였다. 앞으로 더 많은 재생에너지 보급과 분산형 자원이 보급 됨에 따라 안정적 수익기반 마이크로 그리드 운영 모델은 더욱 중요하게 될 것 이며, 본 연구에서 제시한 마을 단위 마이크로 그리드 에너지 공동체 운영 및 수익 모델은 분산에너지 활성화와 다가올 전력망 문제, RE100 대응, 분산에너지 활성화 방안 등에 도움이 될 것으로 기대 된다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP, No.20213030160080)과 한전 전력기금사업단(전력산업정책개발사업)의 지원을 받아 수행한 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

참고문헌

- [1]나익균, “마이크로그리드 간 P2P 에너지 거래를 위한 거래 운영 알고리즘”, 전기학회논문지, 제 70권 9호, pp. 1282-1288, 9월, 2021년.
- [2]박찬국, “우리나라 P2P 전력거래 가능성 연구”, 에너지경제연구원, 제 10권(15-10), 4월, 2016년.
- [3]여서현, “산단 마이크로그리드 운영방식별 전력거래 수익 구조 분석”, 전기학회논문지, 22년 춘계학회지, pp. 55-56, 5월, 2022년.
- [4]윤순옥, “에너지 프로슈머 활성화를 위한 시사점 분석”, 녹색기술센터 이슈 분석 리포트, 제01호, 2018년..