

# 비협조적 게임이론을 활용한 신재생발전사업 갈등 사례분석

박재현\* · 김경국\*\* · 김경석\*\*\*

Park, Jaehyon\* · Kim, Kyeongkuk\*\* · Kim, Kyeongseok\*\*\*

## Case Analysis of Conflicts in Renewable Power Generation Projects Using Non-cooperative Game Theory

### ABSTRACT

The government is encouraging the expansion of renewable energy facilities through national renewable energy policy. However, the installation of renewable energy generation facilities has led to local resident complaints due to landscape degradation, electromagnetic wave emission, real estate devaluation, and environmental pollution. This creates conflicts between power project developers and residents, making the progress of projects more difficult. This study applies non-cooperative game theory to analyze eight cases of renewable energy projects where conflicts between developers and residents were resolved through resident's investment participation. By accepting investments from local stakeholders, residents achieved returns ranging from a maximum of 25 % to a minimum of 4.1 %. It was found through game theory analysis that a dominant strategy involves residents agreeing to the development of the project and the developers sharing a portion of the profits with the residents. The analysis results show that the point where dominant strategy meet forms a Nash equilibrium, and at the same time becomes the Pareto optimal point, benefiting both power generation operators and residents.

**Keywords :** Renewable energy, Non-cooperative game theory, Nash equilibrium, Pareto efficiency, Conflict

### 초 록

정부는 신재생에너지 정책을 통해 신재생에너지 시설확대를 독려하고 있다. 그러나 신재생에너지 발전시설 설치로 인해 발생하는 경관훼손, 전자파발생, 부동산 가치하락, 환경오염 등의 사유로 인해 지역주민들의 민원이 발생한다. 이는 발전사업자와 주민들 사이에서 갈등을 만들며, 사업 진행을 어렵게 만든다. 본 연구는 비협조적 게임이론을 적용하여, 주민참여를 통해 발전사업자와 주민들의 갈등을 해결한 신재생에너지 발전사업 8가지 사례를 분석하고자 한다. 인근 이해당사자인 지역주민들의 투자를 받아, 주민들은 최대 25 %에서 최소 4.1 %의 수익률을 얻었다. 주민들은 발전사업 추진에 동의하고, 발전사업자는 수익의 일부를 주민들과 공유하는 것이 게임이론 분석을 통해 모두에게 우월전략임을 확인했다. 우월 전략이 만나는 지점은 내쉬균형을 형성하며, 동시에 파레토최적점이 되어 발전사업자와 주민 모두에게 이익이 된다는 분석결과를 도출하였다.

**검색어 :** 신재생에너지, 비협조적 게임이론, 내쉬균형, 파레토최적, 갈등

## 1. 서론

정부는 2022년에 발표한 “에너지 환경변화에 따른 재생에너지

정책 개선방안”을 통해 2030년까지 신재생에너지의 비율을 전체 에너지 중 21.6 %로 확대하는 것을 목표로 설정하고 장려하고 있다(MOTIE, 2022). 2022년 대한민국 신재생에너지의 발전량은

\* 정희원 · 원광대학교 건설환경공학과 연구원 (Wonkwang University · [pjh120561@wku.ac.kr](mailto:pjh120561@wku.ac.kr))

\*\* 정희원 · 원광대학교 건설환경공학과 석박사통합과정 (Wonkwang University · [gntkim2014@wku.ac.kr](mailto:gntkim2014@wku.ac.kr))

\*\*\* 중신희원 · 교신저자 · 원광대학교 건설환경공학과 부교수 (Corresponding Author · Wonkwang University · [kim2018@wku.ac.kr](mailto:kim2018@wku.ac.kr))

Received November 30, 2023/ revised January 18, 2024/ accepted January 25, 2024

총 53,812 GWh로 전체 설비 용량의 8.9%를 차지한다(KOSTAT, 2023). 2030년까지 신재생에너지 달성 목표를 위해서 신재생에너지 사업을 적극적으로 추진해야 한다. 그러나, 신재생에너지 사업은 이해관계되는 지역 주민들의 민원제기로 인해 큰 어려움을 겪는다. 태양광발전사업의 경우 주민들은 산림 경관의 훼손, 전자파 방출, 부동산 가치 하락, 농작물 피해, 눈부심 등의 사유로 민원을 제기한다(ACRC, 2021). 이러한 주민 반대민원으로 인해 신재생에너지 발전시설의 설치에 대한 갈등이 일어나고 있다. 이러한 갈등을 해결해야만 원만한 사업 진행이 될 것이다. 갈등을 해결하기 위해 주민들과 소통하고 신재생에너지 투자사업에 주민들을 참여시키고, 주민들에게 경제적 이익을 제공함으로써 신재생에너지 시설에 대한 긍정적인 인식을 구축하는 것이 중요하다. 이러한 것을 주민참여형 신재생에너지 발전사업이라고 한다.

주민 참여형 신재생에너지 발전사업에서 주민과 발전사업자 간의 갈등을 극복한 사례 8가지에 대해서 비협조적 게임 이론을 활용하여 사례연구를 수행하였다. 각각의 사례에서 주민들이 발전 사업에 참여하고, 수익 중 일부의 경제적 이익을 주민들에게 제공함으로써, 발전사업자와 주민들의 갈등을 원만하게 해결할 수 있음을 확인했다. 본 연구는 비협조적 게임이론을 통해 갈등해결에 이르는 내쉬균형이자 파레토최적이 되는 효과적인 방안을 소개하고자 한다.

## 2. 선행연구 분석

건설 프로젝트에 게임이론을 적용한 연구는 많은 연구자들에게 의해 수행되어 왔다. 그중에서 비협조적 게임이론과 협조적 게임이론을 다룬 선행연구가 있었다(Table 1). Choi and Jang(2004)의 연구는 차량운전자에게 실시간 교통정보를 제공하는 Variable Message Signs 운영자와 정보를 수신하는 운전자 사이의 상호작용

을 비협조적 게임이론을 적용하여 내쉬 균형을 찾았다. Kim et al.(2008)는 지리산 국립공원과 지역 주민 사이의 갈등을 비협조적 게임이론을 이용하여 분석했다. 지리산국립공원은 자연보전에 중점을 두고 있는 반면, 지역 주민들은 고로쇠 수액 채취 등 산림 자원 이용을 통한 경제적 이익을 추구한다. 국립 공원 측이 산림 이용을 부분적으로 허가하고, 주민들은 합의된 지역에서만 채취를 하게하여 비협조적 게임 상황을 협조적 게임으로 전환하여 갈등을 줄이고 서로 이익이 되도록 제안한 사례를 소개하였다. Lee and Lee(2010)의 강변 여과시설을 건설할 최적의 장소를 결정하기 위해 비협조적 게임이론을 적용했다. 연구에서 단순히 내쉬균형을 찾은 것에 그치지 않고, 정책결정자들이 게임에 참여하여 더 효율적이고 공정한 결정을 내리도록 지원한다. 과거에는 정보가 풍부한 후보지가 선호되었으나, 각 후보지에 대한 정보의 양에 따라 패널티를 부여함으로써 더 공정한 결정을 내릴 수 있도록 했다. Kim and Han(2010)는 광역 상수도과 지방 상수도를 대상으로 비협조적 게임이론을 적용하여 분석했다. 지방자치단체들이 수돗물 생산 시설에 과도하게 투자하고 있는 것으로 지적했다. 지방자치단체와 한국수자원공사가 함께 상수도 규모 결정과 가격 설정을 조율하면 더 좋은 결과가 나올 수 있다는 연구이다. Nazari et al.(2020)의 연구는 이란정부가 지하수 보호를 위해 노력하는 반면, 농부들은 경제적 이득을 극대화하기 위해 기존 작물재배를 고수하는 갈등상황을 비협조적 게임이론을 통해 분석했다. 정부는 구매보장 인센티브를 도입하여 농부들이 작물 재배 패턴을 변경하도록 유도했다. 인센티브의 결과로, 농부들은 수익을 21% 늘릴 수 있었고, 지하수 사용은 28% 감소하는 등 양측 모두에게 유리한 파레토 최적상태를 달성했다.

Kim and Lee(2006)는 광역상수도 시스템의 투자비용을 공정하게 분배하기 위해 협조적 게임이론을 적용했다. 이들은 서플리 가치방법과 순차적 비용분배 방법을 결합한 새로운 평가 방식을

**Table 1.** Literature Review of Game Theory Applications in Construction Projects

Subject	Method	Authors
Variable message signs	Non-cooperative game theory	Choi and Jang (2004)
National park resource utilization	Non-cooperative game theory	Kim et al. (2008)
Riparian filtration development site	Non-cooperative game theory	Lee and Lee (2010)
Metropolitan water supply, Local water supply	Non-cooperative game theory	Kim and Han (2010)
Groundwater utilization	Non-cooperative game theory	Nazari et al. (2020)
Metropolitan water supply	Cooperative game theory	Kim and Lee (2006)
Shared river management	Cooperative game theory	Choi and Lee (2008)
Port facilities	Cooperative game theory	Seong (2008)
River flood management	Cooperative game theory	Yi et al. (2010)
River water quality management	Cooperative game theory	Yeo et al. (2012)

개발했으며, 처음 신설되는 수도권 광역상수도에 적용했다. 새로운 상수원을 개발하는 것보다 기존의 광역 상수도 시설을 활용하는 것이 비용 효율성을 증대시킬 수 있는 것으로 나타났다. Choi and Lee(2008)의 연구는 협조적 게임이론을 적용하여 북한강에 위치한 임남댐의 영향을 분석하였다. 임남댐 설치 전, 남한은 북한강 하류에 위치한 다수의 댐을 통해 안정적으로 발전을 해왔으나 임남댐이 용수를 차단할 경우, 남한은 발전을 위한 잠재적 수원을 잃게 되어 피해를 입게 된다. 협조적 게임이론을 적용한 결과 최선의 편익은 북한이 남한에게 50% 이상의 유량을 제공하고, 남한은 북한과 함께 이익을 얻을 수 있는 공동 개발사업에 적극 참여하는 것이 최선의 해결책으로 제시했다. Seong(2008)은 부산항 항만시설에 대한 투자비용 문제를 협조적 게임이론을 통해 분석했다. 항만시설의 투자비는 정부에서 관리해 오고 있으며, 현재 점안료 부과방식이 발생비용과 무관하여 부두 건설비를 제대로 회수하지 못하는 문제를 지적했으며 이를 해결하기 위해 협조적 게임이론의 한 방법인 샤플리 밸류를 활용하여 선박간에 공정한 비용배분 방법을 제시하였다. Yi et al.(2010)는 나진포천과 계양천 지역의 홍수 방어시설물 설치비용에 대한 문제를 협조적 게임이론을 통해 분석했다. 협조적 게임이론 방법인 샤플리 값을 사용하여 유역의 면적비를 고려한 상하류 지역 간 비용 분배 비율을 계산했다. Yeo et al.(2012)는 하천수질 관리에 발생하는 비용 문제를 해결하기 위해 협조적 게임이론을 적용하여 분석했다. 연구 대상은 광주

인근 지역이며, 광주광역시, 전라남도, 중앙정부가 앞으로 20년간 부담해야할 비용을 산정했다.

선행연구 분석을 통해, 게임이론이 이해관계가 상충하는 당사자들 간의 최적의 협의점을 찾는 데 유용한 방법임을 확인하였다. 신재생에너지 발전사업의 경우, 발전사업자는 발전소를 건설하고 운영하여 전기를 판매하여 이익을 얻으려 하고, 발전소 인근 지역 주민들은 발전소 건설로 인한 환경적, 경제적 손해를 쉽게 용인하지 않으려고 갈등을 일으킨다. 이로인해서 두 집단이 대립하게 되어 사업진행이 어렵게 된다. 이러한 상황은 구속력있는 계약을 전제로 하는 협조적 게임이론을 적용하기는 어렵고, 각자의 이익을 추구하며 사업에 동참하는 비협조적 게임이론을 적용하여 분석하는 것이 더 적합하다. 위에서 언급한 비협조적 게임이론 논문들은 신재생에너지 발전사업에 대해 다룬 것을 찾아보기가 쉽지 않다. 본 연구는 우리나라의 실제 사례를 기반으로 신재생에너지 발전사업에 비협조적 게임이론을 적용한 것을 분석하고자 한다.

### 3. 연구대상현장 및 연구방법론

#### 3.1 주민참여형 신재생에너지 사업 위치 및 특징

본 연구 사례의 태양광발전소는 전남 신안군 2개소와 전북 군산시 2개소이며, 풍력발전소는 강원 영월군, 태백군, 경북 봉화군, 전남 신안군에 각 1개소씩 위치한다(Fig. 1). 전남 신안군에 위치한

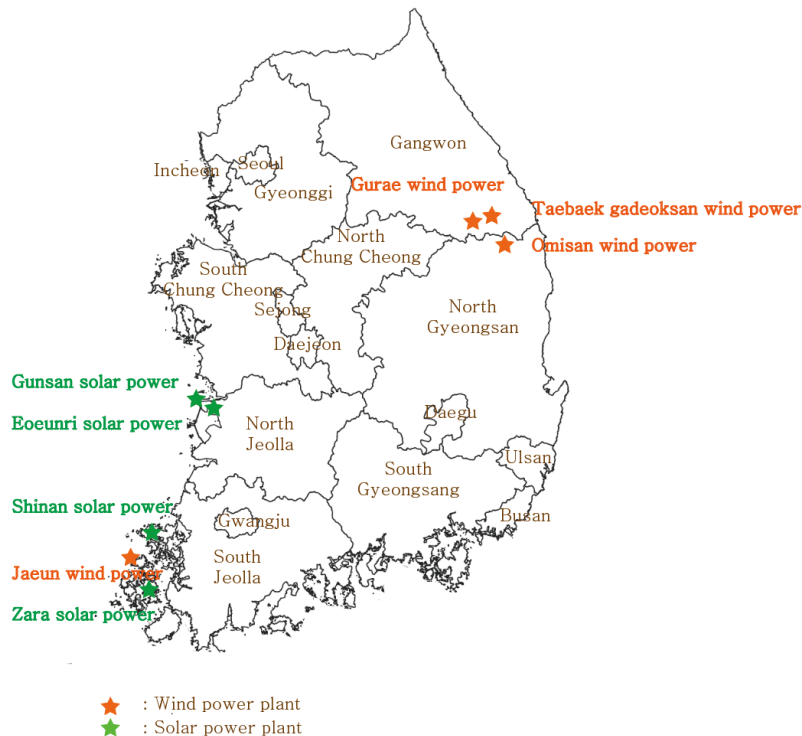


Fig. 1. Solar and Wind Power Plants Location of Case Studies

자라태양광발전소는 24.2 MW의 발전용량과 74.8 MWh의 ESS(Energy Storage System)을 갖추고 있다. 해당 사업에는 207명의 신안군 지역주민이 투자에 참여하였다. 같은 지역의 신안태양광발전소의 경우, 150 MW의 시설 용량을 보유하고 있고, 3,145명의 지도읍 주민들이 채권형 주민참여 구조로 사업에 참여하였다. 전북 군산에 위치한 어은리태양광발전소는 30 MW의 용량을 가지고 있으며, 주민 참여는 어은리주민 6명으로, 비교된 8개 사례 중 가장 적은 주민들이 참여했다. 새만금 2구역 군산육상태양광발전소는 99 MW의 용량을 가지고 있으며, 7,000명의 군산 지역을 포함한 국내의 다른 지역주민이 투자에 참여하였다. 강원 영월 구래주민육상풍력발전소는 46.2 MW의 용량을 가지고 있고, 300명의 구래지역 주민이 참여하였고, 강원 태백에 위치한 태백가덕산 풍력 발전소는 43.2 MW의 발전용량을 보유하고 있으며, 여기에는 태백시민 255명의 주민이 투자하였다. 경북 봉화 오미산풍력발전소는 60.2 MW의 용량을 가지며, 발전소 1 km 반경 이내의 주민 2,044명이 참여하였다. 전남 신안자은주민풍력발전소는 29.4 MW의 발전용량으로 7명의 자은주민이 사업에 참여하였다. 8개 사업지역의 주민들의 투자금액 및 총 사업비는 Table 2와 같다. 먼저 태양광발전소 중 자라태양광발전소는 865억원의 사업비가 소요되었으며, 이 중 22억 7,300만원을 주민들이 투자했다. 신안태양광발전소는 3,196억원으로 발전소 중에서 가장 큰 투자비용이 들었다. 주민들의 투자 금액 또한 128억원으로 가장 컸다. 어은리태양광발전소는 572억원으로 8개의 발전소 중에서 가장 적은 사업비가 들었으며, 이 중 주민들의 발전소 투자 금액은 23억원으로 발전소 중에서 가장 작았다. 새만금 2구역 군산육상태양광발전소는 1,296억원의 사업비가 소요되었으며, 주민들은 733억원 투자했다. 다음으로 풍력발전소 중 구래주민육상풍력발전소의 경우 1,198억원의 사업비가 들었는데, 이 중 주민들의 투자 금액은 47억 9,400만원이다. 태백가덕산풍력발전소는 1,250억원의 사업비가 소요되었으며, 주민들의 투자금액은 17억원이다. 경북 봉화 오미산풍력발전소의

경우 총 사업비가 1,600억원으로 풍력발전소 중에서 가장 높은 사업비가 들었으며, 주민들의 투자 금액은 64억원이다. 신안자은주민풍력발전소는 풍력발전소 중에는 가장 적은 사업비인 890억원이 들었다. 이 중 주민들의 투자 금액은 33억 8,000만원이다.

### 3.2 비협조적 게임이론

비협조적 게임이론은 존 내쉬가 1950년 발표한 경제학적 이론이다. 균형상태에서 모든 참여자들의 결정으로부터 공동의 이익을 높일 수 없는 상황을 전제하여 비협조적관계를 맺고 내쉬균형을 활용하여 의사결정하는 게임이론이다(Choi and Jang, 2004). 내쉬균형이란 참여자들이 선택 가능한 전략 중에서 자신에게 최대 이익을 주는 전략들을 모아놓은 것을 뜻한다(Choi and Jang, 2004).

$$\forall i, x_i \in S_i : f_i(x_i^*, x_{-i}^*) \geq f_i(x_i, x_{-i}^*) \quad (1)$$

내쉬 균형을 Eq. (1)과 같이 표현할 수 있다(Kasthurirathna et al., 2015). 식에서의  $i$  = 참여자,  $x_i$  = 참여자 전략,  $S_i$  = 참여자 전략 집합,  $f_i$  = 참여자 이익,  $x_i^*$  = 참여자 우월 전략,  $x_{-i}^*$  = 참여자를 제외한 모든 참여자의 우월 전략에 따른 값이다.

파레토최적이란 한 자원의 분배 상황에서 다른 참여자에게 피해를 주지 않고서는 또 다른 참여자가 추가적인 이득을 얻는 것이 불가능한 상태를 말한다(Kim, 2022). 자원 분배가 최적화되어 어느 한쪽도 손해 보지 않고는 상황을 더 이상 개선할 수 없는 이상적인 최적상태이다.

### 4. 주민참여형 신재생에너지 발전사업 사례 비교

Fig. 2는 8개 신재생에너지발전사업의 사례에 대한 지역주민들의 평균투자금액과 연간수익률을 보여준다. 각 사례의 발전소 주변 주민들의 투자를 받았고, 발전사업자는 갈등을 해결하기 위한 방법

**Table 2.** Total Investment Costs and Resident Participation Investment Amounts in Case Study Sites (KEA, 2022)

Renewable energy power plant name	Total investment cost (Hundred million Won)	Resident participation investment amounts (Hundred million Won)
Zara solar power	865	22.73
Shinan solar power	3,196	128
Eoeunri solar power	572	23
Gunsan solar power	1,296	733
Gurae wind power	1,198	47.94
Taebaek gadeoksan wind power	1,250	17
Omisan wind power	1,600	64
Jaean wind power	890	33.80

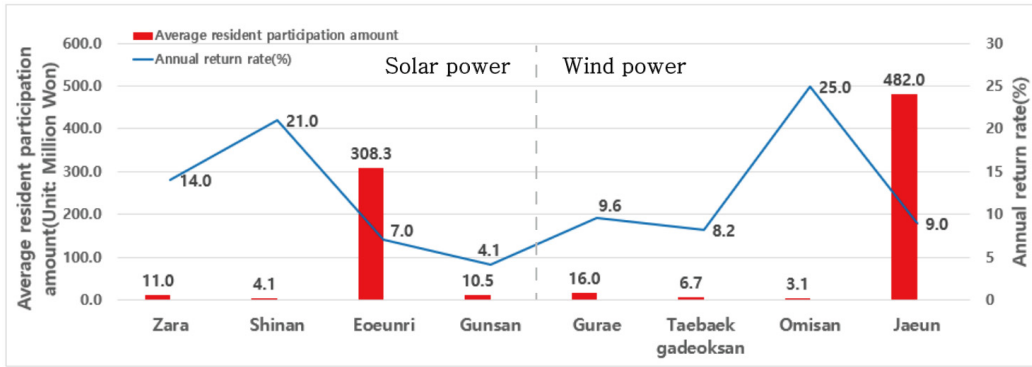


Fig. 2. Resident Participation in Renewable Energy Projects: Investment Amounts and Annual Return Rate

으로 매출에 대한 이익을 주민들과 공유했다. 사업자와 지역주민 간의 갈등 해결은 일부지역에서는 지자체가 적극 중재하여 투자비, 주민참여비율, 투자수익률을 합리적으로 협의하여 결정하였다. 태양광발전소 4개소는 주민들이 평균 약 8천3백만원을 투자하였으며, 이로부터 얻은 투자 수익률을 평균 11.5%이다. 또한, 풍력발전소 4개소의 주민투자는 평균 약 1억2천7백만원이고, 투자수익률은 평균 13%이다. 풍력발전소가 수익률이 높을 것으로 나타났으며, 주민참여 투자금액은 태양광보다 높았다. 8개의 사례 모두 수익분배를 통해 주민들과 발전사업자의 갈등을 해결한 사례이다. 이 사례들에서 주민들은 발전사업에 찬성하여 경제적 이득을 얻으며, 시위 같은 갈등으로 발생할 수 있는 시간적, 물질적 손해를 피할 수 있다. 발전사업자는 사업 진행을 통해 경제적 이익을 얻는다. 이러한 자신들에게 최대 이익을 주는 우월전략이 모여 내쉬균형이 되며, 동시에 어느 한쪽도 추가적인 손실 없이 상황을 개선할 수 없는 파레토최적 상태가 된다.

본 연구에서 좀 더 심도있는 분석을 위해서, 8개의 사례 중 자라태양광발전소를 케이스로 비협조적 게임이론 적용에 대해 분석하고자 한다. 본 사업은 가장 먼저 준공되었으며, 상업운전이 2020년부터 시작되어 지역주민에게 발전수익을 분배한 실적이 있다. 발전소의 운영 기간은 20년, 할인율은 4.31%로 가정하였다

(FRED, 2023). Fig. 3은 주민들이 발전사업에 참여하지 않는 상황에서 자라태양광발전소를 설치하려는 발전사업자와 주민들 간의 이익과 손실을 나타낸 것이다. 주민들의 반대가 있는 상황에서 발전사업자가 사업을 추진할 경우, 주민들에게 직접적인 이익은 발생하지 않고 경관 훼손, 부동산 가치 하락, 환경오염 등의 손실이 발생하여, 주민들은 설치를 반대한다. 반면 발전사업자는 태양광발전소 설치를 통해 276억원의 매출로 인한 이익을 얻게 되지만, 주민들의 반대로 사업이 지연이 예상되는 만큼의 경제적 손해가 발생한다. 그러나, 사업이 무산될 경우, 주민들은 반대 시위로 인한 손해가 발생하고, 발전사업자는 기대매출 이익을 얻지 못한다. Fig. 3의 상황에서 발전사업자의 우월전략은 경제적 이익을 위해서 주민들의 반대에도 불구하고 사업추진하는 것이다.

Fig. 4는 태양광발전사업에 주민들이 참여하는 상황을 비협조적 게임이론으로 분석한 것이다. 주민들의 동의를 얻어 태양광발전소가 설치될 경우, 발전사업자는 주민복지 및 환경개선을 위해서 도로확장, 조경공사, 방음벽설치 등의 시설지원을 통해 주민들의 불편함을 해결할 수가 있었다. 발전사업 매출수익을 주민들과 공유함으로써 20년간 총 42억원, 발전사업자는 주민들에게 이익 분배한 후에도 276억원의 수익이 발생한다. 이러한 상황을 우월전략이라고 할 수 있다. 하지만, 주민이 반대하고 시위를 지속적으로

		Renewable energy developer	
		In case of project implementation	In case of project cancellation
Residents	Defect	1) Losses due to opposition protests 2) Environmental and economic damage caused by solar power installation	Solar power plant revenue (27.6 Billion KRW) + Losses due to project delay
		Losses due to opposition protests	Solar power plant revenue losses (27.6 Billion KRW)

Fig. 3. Situation of Renewable Energy Developer and Residents Regarding Defection to the Installation of Zara Solar Power Plant

		<b>Renewable energy developer</b>			
		In case of project implementation		In case of project cancellation	
<b>R e s i d e n t s</b>	Cooperate	Solar power plant revenue (4.21 Billion KRW)	Solar power plant revenue (27.6 Billion KRW)	0	Solar power plant revenue losses (27.6 Billion KRW)
	Defect	Losses due to opposition protests	Solar power plant revenue (27.6 Billion KRW) + Losses due to project delay	Losses due to opposition protests	Solar power plant revenue losses (27.6 Billion KRW)

Fig. 4. Non-cooperative Game Theory Analysis of Resident Participation in Zara Solar Power Plant

하지만, 발전소 허가가 나서 설치가 완료된 경우는 주민들의 반대 시위에 따른 손해를 보게 된다. 하지만 발전사업자는 매출이익을 얻지만 민원으로 인한 사업지연 등의 손해가 발생한다.

민약 사업추진이 무산되면, 주민들의 찬성함에도 이익이나 손실이 없다. 그리고 주민들의 반대로 사업이 중단되면, 주민들은 시위에 따른 손해, 발전사업자는 기대수익 손실이 발생한다. Fig. 4로 나타난 비협조적 게임이론에 따른 분석에 의하면 주민들과 발전사업자 모두 자신의 최대 이익을 위한 합리적 선택을 한다면 주민들은 사업추진에 찬성하고 발전사업에 투자참여하여 이익을 분배받는 전략을 선택하는 것이 최상의 선택이다. 또한 발전사업자는 민원없이 사업을 추진하여 이익을 극대화 할 수 있게 된다. 두 이해관계자들의 전략이 만나는 지점에서 내쉬균형이자 파레토최적의 상태를 동시에 만족시킨다고 할 수 있다.

### 5. 결론

본 연구는 비협조적 게임이론을 적용하여 신재생에너지 발전사업에 대한 주민들과 발전 사업자 사이의 갈등 상황을 내쉬균형과 파레토최적 분석을 통해서 분석했다. 주민들은 신재생에너지 발전 시설 설치로 인해 예상되는 여러 피해를 이유로 사업에 반대한다. 반면, 발전사업자는 경제적 이익을 얻기 위해 사업을 추진하려고 한다. 이러한 갈등을 해결하기 위한 주민참여형 신재생에너지 사업이 어떻게 내쉬균형이자 파레토최적 상태에 도달하는지에 대해서 8개 사례를 분석했다. 주민들의 최대 수익률은 오미산풍력발전소의 25%이며, 최소 수익률은 군산육상태양광발전소의 4.1%이다.

기존의 신재생에너지 사업은 발전사업자가 주민의 반대에도 불구하고 경제적 이익을 목표로 사업을 진행해왔다. 이 과정에서 발전사업자와 주민들의 갈등이 발생했었다. 그러나 연구에서 분석한 우수사례들은 주민들이 발전사업에 직접 투자하고, 신재생에너지 시설로부터 발생하는 수익을 분배받는 방식의 주민참여형 신재

생에너지 사업이다. 이러한 수익분배를 통해 주민들은 발전사업 동의로 인하여 이익을 얻을 수 있고, 발전사업자는 갈등을 해결하고 사업을 추진 하는 모두에게 합리적인 선택을 하게 된다. 이러한 선택들이 만나는 지점이 내쉬균형을 형성하며, 동시에 파레토 최적점이 되어 발전사업자와 주민 모두에게 이익이 된다. 주민참여형 신재생에너지사업은 발전사업자와 마을주민이 이익을 공유할 수 있는 방법으로 사업 진행의 추진을 가속화 시킬 수 있어서 정부의 2030 신재생에너지 계획을 원활하게 하는 최상의 방안이 될 것으로 예상된다. 본 연구는 우리나라에서 개발사업 중 갈등으로 사업이 지연 또는 취소된 여러가지 건설인프라사업에 적용할 수 있는 방향을 제시할 수 있게 될 것으로 기대한다.

신재생에너지 발전사업에 게임이론을 적용하는데 몇 가지 한계점이 존재하는 것이 본 연구 진행 과정에서 발견되었다. 첫째, 발전사업 투자와 운영을 통한 경제적 이익이 신재생에너지 발전시설 건설로 인한 환경적 피해 및 주민들이 겪는 불편함을 상쇄한다고 가정했다. 그러나 건설과 운영과정에서의 피해가 기대 이상으로 커질 경우, 주민들이 얻는 경제적 이익을 초과할 수도 있다. 기회가 된다면 후속 연구에서 인근 주민들의 환경적 피해와 불편함에 대한 정확한 정량적인 측정을 통한 경제성 분석이 필요하다. 둘째, 제시된 주민참여형 신재생에너지사업의 게임이론 적용이 향후 발생가능한 모든 경우에 적용 가능하다고 보장할 수 없다. 지형적 특성, 주민 요구사항, 기후 등 환경 조건, 사업의 규모 등이 사업투자 결정에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 요소들은 각 지역마다 상이하다. 따라서, 앞으로 더 다양한 지역 상황의 사례연구들을 통해 비협조적 게임이론의 적용 가능성을 확대할 수 있을 것으로 판단된다.

### Acknowledgements

This research was conducted with the support of the National Research Foundation of Korea (NRF-2019R1C1C1010332).

This paper has been written by modifying and supplementing the KSCE 2023 CONVENTION paper.

## ORCID

Kyeongseok Kim  <https://orcid.org/0000-0003-3842-3722>

## References

- Anti-Corruption & Civil Rights Commission (ACRC). (2021). *Anti-Corruption and Civil Rights Commission, inconveniences related to solar power generation*, ACRC, Available at: [https://www.acrc.go.kr/board.es?mid=a10402010000&bid=4A&list\\_no=10120&act=view](https://www.acrc.go.kr/board.es?mid=a10402010000&bid=4A&list_no=10120&act=view) (Accessed: June 15, 2023) (in Korean).
- Choi, K. C. and Jang, J. A. (2004). "A VMS operation model based on game theory." *KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, KSCE, Vol. 24, No. 2D, pp. 155-165 (in Korean).
- Choi, D. J. and Lee, M. H. (2008). "Applying game theory for strategy transboundary river: the case of Han river in North and South Koreans." *Journal of Korea Water Resources Association, KWRA*, Vol. 41, No. 4, pp. 353-363, <https://doi.org/10.3741/jkwra.2008.41.4.353> (in Korean).
- Federal Reserve Economic Data (FRED). (2023). *Market Yield on U.S. Treasury Securities at 3-Year Constant Maturity, Quoted on an Investment Basis*, Available at: [fred.stlouisfed.org/series/DGS3](https://fred.stlouisfed.org/series/DGS3) (Accessed: November 15, 2023).
- Kasthurirathna, D., Piraveenan, M. and Uddin, S. (2015). "Evolutionary stable strategies in networked games: the influence of topology." *Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research*, Academy of Management, Vol. 5, No. 2, pp. 83-95, <https://doi.org/10.1515/jaiscr-2015-0021>.
- Kim, Y. S. (2022). *Game theory: Economics of strategy and information*, 10th edition, PARKYOUNG Publishing & Company (in Korean).
- Kim, C. W. and Han, D. G. (2010). "Game theory approach for pricing of bulk water supply system." *The Korea Spatial Planning Review*, KRIHS, Vol. 64, pp. 113-125 (in Korean).
- Kim, E. G., Kim, D. H., Shin, H. J. and Kim, D. H. (2008). "A study on the rational decision-making support for solving conflicts through analysis of game theory-focused on Jirisan National Park." *Journal of Korean Society of Forest Science*, Korean Society of Forest Science, Vol. 97, No. 6, pp. 669-679 (in Korean).
- Kim, S. W. and Lee, J. J. (2006). "The application scheme of game theoretic approaches to cost allocation problem on multi-regional water supply." *Journal of Korea Planning Association*, Korea Planners' Association, Vol. 41, No. 3, pp. 203-216 (in Korean).
- Korea Energy Agency (KEA). (2022). *2022 resident participation type renewable energy best practices collection*, KEA (in Korean).
- Lee, S. I. and Lee, S. S. (2010). "Site suitability analysis for riverbank filtration using game theory." *Journal of Korea Water Resources Association*, KWRA, Vol. 43, No. 1, pp. 95-104, <https://doi.org/10.3741/JKWRA.2010.43.1.95>.
- Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE). (2022). *Renewable energy policy improvement plan according to changes in energy environment*, MOTIE (in Korean).
- Nazari, S., Ahmadi, A., Rad, S. K. and Ebrahimi, B. (2020). "Application of non-cooperative dynamic game theory for groundwater conflict resolution." *Journal of Environmental Management*, Elsevier, Vol. 270, 110889, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110889>.
- Statistics Korea (KOSTAT). (2023). *Status of Power Generation by Energy Source*, Available at: [https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx\\_cd=1339](https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1339) (Accessed: November 15, 2023) (in Korean).
- Seong, S. G. (2008). "A game theoretic approach to the container quay construction in Busan." *Journal of Korea Port Economic Association*, the Korea Port Economic Association, Vol. 24, No. 3, pp. 23-35 (in Korean).
- Yeo, K. D., Kim, G. H., Jung, Y. H. and Lee, S. W. (2012). "Cost allocation of river water quality management considering development in upper basin and total pollution load management system." *The Korea Spatial Planning Review*, KRIHS, Vol. 74, pp. 47-63 (in Korean).
- Yi, C. S. Yoo, J. Y., Yeo, K. D. and Lee, S. W. (2010). "Cost allocation between upstream and downstream regions for flood mitigation management." *The Korea Spatial Planning Review*, KRIHS, Vol. 64, pp. 39-58 (in Korean).