

군부대 유휴부지를 활용한 탄소 순 배출량 제로 달성을 위한 태양광 패널 및 수소 연료 저장시설의 설치 규모 예측

문동학^{*,1)} · 허지용²⁾

¹⁾ 육군3사관학교 화학환경과학과

²⁾ 육군3사관학교 건설공학과

A Study on Predicting Installation Scale of Photovoltaic Panels and Hydrogen Fuel Storage Facilities to Achieve Net Zero Carbon Emissions Exploiting Idle Sites of Military Bases

Donghak Moon¹⁾ · Jiyong Heo²⁾

¹⁾ Korea Army Academy at Yeongcheon, Chemical and Environmental Sciences, Korea

²⁾ Korea Army Academy at Yeongcheon, Civil Engineering, Korea

(Received 17 October 2023 / Revised 27 November 2023 / Accepted 10 January 2024)

Abstract

In this study, the scale of renewable photovoltaic(PV) panels and hydrogen fuel storage facilities required to achieve “net zero carbon emissions” in military facilities were predicted based on actual electricity consumption. It was set up to expect the appropriate installation size of PV panel and hydrogen fuel storage facility for achieving carbon neutrality, limited to the electricity consumption in the public sector, including national defense and social security administration in Yeongcheon. The experimental results of this paper are largely composed of two parts. First, representative meteorological factors were considered to predict solar power generation in the Yeongcheon area, and solar power generation was estimated through a multiple regression model using deep learning techniques. Second, the size of solar power generation facilities and hydrogen storage facilities in military bases was estimated with the amount of solar power generation and electricity consumption. As a result of this analysis, it was calculated that a site of $155.76 \times 104 \text{ m}^2$ for PV panels was needed and a facility capable of storing 27,657 kg of hydrogen gas was required. Through these results, it is meaningful to demonstrated the prospect that military units can lead the achievement of “carbon net zero 2050” by using PV panels and hydrogen fuel storage facilities on idle sites of military bases.

Key Words: Net Zero Carbon Emissions, PV(Photovoltaic) Panels, Hydrogen Fuel Storage, Deep Learning Techniques, Idle Sites of Military Bases

* Corresponding author, E-mail: ansehdgkr1@naver.com

Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

1. 서론

2023년 6차 IPCC 종합보고서가 발간되었고, 제27차 유엔기후변화협약 당사국총회 COP27도 개최되면서 기후변화에 대한 세계적인 관심이 다시 한번 부각되고 있다. 또한 유럽에서는 탄소세 부과에 대한 범위를 확대할 가능성이 매우 높아지고 있다. 세계적인 정세에 발맞추어 우리나라도 2050탄소중립을 선언하고 2022년에는 탄소중립녹색성장기본법이 국회를 통과하는 등 기후변화에 대응하기 위해 총력을 기울이고 있다.

기후변화에 대응하기 위하여 많은 방안들이 제시되고 있다. 지구공학적인 접근법으로 우주 거울을 설치하거나 에어로졸을 살포하여 태양빛을 반사시켜 태양 복사에너지의 총량을 감소시키는 방안이 제시되고 있다^[1]. 하지만 이러한 지구공학적 접근은 지구의 복잡한 대기순환에 어떻게 영향을 미칠지 예측할 수 없어 영화 설국열차에서 냉각제(에어로졸)의 살포로 지구에 빙하기가 도래하게 되는 영화의 배경과 같은 상황이 발생할 수도 있다. 이러한 지구공학적 접근이 아닌 근원적인 문제해결을 위하여 온실가스 감소가 답이 될 수 있다. 온실가스 중에서도 태양복사에너지 흡수에 가장 많은 영향을 미치고 있는 이산화탄소량을 감소시키는 것이다. 이산화탄소의 감축을 위하여 대기상의 탄소를 포집하거나 화석연료를 사용하고 나오는 탄소를 포집하는 CCUS(Carbon Capture, Utilization and Storage) 방법들도 제시되고 있지만 탄소배출을 촉진시키는 화석연료 사용 자체를 줄여야 할 필요가 있다. 앞선 상황을 종합적으로 고려해 볼 때 기후변화에 대응하기 위한 가장 효과적인 방법은 에너지 전환이라고 할 수 있다.

화석연료를 대체하기 위하여 수많은 에너지 자원들이 개발되고 있다. 태양, 풍력 등과 같이 거의 무한에 가까운 자연의 에너지를 활용하는 신재생에너지와 폐오랜시간 활용이 가능한 원자력이 기후변화 대응을 위한 에너지 자원으로 언급되고 있고 실제로 사용되고 있다. 그중에서도 재생에너지는 유럽과 미국에서 적극적으로 개발하였고, 경제성이 화석연료보다 더 높은 수준으로 기술개발이 되어 있는 상태이다. 즉 무한하고 경쟁력 있는 에너지를 오염물질의 배출이 없이 사용할 수 있는 것이다.

위 내용을 기반으로 기존 화석연료를 모두 대체하여 재생에너지로 바꾸면 기후변화 문제를 해결할 수 있을 것이라는 결론에 도달할 수 있다. 하지만 기존

화석연료와 다르게 재생에너지가 가지고 있는 가장 큰 맹점은 우리가 필요할 때 에너지를 공급받을 수 없다는 것이다. 기존의 발전소는 필요할 때 화석연료를 태워 에너지를 공급받지만 재생에너지의 경우 태양이 구름에 가려지거나 바람이 불지 않는 날은 에너지를 공급받을 수 없다. 즉 화석연료는 화석연료 자체가 에너지 생산과 동시에 저장도 할 수 있는 매개체이지만 신재생에너지는 에너지를 생산할 수는 있지만 저장할 수 있는 매개체는 따로 만들어야 한다. 이런 저장 매개체의 대안으로 언급되는 것이 바로 ESS(Energy Storage System)와 수소이다.

ESS는 한마디로 대용량의 배터리에 전기를 충전하고 다시 사용하는 방식이다. ESS는 전기를 저장한 후 다시 사용할 때의 효율이 매우 뛰어나기 때문에 재생 에너지를 통해 생산되는 에너지를 저장하는 매개체로 각광받고 있지만, 충전해야 할 전기량이 많아질수록 부피가 매우 커지기 때문에 한계를 가지고 있다. 즉 부피 대비 혹은 무게 대비 에너지 밀도가 낮아지기 때문에 전기량이 많아지게 되면 배터리의 용량이 감당할수 없을 정도로 커지게 되는데 배터리를 생산하는데 필요한 고가의 재료들을 생각한다면 명백한 한계성을 가질 수 밖에 없다. 이로 인해 에너지를 대용량으로 저장할 매개체로써 수소의 중요성이 부각되고 있다^[2].

미국의 경우 바이든이 ‘에너지샷’을 발표하면서 2030년까지 수소를 1 kg당 1달러 정도에 공급하고 4,300여 개의 수소충전소를 건설하는 것을 목표로 하고 있다. 유럽은 광범위한 수소 사용과 2030년까지 수소충전소 1000여기 및 수소차 80만대 보급을 목표로 하고 있다^[3]. 또한 수소에너지 효율은 연구를 통하여 유럽에서 2009~2020년까지 매년 에너지 효율이 평균 1.5퍼센트씩 증가하였고^[4], 수소에너지 저장이 온실가스 배출의 9~12 퍼센트 감소를 가져오고 있다는 연구 결과도 있다^[5]. 미래에는 수소에너지 저장이 보편화 될 것이고 이러한 상황을 고려하여 군에서도 태양광 설치와 더불어 에너지를 저장할 수 있는 수소저장시설에 대한 설치가 필요할 것으로 판단된다. 태양광발전량을 예측하는 연구와 수소를 저장하기 위한 방법 등의 연구는 매우 활성화 되어 있지만 실제 전기사용량을 바탕으로 각 시설의 규모가 얼마나 필요할 것인지에 대한 연구 역시 필요할 것이라고 생각된다. 실제 시설을 설치 및 운용을 위해 필요한 연구라고 생각되고 육군3사관학교 주둔지를 예시로 하여 설치 기준을 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 태양광 발전량 예측 방법

태양광 발전량을 예측하기 위하여 많은 연구가 진행되고 있다. 머신러닝의 일종인 CNN(Convolutional Neural Networks)과 RCNN(Regions with Convolutional Neural Networks), U-net 등을 활용하여 태양광 발전을 예측한 연구도 있었고^[6], LSTM(Long Short-Term Memory)과 MLP(Multilayer Perceptron) 등 딥러닝을 활용한 발전량 예측 연구도 있었으며^[7], 국내에서도 다중회귀분석을 통한 태양광 발전량을 예측하였다^[8,9]. 또한 태양광 발전량에 영향을 주는 요소로 태양복사에너지 · 온도 · 풍속 · 운량 · 강수량 · 일조시간 · 미세먼지를 선정한 연구^[10]도 있었고, 또 다른 연구에서^[11]는 기온 · 습도 · 현기압 · 해면기압 · 이슬점온도 · 일조량 · 일사량을 독립변수로 설정하여 연구를 진행하였다. 본 연구에서는 영천지역의 태양광 발전량을 예측하기 위하여 태양광 발전 중 기온 · 이슬점온도 · 상대습도 · 합계일사량의 조건으로 다중회귀분석을 통해 1일 단위 예측 모델을 만들었다. 다중회귀분석(Multiple Regression Analysis)은 1개의 종속변수와 2개 이상의 독립변수 간의 선형 관계를 이용하여 하나의 종속변수 Y가 나머지 독립변수(X₁, X₂, ..., X_n)들로부터 예측이 가능하게 하는 통계적 기법이라고 할 수 있다^[8]. 예측하고자 하는 태양광발전량을 Y로 설정하고, 기온 · 이슬점온도 · 상대습도 · 합계일사량을 독립변수로 설정하여 식 (1)로 나타낼수 있다.

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 \quad (1)$$

Y : 태양광발전량

a : 회귀계수

X : 독립변수

2.2 에너지 소비량을 통한 태양광 및 수소에너지저장시설 규모 예측 방법

위 태양광 발전량 예측 모델을 통하여 2017~2020년까지 1461일의 영천의 기온 · 이슬점온도 · 상대습도 · 합계일사량의 조건을 대입하여 태양광 발전량을 추정하고, 해당되는 값을 토대로 영천시 공무 관련 월 단위 전기사용량을 토대로 1일 전기사용량을 추정한다. 이를 통해 2017~2020년까지 일일 태양광 발전 전기량과 전날 남은 전기량을 합산하여 일일 사용한 전기 사용량의 차이가 양의 값을 가질 때 전기를 사용

하는 것에 제한이 없기 때문에 해당하는 모든 날이 양의 값을 가지도록 태양광 패널의 용량을 늘려주었다. 그에 맞추어 전기량이 최대로 남게 되는 시점이 바로 수소에너지 저장시설의 설치 규모라고 할 수 있다. 수식으로 풀어보면 식 (2)와 같다.

$$WE_n = p \times S_n - E_n + 0.42WE_{n-1} \quad (2)$$

if $WE_i < 0$, $p > 1$

$WE_i > 0$, 다음값 대입

S_n : n일 1 MW 용량 패널 설치시 태양광전기

생산용량(MWh)

p : 1 MW 용량에 해당하는 태양광 패널 개수(EA)

E_n : n일 사용한 전기량(MWh)

WE_n : n일 사용하고 남은 전기량(MWh)

식 (2)에서 남은 전기를 수소로 전환할 때 선형연구에서 약 70 %의 효율^[3]을 보이고 있어, n일에 사용하고 남은 에너지를 다시 수소로 전환하는 전기에너지 양으로 환산하여 그 양을 다시 수소량으로 환산하여 수소연료저장시설의 설치규모를 추정한다. 또한 (2)식에서 n-1일 사용하고 남은 에너지에 0.42를 곱하는 이유는 전기를 수소로 전환할 때 약 70 %의 효율, 수소를 다시 전기로 전환할 때 약 60 %의 효율^[3]을 보이기 때문에 두 효율을 곱하여 n-1일 사용하고 남은 전기량의 0.42만큼을 n일 사용할 수 있다고 판단하였다. 태양광 용량에 따른 태양광 패널 설치부지를 계산해보면 360 Wp(1.6×2 m)에 해당하는 모듈을 1줄당 18개 직렬모듈로 연결하였을 때 1줄당 약 60 m²의 면적과 6,480 W의 용량을 생산하게 되는데, 1 MW의 발전을 위해서는 18개의 패널이 연결된 태양광패널 줄이 155개가 필요하게 된다. 155×60 m²를 계산하면 9,300 m² 정도의 면적이 필요하고, 각 줄마다 2~3m 간격을 계산하면 1 MW당 필요부지는 11,000m²~13,200 m²가 된다. 이를 통해 p값이 결정되면 그것을 토대로 부지의 태양광 패널 부지의 넓이를 산정하고, 수소연료저장시설의 규모 역시 WE_n 의 최대값을 부지면적으로 환산하여 구할 수 있다.

3. 실험방법

3.1 태양광 발전량 예측 방법

실험은 Fig. 1과 같이 구성하였다. 공공데이터포털에

서 얻을 수 있는 영천지역 태양광 발전량에 대한 데이터가 없었기 때문에 데이터가 제공되면서 영천지역과 가장 인접한 대구지역의 2020년도의 태양광 발전량을 가지고 다중회귀분석을 통해 결정계수(R^2)와 회귀계수(a)를 추정하고, 회귀계수를 통해 영천지역의 태양광 발전량을 예측하였다. 이때 데이터의 70 %는 훈련용 데이터로 사용하고, 30 %는 검증용 데이터로 사용하였다. 이 발전량과 영천지역 공공분야 사용전기량의 데이터를 가지고, 위에서 설정한 식 (2)으로 태양광 발전시설과 수소연료저장시설의 설치 규모를 예측한다.



Fig. 1. Method of experiment

3.2 데이터 셋

모델링을 위한 데이터는 2020년 대구의 기상요소와 2017~2020년까지 영천의 기상요소를 기상자료개방포털에서 확보하였다. 대구의 태양광 발전량은 남동발전소에서 설치한 대구 태양광 발전소의 발전량 데이터를 공공데이터포털상에서 확보하였다. 마지막 영천시 공공부문(국방 및 사회보장행정) 전기사용량은 전력데이터 개방포털에서 자료를 획득하였다. 자료해석을 위한 프로그램은 Colab Python을 이용하여 자료를 해석하였다.

4. 결과 및 분석

4.1 실험결과

4.1.1 대구지역 기상변수를 활용한 태양광발전량 예측

공공데이터포털에서 제공 받은 남동발전소의 대구지역 태양광 발전량 데이터와 기상자료개방포털에서 제공 받은 기상변수 데이터를 활용하여 다중회귀분석을 통한 예측값과 실제값의 커널밀도(KDE : Kernel Density Estimator)를 통해 태양광 발전량의 확률밀도를 확인하고, 각 변수간의 산점도를 확인 하였다.

먼저 데이터 중 70 %의 훈련용 데이터 자료를 가지고 다중회귀분석으로 회귀계수를 결정하고, 이 회귀모

델에 검증용 데이터를 통하여 결정계수를 도출하였다. 각 값은 Table 1과 같다. 그리고 검증용 데이터의 Y값(태양광발전량)인 Y_{test} 와 검증용 X값들(기상요소)를 다중회귀식에 대입하여 구한 Y값인 Y_{hat} 의 Kdeplot을 통하여 태양광발전량의 확률밀도를 Fig. 2와 같이 그래프로 표현하였다.

Fig. 3은 seabornplot으로 각 변수(기상요소, 태양광 발전량)의 산점도와 회귀선을 통하여 각각의 상관관계를 보여주고 있는데, 일사량과 태양광 발전량이 양의 상관관계가 뚜렷함을 볼 수 있다.

Table 1. Coefficient of determination and regression coefficient

R^2	0.8339		
회귀 계수	$a_0 = 6.51411,$ $a_3 = -0.05565,$	$a_1 = -0.17499,$ $a_4 = 0.30982$	$a_2 = 0.19179,$

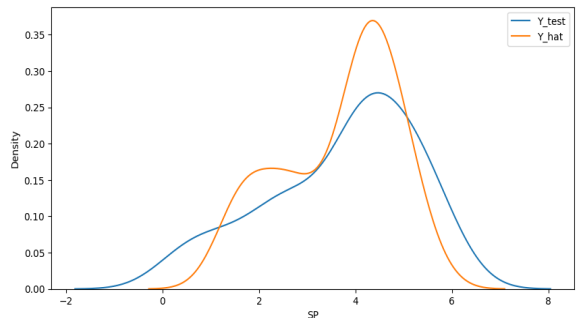


Fig. 2. Value of power generation(Y_{test}) & Value of model(y_{hat}) Kdeplot

4.1.2 영천지역 예측된 태양광발전량 및 전기사용량을 통한 시설규모 예측

2017.1.1~2020.12.31.까지 영천지역의 기상요소를 가지고 위에서 도출한 회귀모델을 통해 1 MW 크기의 태양광패널 발전량을 예측하였다. 또한 영천지역 공공부문(국방 및 사회안전보장) 전기사용량은 월별 데이터를 가지고 사용 일수로 나누어 일일 전기사용량으로 환산하였다. 이 두가지 데이터와 식 (2)를 통하여 적정량의 태양광 발전량과 수소연료저장량을 예측하였는데, 관련 각 일자별 그래프는 Fig. 4, Fig. 5과 같고 p값(태양광설치규모)과 WE(사용후 남은 전기량)의 평균 · 최대값은 Table 2과 같다.

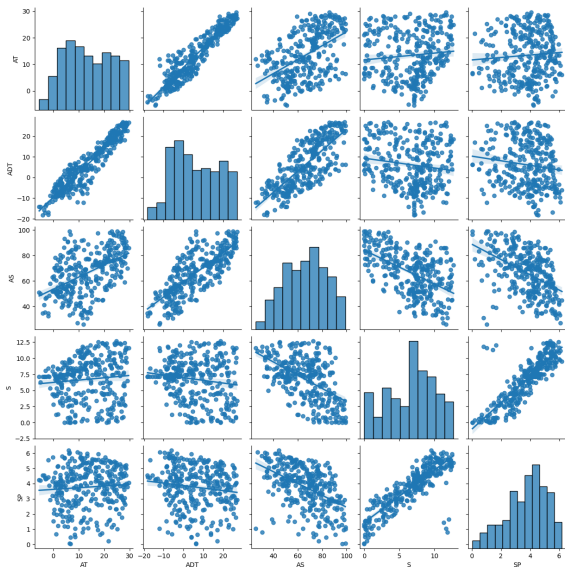


Fig. 3. Scatterplot of variable

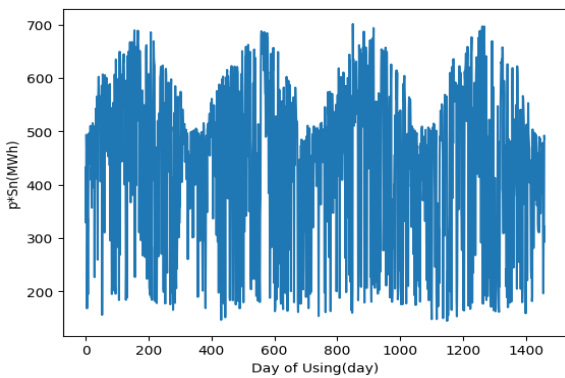


Fig. 4. The amount of power generation in post($p \cdot S_n$)

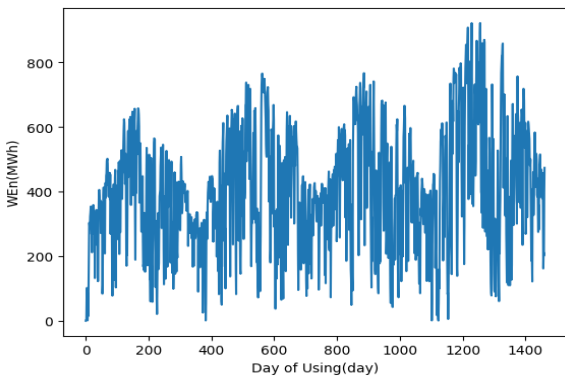


Fig. 5. The amount of remaining electricity(WE_n)

Table 2. The value of $p(EA)$ & the average and maximum value of WE_n (MWh)

1 MW에 해당하는 태양광 패널 개수(EA)	119
잔여 전기에너지량(WE) 평균값(MWh)	404
잔여 전기에너지량(WE) 최대값(MWh)	921

4.2 실험결과 분석

대구지역 다중회귀분석결과 결정계수(R^2)값은 0.8339 정도의 값을 가졌고, P-value(Prob(F-statistic))의 경우 0.05보다 작기 때문에 통계적으로 유의미하다 할 수 있다. 각 독립변수인 X_1 는 일일평균기온($^{\circ}C$), X_2 는 평균 이슬점온도($^{\circ}C$), X_3 는 평균 상대습도(%), X_4 는 합계 일사량(MJ/m^2)이고, 결과에서 나온 회귀계수를 바탕으로 아래와 같이 식 (3)을 작성할 수 있다.

$$S(\text{MWh}) = 6.51411 - 0.17499 \cdot X_1 + 0.19179 \cdot X_2 - 0.05565 \cdot X_3 + 0.30982 \cdot X_4 \quad (3)$$

p 값은 119 EA로 해당하는 만큼의 태양광을 설치하기 위해서는 155.76만 m^2 만큼의 부지가 필요하고, WE_n 의 최대값은 921 MWh으로 이 값을 수소량으로 환산하면 kg당 33.3 kW라고^[12] 계산하였을 때 27,657 kg의 수소 기체가 필요하고 고압가스 실린더에 저장한다고 하였을 때 36 kg/m^3 로 저장될 수 있다. 1 m 정도 높이의 저장시설을 설치한다고 가정하였을 때 저장부지는 768 m^2 만큼의 부지가 필요하기 때문에, 총 155.84만 m^2 만큼의 부지가 필요하다. 육군3사관학교 부지가 약 1,400만 m^2 으로 부지면적의 약 11 % 정도의 공간을 할애하면 공공(국방 및 사회안전보장) 분야의 전기 사용은 자급자족하면서 탄소를 전혀 배출하지 않을 수 있다.

5. 결론

5.1 연구의의

4년 동안 사용하는 총 전기사용량은 168,276 MWh로 KCEN에서 제공하는 탄소발자국 계산기를 이용하면 4년간 발생하는 약 80만톤 정도의 이산화탄소량을 저감할 수 있고, 전기요금의 경우 주택용 고압의 전기요금량을 기준으로 569.6원/kWh로 약 80억원 정도의 경

제적 이익을 얻을 수 있다. 마지막으로 국방부는 각 부대별로 수 많은 유희부지를 보유하고 있고, 앞으로 병력감소와 VR 시스템을 통하여 훈련부지 역시 유희부지로 변화될 가능성이 있는 만큼 탄소중립에 맞추어 군 부대의 유희부지 활용방안을 제시하였다는 것에 의의가 있다. 특히 군 부대가 님비시설로 생각되어 일부 도시에서는 좋지 않은 이미지를 가지고 있지만 이러한 재생에너지를 발전하는 시설로서 거듭나고 지역에 에너지를 공급할 수 있는 시설로 거듭날 수 있다면 국민으로부터 많은 사랑을 받을 수 있는 시설이 될 수 있을 것이라는 생각이 든다.

5.2 연구한계 및 발전방향

첫 번째로 데이터를 분석하는 방법에 있어 본 연구는 대구지역의 태양광 발전량과 기온·이슬점온도·상대습도·합계일사량과의 관계를 다중회귀분석을 통하여 제시하였다. 하지만 최근 여러 논문들에서 나오는 것과 같이 RCNN, U-net, LSTM 등과 같은 분석을 통하여 모델의 신뢰성을 높인다면 좀 더 정확한 태양광 패널 설치 규모와 수소연료저장시설 규모를 예측할 수 있을 것이다.

두 번째로 다량의 정확한 데이터가 필요하다. 본 연구에서는 일일 단위 태양광 발전량과 기상의 변화 데이터를 토대로 최적의 모델을 구현하였지만 최근 연구들은 시간별 태양광 발전량과 기상변화를 통해 좀 더 정확한 모델을 구현하고 있다. 물론 이러한 연구들은 기관과 연계하여 데이터를 별도로 제공받았기 때문에 가능하였는데, 현재 국가에서 운영하는 공공데이터포털에서도 좀 더 양질의 데이터가 제공된다면 관련 연구가 더욱 활성화될 수 있을것이라 생각된다. 또한 논문에서 사용한 전기사용량 데이터 역시 월 단위 사용량을 가지고 날짜별로 균등하게 나누어 값을 환산하였는데, 일일 단위 또는 더 나아가 시간 단위 전기사용량이 데이터로 제공된다면 마찬가지로 더 정확한 시설 규모 예측이 가능할 것이다.

세 번째는 현재 공공분야에서 사용하는 것을 전기 사용량으로 한정 하였지만 탄소중립을 위해서는 난방을 위한 LPG 가스와 차량의 유류가 모두 전기로 전환되는 것까지 환산해야 미래 재생에너지 및 수소를 통한 군 주둔지의 탄소중립이 가능할 것으로 판단된다.

본 연구는 기존 논문들에서 제시하는 태양광 발전량을 예측과 더불어 과거 전기사용량의 데이터와 결합하여 적정량의 태양광패널 설치용량과 수소연료저

장시설 규모를 예측하였다는 것에 의의가 있지만 앞서 언급한 한계점이 보완되어 발전된다면 더욱 값진 연구가 될 수 있을 것이라 생각된다.

후 기

이 논문은 육군3사관학교 부설 충성대연구소 2024년 도 논문게재비 지원을 받았음.

References

- [1] Song Eunju, "Political and Cultural Significance of Geoengineering in the Anthropocene in Snopiercer and Interstella," TRANS-HUMANITIES, Vol. 15, No. 1, pp. 207-236, 2022.
- [2] Zixuan Wang, Zhi Liu, Linhao Fan, Qing Du, and Kui Jiao., "Application progress of small-scale proton exchange memmerane fuel cell," Energy Reviews, Volume 2 100017, pp. 1-12, 2023.
- [3] Min Hwan Lee, "Fuel Economy," Maxmedia, Sunnam Gyeonggi-do, pp. 110-111, 2022.
- [4] Airlines, "70 years of IATA : we trace aviation's environmental commitment," (ENVIRONMENT/GLOBAL/26 August 2015), <https://airlines.iata.org/2015/08/26/70-years-iata-we-trace-aviations-environmental-commitment>, IATA, 2015.
- [5] EPA, "Fast Facts, US Transportation Sector Greenhouse Gas Emissions," <https://www.epa.gov/greenvehicles/fast-facts-transportation-greenhouse-gas-emissions>, EPA, 2021.
- [6] P. Dhanalakshmi, V. Venkatesh and P. S. Ranjit., "Application of Machine Learning in Multi-Directional Model to Follow Solar Energy Using Photo Sensor Matrix," Hindawi International Journal of Photoenergy, Volume 2022, pp. 1-9, 2022.
- [7] A. Gensler, J. Henze, B. Sick and N. Raabe., "Deep learning for solar power forecasting - An approach using autoencoder and LSTM neural networks," IEEE, 2016 IEEE International Conference on Systems, Man, Cybern. (SMC), pp. 2858-2865, 2016.
- [8] Gowoon Kang, Joowon Park, Hyosik Yang, "A Study

- on the Prediction of Solar Photovoltaic Power Generation using Multiple-linear Regression,” KICS, 19A, 238, pp. 556-557, 2022.
- [9] Kim Beob-Jeon, Park Jae-Wan, Yoon Jong-Ho and Shin U-Cheul, “The Development of Performance Evaluation Program of Building Integrated Photovoltaic System,” KIEAE Journal, Vol. 15, No. 4, pp. 85-90, 2015.
- [10] Heo Jae, Park Bumsoo, Kim Byungil and Han SangUk, “Multiple Linear Regression Analysis of PV Power Forecasting for Evaluation and Selection of Suitable PV Sites,” KJCEM, Vol. 20, No. 6, pp. 126-131, 2019.
- [11] Keunho Lee, Heung-gu Son and Sahn Kim, “A study on solar energy forecasting based on time series models,” The Korean Journal of Applied Statistics, Vol. 31 No. 1, pp. 139-153, 2018.
- [12] Zuttel. A, “hydrogen storage methods,” NATURWISSENSCHAFTEN, 91(4). pp. 157-172, 2004.