ISSN : 1226-7244 (Print)
ISSN : 2288-243X (Online)
논문번호 19-02-50
338

j.inst.Korean.electr.electron.eng.Vol.23,No.2,687~694,June 2019
http://dx.doi.org/10.7471/ikeee.2019.23.2.687

# 단독주택 저압 주택용 전기 소비자가 태양광 발전기 대여시 경제성 분석

# An Economic Analysis of a Low-Voltage Residential Electricity Consumer at a Detached House When Renting a Photovoltaic Generator

김 태 현*★

Tae-Hyun Kim*★

## Abstract

Residential electricity consumer can rent a photovoltaic power generator, whose profit can be exist if the decreased electric fee is larger than the rent fee. But the exact function of the profit have not expressed until now, which is shown in this paper. Two assumptions are supposed. The first assumption is that the generated electric power by the renting photovoltaic generator is 300kWh per month. The second assumption is that the rent fee 362300 won is paid once when the photovoltaic generator is installed. The earings rate, the payback time and the sensitivity of a low-voltage residential electricity consumer's profit consuming 401~1000kWh per month at a detached house for the initial 7 years is calculated by the induced exact function.

## 요 약

주택용 전기 소비자는 태양광 발전기를 대여할 수 있고, 만일 감소된 전기요금이 대여료보다 크다면 수익이 발생할 수 있다. 아직까지 수익의 정확한 함수식은 계산되지 않았는데 본 논문에서 계산했다. 두 가지 가정이 있다. 첫 번째는 대여한 태양광 발전기가 월간 300kWh 발전하는 것이고, 두 번째는 태양광 발전기를 대여할 때 일시불로 362300원 지불한다는 것이다. 함수가 구간에 따라 달라지므로 3개의 구간을 가정하고 각 구간에서의 함수를 유도했다. 유도한 함수에 의해서 기본 7년간 월간 전기 사용량 401~1000kWh 사용하는 저압 주택용 전기요금 소비자의 수익률, 회수 시간, 감도를 계산했다. 본 논문에서 계산된 값에 의해서 월간 전기 사용량 401~1000kWh 사용하는 저압 주택용 전기요금 소비자가 3kW 태양광 발전기를 대여할지 말지 결정할 때 중요한 자료다.

*Key words : rent photovoltaic power generator, low-voltage residential electricity consumer, earnings rate, payback time, sensitivity*

* Dept. of Electrical Engineering, Myongji College
★ Corresponding author
E-mail : kth@mjc.ac.kr, Tel : 02-300-3728
※ Acknowledgment
Manuscript received June. 6, 2019; revised Jun. 24, 2019; accepted Jun. 27, 2019.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## Ⅰ. 서론

산업부에서는 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정(산업부 고시 제2016-249호)에 의해서, 한국 에너지 공단 신재생에너지 센터[1]에서는 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침(신재생 에너지 센터 공고 2018-5호)[1]에 의해서 태양광 대여 사업을 장려하고 있다. 이들 법적 기준에 의하면 일정한 조건을 만족한 주택용 전기요금 소비자는 태양광 대여 사업에 의해 태양광 발전기를 빌려 대여료를 내고도 전기요금을 감소시켜 수익이 발생할 수 있다.

그러나 아직까지 모든 전력량에서 함수로 계산한 정확한 수익 계산은 되어있지 않다. 본 논문에서는 월간 전기 사용량 401~1000kWh인 단독주택 저압 주택용 전기요금 사용자가 3kWh 태양광 발전기 대여시 정확한 수익 함수를 계산하고 이에 의해 수익에 대한 여러 가지 값 - 수익률, 회수 기간, 감도를 계산했다.

## Ⅱ. 2가지 가정

여러 가지 상황에 따라 수익이 달라질 수 있다. 수익 계산을 위해서 본 논문에서는 다음 2가지를 가정했다.

### 1. 월간 발전량 300kWh

태양광 발전량은 성능, 일사량, 온도, 각도, 위치, 그림자 등 여러 가지 상황에 따라 달라질 수 있다. 본 논문에서 대여한 3kW 태양광 발전기의 월간 발전량은 300kWh라고 가정한다. 3kW 태양광 발전기의 월간 발전량을 300kWh로 가정한 이유는 [1]에 나와 있기 때문이다.

이보다 발전량이 많으면 수익이 커지고, 이보다 발전량이 적으면 수익이 작아진다.

### 2. 초기 대여료 362.3만원

3kW 태양광 발전기를 대여할 때 초기에 일시불로 지급할 때 대여료는 회사마다 다르다.

한국 에너지 공단 인증 5개 기업[2]~[6]의 대여료는 다음 표 1과 같다.

Table 1. The rent fee of 5 companies guaranteed by Korea Energy Agency.

표 1. 한국 에너지 공단 인증 5개 업체의 대여료

| Number | Company | rent fee [Ten thousand won] |
|---|---|---|
| 1 | s power | 320 |
| 2 | haezoom | 319.2 |
| 3 | kisun | 500 |
| 4 | taewoong e & g | 310 |
| 5 | infinity energy | ? |

본 논문에서는 대여료를 위 기업 중 4개 기업의 산술 평균인 362.3만원(=(320+319.2+500+310)/4)으로 가정했다. 인피니티 에너지는 없으므로 계산에서 제외했다.

이보다 대여료가 많으면 수익이 작아지고, 대여료가 적으면 수익이 커진다.

## Ⅲ. 4개의 요금 구간에서의 함수

2016년 12월 1일 바뀐 주택용 전기요금은 [2]에 있다. 각 구간에서 함수식이 다르다.

### 1. 4개의 요금구간에서의 기본 요금과 전력량 요금

본 논문에서 요금 구간을 다음 표 2와 같이 정했다. 각 구간에서 함수식이 다르다. 저압 전기 소비자가 내야 하는 금액은 아래 표 2에서 제일 오른쪽에 있는 값이다[2].

Table 2. The 4 fee intervals of low-voltage residential electric consumer.

표 2. 저압 주택용 전기 소비자의 4개의 요금 구간

| Fee interval | Monthly consumed wattage [kWh] | Demand charge [won/ house] | Unit energy charge [won/kWh] | Claim amount function [won] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0~43 | 1130 | | $a_1x+b_1$ |
| 2 | 44~200 | 910 | 93.3 | $a_2x+b_2$ |
| 3 | 201~400 | 1600 | 187.9 | $a_3x+b_3$ |
| 4 | 401~1000 | 7300 | 280.6 | $a_4x+b_4$ |

### 2. 4개의 요금구간에서의 a와 b

수익에 관한 여러 가지 값을 구하기 위해서는 $a_1, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, b_3, b_4$를 구해야 한다. 이들은 다음 표 3과 같다[8], [9]. $a$는 기울기이고, $b$는 절편이다.

Table 3. the values of a's and b's at the four fee intervals of low-voltage residential electric consumer.
표 3. 저압 주택용 전기 소비자의 4개의 요금 구간에서의 a와 b

| Fee interval | Monthly consumed wattage[kWh] | Slope a | Intercept b |
|---|---|---|---|
| 1 | 0~43 | $a_1=0$ | $b_1=1130$ |
| 2 | 44~200 | $a_2=106$ | $b_2=-3510$ |
| 3 | 201~400 | $a_3=213$ | $b_3=-19700$ |
| 4 | 401~1000 | $a_4=319$ | $b_4=-55400$ |

## Ⅳ. 3개의 수익 구간

본 논문에서는 태양광 대여 전 요금 4구간 - 월간 전기 사용량 401~1000kWh -에 있는 단독주택 소비자로 정했다.

그 이유는 다음 2가지이다. 첫째 월간 전기 사용량이 401kWh보다 적으면 수익이 너무 적어서 태양광 발전기를 대여할 필요성이 너무 적어서 제외했으며, 월간 전기 사용량이 1000kWh보다 많으면 함수식이 많이 다르므로 제외했다.

본 논문에서는 다음 표 4와 같이 태양광 발전기 대여 후 속한 요금 구간에 따라 다음과 같이 3개의 수익 구간을 정의했다. 태양광 발전기 대여 전에는 전부 요금 4구간에 있다. 수익 1구간에서는 태양광 발전기 대여 후 요금 2구간으로 바뀐다. 수익 2구간에서는 태양광 발전기 대여 후 요금 3구간으로 바뀐다. 수익 3구간에서는 태양광 발전기 대여 후에도 요금 4구간이다.

Table 4. the 3 profit intervals.
표 4. 3개의 수익 구간

| Profit interval m | Monthly consumed energy before rent [kWh] | Monthly consumed energy after rent [kWh] | Fee interval after rent n |
|---|---|---|---|
| 1 | 401~500 | 101~200 | 2 |
| 2 | 501~700 | 201~400 | 3 |
| 3 | 701~1000 | 401~700 | 4 |

본 논문에서 제일 왼쪽 칸의 수익 구간은 $m$으로 나타내기로 하고, 제일 오른 칸의 대여 후 요금 구간은 $n$으로 나타내기로 한다. 위 표에서 보면 알 수 있듯이 $m=n-1$이다.

## Ⅴ. 월 수익[원] 계산

수익 $m$구간에서 태양광 대여에 의한 월수익[원]은 다음 식 (1)과 같다.

$$p=b-f_n \tag{1}$$

$b$ : 태양광 대여 전 전기요금
- 요금 4구간에 속함

$f_n$ : 태양광 대여 후 전기요금
- 요금 2,3,4구간에 속함

태양광 대여 전 월간 전기 사용량 $x$[kWh]라 하자. 태양광 발전량 300[kWh]라 가정했으므로 태양광 대여 후 월간 전기 사용량 $x-300$[kWh]이다. 따라서 식 (1)에서 $b$와 $f_n$은 다음 식 (2)와 같다.

$$b=a_4x+b_4=319x-55400 \tag{2}$$

$$f_n=a_n(x-300)+b_n \tag{3}$$

식 (2)와 식 (3)을 식 (1)에 대입하면 수익 $m$구간에서 $p_m$은 다음 식 (4)와 같이 된다.

$$\begin{aligned} p_m &= b-f_n=(a_4x+b_4)-(a_n(x-300)+b_n) \\ &=(a_4-a_n)x+(300a_n+b_4-b_n) \\ &=(319-a_n)x+(300a_n-55400-b_n) \end{aligned} \tag{4}$$

각 구간에서 $p_1,p_2,p_3$을 구하고 최솟값과 최댓값을 구하자

### 1. 수익 1구간 $m=1$인 경우

식 (4)에 $m=1$, $n=2$ 대입하면 수익 1구간에서 월 수익 $p_1$은 다음 식 (5)와 같다.

$$\begin{aligned} p_1 &= (a_4-a_2)x+(300a_2+b_4-b_2) \\ &=(319-106)x+(300*106-55400+3510) \\ &=213x-20100 \end{aligned} \tag{5}$$

식 (5)에서 보는 것처럼 $p_1$은 $x$에 대한 1차식이고 1차항의 계수는 양수이다. 따라서 $p_1$은 $x$에 대해서 단조 증가한다.

한편 1차항의 계수가 양수이므로 $x$가 최솟값일 때 $p_1$이 최솟값이고, $x$가 최댓값일 때 $p_1$이 최댓값이다.

$x=401$[kWh]일 때 $p_1$의 최솟값은 다음 식 (6)

과 같다.

$$p_{1최소} = 213*401 - 20100 = 65300원 \quad (6)$$

$x = 500$[kWh]일 때 $p_1$의 최댓값은 다음 식 (7)과 같다.

$$p_{1최대} = 213*500 - 20100 = 86400원 \quad (7)$$

### 2. 수익 2구간 $m = 2$인 경우

식 (4)에 $m = 2$, $n = 3$ 대입하면 수익 2구간에서 월 수익 $p_2$는 다음 식 (8)과 같다.

$$\begin{aligned} p_2 &= (a_4 - a_3)x + (300a_3 + b_4 - b_3) \\ &= (319 - 214)x + (300*214 - 55400 + 19700) \\ &= 105x + 28500 \end{aligned} \quad (8)$$

식 (8)에서 보는 것처럼 $p_2$는 $x$에 대한 1차식이고 1차항의 계수는 양수이다. 따라서 $p_2$은 $x$에 대해서 단조 증가한다.

한편 1차항의 계수가 양수이므로 $x$가 최솟값일 때 $p_2$가 최솟값이고, $x$가 최댓값일 때 $p_2$가 최댓값이다.

$x = 501$[kWh]일 때 $p_2$의 최솟값은 다음 식 (9)와 같다.

$$p_{2최소} = 105*501 + 28500 = 81100원 \quad (9)$$

$x = 700$[kWh]일 때 $p_2$의 최댓값은 다음 식 (10)과 같다.

$$p_{1최대} = 105*700 + 28500 = 102000원 \quad (10)$$

### 3. 수익 3구간 $m = 3$인 경우

식 (4)에 $m = 3$, $n = 4$ 대입하면 수익 3구간에서 월 수익 $p_3$는 다음 식 (11)과 같다.

$$\begin{aligned} p_3 &= (a_4 - a_4)x + (300a_4 + b_4 - b_4) = 300a_4 \\ &= 300*319 = 95700 \end{aligned} \quad (11)$$

수익 1구간에서 $p_1$과 수익 2구간에서 $p_2$는 최솟값과 최댓값이 있었으나 수익 3구간에서 $p_3$는 식 (11)에서 보듯이 최솟값과 최댓값이 없이 일정한 값이다.

### 4. 그림

가로축을 월간 전기 사용량[kWh], 세로축을 월 수익[원]으로 도표를 그리면 다음 그림 1과 같다.

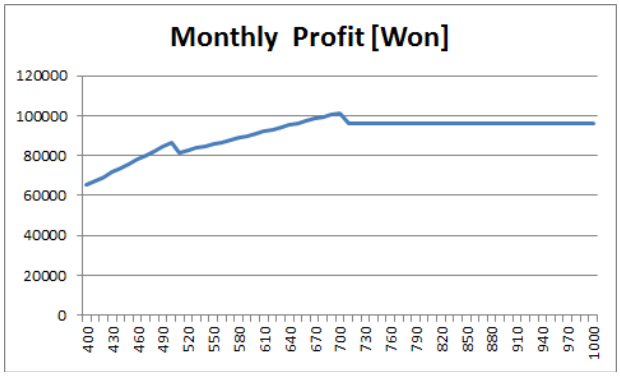


Fig. 1. Monthly Profit [Won].
그림 1. 월수익 [원]

그림 1을 보면 수익 1구간과 수익 2구간-태양광 발전기 대여 전 월간 전기 사용량 401~700[kWh]-에서는 월수익이 계속 증가하나, 수익 3구간-태양광 발전기 대여 전 701~1000[kWh]에서는 일정한 값임을 알 수 있다. 식 (5), 식 (8), 식 (11)을 보아도 같은 사실을 알 수 있다.

## Ⅳ. 연 수익률[%] 계산

태양광 발전기를 대여할 때 일시불로 362.3만원 투자한다고 가정했으므로 연 수익률[%] $y$를 계산하면 다음 식 (12)와 같다.

$$\begin{aligned} y &= \frac{12*월수익}{초기투자금}*100 = \frac{12*(b - f_n)}{362300}*100 \\ &= \frac{6}{19000}p_m = 3.16*10^{-4}p_m \end{aligned} \quad (12)$$

수익 $m$구간에서 $y_m$은 다음 식 (13)과 같다.

$$y_m = 3.16*10^{-4}p_m \quad (13)$$

각 구간에서 $y_1, y_2, y_3$를 구하고 최솟값과 최댓값을 구하자. $y_m$은 $p_m$에 비례하는 값으로서 $p_m$에 $3.16*10^{-4}$을 곱한 값이다.

### 1. 수익 1구간 $m = 1$인 경우

식 (12)에 $m = 1$, $n = 2$ 대입하면 $y_1$은 다음 식

(14)와 같다.

$$y_1 = 3.16*10^{-4}p_1 = 3.14*10^{-4}(213x - 20100) \quad (14)$$

식 (14)에서 보는 것처럼 $y_1$은 $x$에 대한 1차식이고 1차항의 계수는 양수이다. 따라서 $p_1$은 $x$에 대해서 단조 증가한다.

한편 1차항의 계수가 양수이므로 $x$가 최솟값일 때 $p_1$이 최솟값이고, $x$가 최댓값일 때 $p_1$이 최댓값이다.

$x = 401$[kWh]일 때 $y_1$의 최솟값은 다음 식 (15)와 같다.

$$y_{1최소} = 3.16*10^{-4}*65300 = 20.6[\%] \quad (15)$$

$x = 500$[kWh]일 때 $y_1$의 최댓값은 다음 식 (16)과 같다.

$$y_{1최대} = 3.16*10^{-4}*86400 = 27.3[\%] \quad (16)$$

### 2. 수익 2구간 $m = 2$인 경우

식 (12)에 $m = 2$, $n = 3$ 대입하면 $y_2$는 다음 식 (17)과 같다.

$$y_2 = 3.16*10^{-4}p_2 = 3.16*10^{-4}(105x + 28500) \quad (17)$$

식 (8)에서 보는 것처럼 $y_2$는 $x$에 대한 1차식이고 1차항의 계수는 양수이다. 따라서 $p_2$은 $x$에 대해서 단조 증가한다.

한편 1차항의 계수가 양수이므로 $x$가 최솟값일 때 $y_2$가 최솟값이고, $x$가 최댓값일 때 $y_2$가 최댓값이다.

$x = 501$[kWh]일 때 $y_2$의 최솟값은 다음 식 (18)과 같다.

$$y_{2최소} = 3.16*10^{-4}*81100 = 25.6[\%] \quad (18)$$

$x = 700$[kWh]일 때 $y_2$의 최댓값은 다음 식 (19)과 같다.

$$y_{2최대} = 3.16*10^{-4}*102000 = 32.2[\%] \quad (19)$$

### 3. 수익 3구간 $m = 3$인 경우

식 (12)에 $m = 3$, $n = 4$ 대입하면 $y_3$는 다음 식 (20)과 같다.

$$y_3 = 3.16*10^{-4}*95700 = 30.2[\%] \quad (20)$$

수익 1구간에서 $y_1$과 수익 2구간에서 $y_2$는 최솟값과 최댓값이 있었으나 수익 3구간에서 $y_3$는 식 (11)에서 보듯이 최솟값과 최댓값이 없이 일정한 값이다.

## 4. 그림

가로축을 월간 전기 사용량[kWh], 세로축을 연수익률[%]로 도표를 그리면 다음 그림 2와 같다.

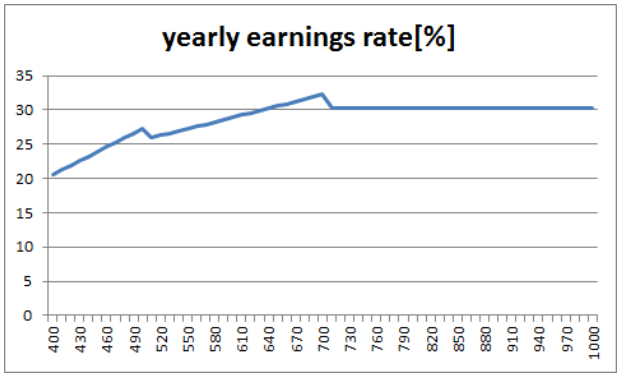


Fig. 2. Yearly Earnings Rate [%].
그림 2. 연수익률 [%]

연수익률은 월 수익에 비례하는 값이므로, 월 수익과 개형이 비슷하다.

## Ⅳ. 회수 기간[월] 계산

월 수익의 합이 초기 투자 금액인 3623000원이 되는 회수 기간[월]을 계산하자. 수익 $m$구간에서 회수 기간[월] $k_m$은 다음 식 (21)과 같다.

$$k_m = \frac{초기\ 투자금}{월\ 수익} = \frac{3623000}{p_m}[월] \quad (21)$$

각 구간에서 $k_1, k_2, k_3$를 구하고 최솟값과 최댓값을 구하자. 식 (21)에서 $p_m$이 분모에 있으므로 월 수익의 최솟값은 회수 기간의 최댓값이고, 월수익의 최댓값은 회수 기간의 최솟값이다. 소수점 첫 자리에서 반올림했다.

### 1. 수익 1구간 $m = 1$인 경우

식 (21)에 $m = 1$, $n = 2$ 대입하면 $k_1$은 다음 식 (22)와 같다.

$$k_1 = \frac{3623000}{p_1}[\text{월}] \quad (22)$$

$x = 401[\text{kWh}]$일 때 $k_1$의 최댓값은 다음 식 (23)과 같다.

$$k_{1\text{최대}} = \frac{3623000}{65300} \simeq 54\text{개월} = 4\text{년 }6\text{개월} \quad (23)$$

$x = 500[\text{kWh}]$일 때 $k_1$의 최솟값은 다음 식 (24)와 같다.

$$k_{1\text{최소}} = \frac{3623000}{86400} \simeq 42\text{개월} = 3\text{년 }6\text{개월} \quad (24)$$

### 2. 수익 2구간 $m = 2$인 경우

식 (21)에 $m = 2$, $n = 3$ 대입하면 $k_2$는 다음 식 (25)와 같다.

$$k_1 = \frac{3623000}{p_1}[\text{월}] \quad (25)$$

$x = 501[\text{kWh}]$일 때 $k_2$의 최댓값은 다음 식 (25)와 같다.

$$k_{2\text{최대}} = \frac{3623000}{81100} \simeq 45\text{개월} = 3\text{년 }9\text{개월} \quad (23)$$

$x = 700[\text{kWh}]$일 때 $k_2$의 최솟값은 다음 식 (26)와 같다.

$$k_{2\text{최소}} = \frac{3623000}{102000} \simeq 36\text{개월} = 3\text{년} \quad (23)$$

### 3. 수익 3구간 $m = 3$인 경우

식 (21)에 $m = 3$, $n = 4$ 대입하면 $k_3$는 다음 식 (24)와 같다.

$$k_3 = \frac{3623000}{95700} \simeq 38\text{개월} = 3\text{년 }2\text{개월} \quad (24)$$

수익 1구간에서 $k_1$과 수익 2구간에서 $k_2$는 최솟값과 최댓값이 있었으나 수익 3구간에서 $k_3$는 식 (11)에서 보듯이 최솟값과 최댓값이 없이 일정한 값이다.

### 4. 그림

가로축을 월간 전기 사용량[kWh], 세로축을 회수기간[월]으로 도표를 그리면 다음 그림 3와 같다.

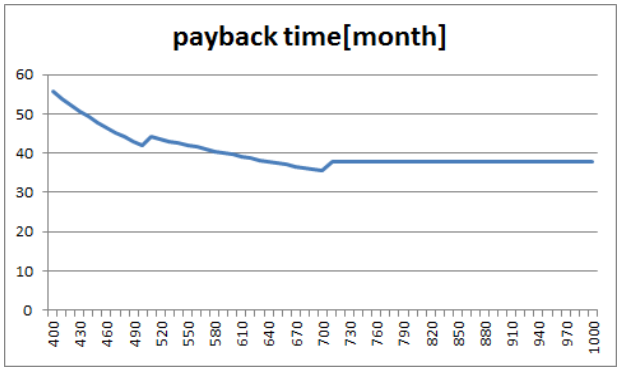


Fig. 3. Payback Time [Month].
그림 3. 회수 기간 [개월]

회수기간은 월 수익에 반비례하는 값이므로, 월 수익과 반대의 흐름을 보인다. 반대란 월 수익이 증가할 때 회수기간은 감소하고, 월 수익이 감소할 때 회수기간은 증가한다.

그림 3을 보면 수익 1구간과 수익 2구간-태양광 발전기 대여 전 월간 전기 사용량 401~700[kWh]-에서는 월 수익이 계속 증가하므로 회수기간은 감소하고, 수익 3구간-태양광 발전기 대여 전 701~1000[kWh]에서는 일정한 값임을 알 수 있다.

## Ⅴ. 감도 계산

월 수익에 영향을 끼치는 변수는 $a_2, a_3, a_4, b_2, b_3, b_4, x$가 있다. 본 절에서는 감도-이 변수들의 값이 바뀌었을 때 월 수익에 영향을 끼치는 변수와 그 정도-를 알아보자.

감도란 분모의 값이 바뀌었을 때 분자의 값의 변화를 의미한다. 분모는 전기요금 제도에 의한 계수 6개-$a_2, a_3, a_4, b_2, b_3, b_4$-와 태양광 대여 전 월간 전기 사용량 $x$이고, 분자는 월 수익이다.

월 수익을 변수에 편미분하면 구할 수 있다.

수익 $n$구간에서 월 수익 $p_n$은 다음 식 (4)와 같다.

$$\begin{aligned} p_m &= b - f_n = (a_4 x + b_4) - (a_n(x - 300) + b_n) \\ &= (a_4 - a_n)x + (300a_n + b_4 - b_n) \end{aligned} \quad (4)$$

미분값이 0인 식은 안 쓰기로 한다.

### 1. 수익 1구간 $m = 1$인 경우

식 (4)에 $m = 1$, $n = 2$ 대입하면 수익 1구간에서 월 수익 $p_1$은 다음 식 (4)와 같다.

$$p_1 = (a_4 - a_2)x + (b_4 - b_2 + 300a_2)$$
$$= (319 - 106)x + (300*106 - 55400 + 3510) \quad (5)$$
$$= 213x - 20100$$

월 수익 $p_1$과 관계있는 변수들-$a_2, a_4, b_2, b_4, x$-에 대한 감도는 다음 표 5와 같다.

Table 5. the values of the partial differentiation of monthly profit $p_1$.

표 5. 월 수익 $p_1$의 편미분값들

| Differentiation of | With respect to | expression | value |
|---|---|---|---|
| $p_1$ | $a_2$ | $\frac{\partial p_1}{\partial a_2}$ | $-x$+300 |
| $p_1$ | $a_4$ | $\frac{\partial p_1}{\partial a_4}$ | $x$ |
| $p_1$ | $b_2$ | $\frac{\partial p_1}{\partial a_4}$ | -1 |
| $p_1$ | $b_4$ | $\frac{\partial p_1}{\partial b_4}$ | 1 |
| $p_1$ | $x$ | $\frac{\partial p_1}{\partial x}$ | $a_4 - a_2$ =319-106=213 |

$\frac{\partial p_1}{\partial b_2} = -1$이라는 것은 $b_2$의 값이 만약 1 증가한다면 수익 1구간에서 월 수익 $p_1$은 1원 감소함을 의미한다. $\frac{\partial p_1}{\partial x} = 213$라는 것은 태양광 대여 전 월간 전기 사용량 $x$가 1 증가하면 월 수익 $p_1$은 213원 증가함을 의미한다.

### 2. 수익 2구간 $m = 2$인 경우

식 (4)에 $m = 2$, $n = 3$ 대입하면 수익 2구간에서 월 수익 $p_2$는 다음 식 (8)과 같다.

$$p_2 = (a_4 - a_3)x + (b_4 - b_3 + 300a_3)$$
$$= (319 - 214)x + (-55400 + 19700 + 300*214) \quad (8)$$
$$= 105x + 28500$$

월 수익 $p_2$와 관계있는 변수들-$a_3, a_4, b_3, b_4, x$-에 대한 감도는 다음 표 6과 같다.

### 3. 수익 3구간 $m = 3$인 경우

월 수익 $p_3$과 관계있는 변수 - $a_4$ - 에 대한 감도는 다음 표 7과 같다.

Table 6. the values of the partial differentiation of monthly profit $p_2$.

표 6. 월 수익 $p_2$의 편미분값들

| Differentiation of | With respect to | expression | value |
|---|---|---|---|
| $p_2$ | $a_3$ | $\frac{\partial p_1}{\partial a_3}$ | $-x$+300 |
| $p_2$ | $a_4$ | $\frac{\partial p_1}{\partial a_4}$ | $x$ |
| $p_2$ | $b_3$ | $\frac{\partial p_1}{\partial a_3}$ | -1 |
| $p_2$ | $b_4$ | $\frac{\partial p_1}{\partial b_4}$ | 1 |
| $p_2$ | $x$ | $\frac{\partial p_1}{\partial x}$ | $a_4 - a_3$ =319-214=105 |

Table 7. the value of the partial differentiation of monthly profit $p_3$.

표 7. 월 수익 $p_3$의 편미분값들

| Differentiation of | With respect to | expression | value |
|---|---|---|---|
| $p_3$ | $a_4$ | $\frac{\partial p_1}{\partial a_4}$ | 300 |

## Ⅵ. 결론

본 논문에서는 기본 7년간 월간 전기 사용량 401~1000[kWh]인 단독주택 저압 주택용 전기 소비자가 3[kW] 태양광 발전기 대여시 월수익[원], 연수익률[%], 회수 기간[월], 감도를 계산했다. 대여한 태양광 발전기의 월간 발전량은 월간 300[kWh]라 가정했고 대여시 3623000원을 일시불로 지급했다고 가정했다.

계산된 값은 월 수익은 65300원~102000원, 연간 수익률은 20.6[%]~32.2[%], 회수 기간은 3년~4년 6개월이다.

본 논문은 월간 전기 사용량 401~1000[kWh]인 단독주택 전기 소비자가 3[kW] 태양광 발전기 대여를 고민할 때 꼭 필요한 자료다. 수익률이 은행 금리보다 훨씬 높으므로 설치할 장소가 있어 설치 가능하다면 태양광 발전기를 대여하는 것이 이득이다.

## References

[1] “Korea Energy Agency New and Renewable Energy,” http://www.knrec.or.kr
[2] “s-power,” http://www.s-power.com
[3] “haezoom,” http://www.haezoom.com
[4] “kisun,“ http://www.kisun.kr
[5] “taewoong ens,” http://www.twens.co.kr
[6] “infinity energy,” http://www.infinityene.com
[7] “cyber kepco,” cyber.kepco.co.kr
[8] T. H. Kim, “A derivation of the monthly customer requisition function whose independent variable is monthly usage of a low-voltage residential electricity consumer when the monthly usage is 44~200kWh-the second interval,” *in Proc. of the Korea academia-industrial cooperation society,* pp.284-285, 2018.
[9] T.H.Kim, “A derivation of the monthly customer requisition function whose independent variable is monthly usage of a low-voltage residential electricity consumer when the monthly usage is 201~400kWh-the third interval,” in *Proc. of the Korea academia-industrial cooperation society,* pp.417-418, 2018.

## BIOGRAPHY

**Tae-hyun Kim** (Member)

1986 : BS degree in Electrical Engineering, Seoul National University.
1988 : MS degree in Electrical Engineering, Seoul National University.
1999 : PhD degree in Electrical Engineering, Seoul National University.
2000~2002 : Professor, Mokpo National University
2003~2019 : Professor, Myongji College