

# 태양광 설비투자에 대한 제도적 유인방안 연구: 감가상각법의 경제적 효과 분석

김경남\*

## The Effects of Depreciation Methods on Investment Motivation for Solar Photovoltaic Systems

Kyung Nam Kim\*

Received 28 September 2020 Revised 27 November 2020 Accepted 30 November 2020 Published online December 8 2020

**ABSTRACT** The value of tangible assets depreciates over their useful life and this depreciation should be adequately reflected in any tax or financial reports. However, the method used to calculate depreciation can impact the financial performance of solar projects due to the time value of money. Korean tax law stipulates only one method for calculating the depreciation of solar photovoltaic facilities: the straight-line method. Conversely, USA's tax law accepts other depreciation methods as solar incentives, including the modified accelerated cost recovery system (MACRS) and Bonus depreciation method. This paper compares different depreciation methods in the financial analysis of a 10 MW solar system to determine their effect on the financial results. When depreciation was calculated utilizing the MACRS and Bonus depreciation method, the internal rate of return (IRR) was 10.9% and 16.4% higher, respectively, than when the Korean straight-line depreciation method was used. Additionally, the increased IRR resulting from the use of the two US methods resulted in a 20.5% and 27.4% higher net present value, respectively. This shows that changing the depreciation calculation method can redistribute the tax amount during the project period, thereby increasing the discounted cash flow of the solar project. In addition to increasing profitability, USA's depreciation methods alleviate the uncertainty of solar projects and provide more flexibility in project financing than the Korean method. These results strongly suggest that Korean tax law could greatly benefit from adopting USA's depreciation methods as an effective incentive scheme.

**Key words** PV investment(태양광 투자), Feasibility study(경제성분석), Tax incentive(세제 유인정책), PV depreciation(태양광 감가상각비), Discounted cash flow method(DCF method; 할인현재가치법), Modified accelerated cost recovery system(MACRS; 수정가속상각법)

### Nomenclature

ACRS : accelerated cost recovery system

MACRS : modified accelerated cost recovery system

IRR : internal rate of return

NPV : net present value

TVM : time value of money

### 1. 서론

전 세계적으로 이상기후 및 그에 따른 환경적 영향이 점증되고 있다. 이러한 기후변화 여파는 사회, 경제, 산업 전반적으로 커다란 불확실성을 가져온다. 또한 최근 코로나

Professor, The Graduate School of Energy and Environment (Green School), Korea University

\*Corresponding author: [i005034@korea.ac.kr](mailto:i005034@korea.ac.kr)

Tel: +82-2-3290-5917

Fax: +82-2-929-2619

Copyright © 2020 by the New & Renewable Energy

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.

바이러스 발발은 또 다른 큰 변화를 요구하며, 또한 사회는 변화에 대응해 나간다. 한국 정부도 일련의 환경변화에 대응하면서 경제 진작을 도모하고자 2020년 그린뉴딜정책을 발표했다. 동 정책에서 에너지 부문의 주된 골자 중 하나는 분산 발전원인 재생에너지의 보급 및 확산이다. 특히 대표적인 재생에너지원인 태양광시스템 보급이 시급한 실정이다. 태양광 모듈 및 전체 시스템가격은 기술 학습효과에 따라 매년 크게 하락하는 학습곡선을 나타내고 있다. 태양광 사업자에게는 이러한 설비투자 원가 하락이 호재일 수 있으나, 아직 정부 지원 의존도가 높은 기술 성격상, 정부의 지원 수준도 이에 맞춰서 비례적으로 낮아지게 되므로 결국 투자 효과는 반감된다. 추가적인 수익원인 신재생에너지공급인증서(REC)도 가격의 변동성 및 불확실성이 높은 원인으로 사업자의 투자 유인이 희석되고 있는 실정이다<sup>[1]</sup>. 재생에너지 확산은 한국만이 아닌 많은 국가들이 적극적으로 검토, 실행하는 정책 목표이다. 하지만 정부 지출이 요구되는 직접적인 투자 유인책은 국가 예산 소요로 재정에 부담을 지어주는 문제가 상존하다.

본 연구는 정부의 직접적인 재정 지원이 없더라도 정책, 제도 개선을 통해 투자유인을 불러올 수 있는 간접적이면서 효과적인 방안이 없을 지를 모색하는 과정에서 시작되었다. 세법상의 감가상각법 적용을 다양화한다면, 감가상각비의 세금효과를 기대할 수 있다. 태양광시스템의 운영 기간 중 연도별 현금흐름의 변화를 가져오기 때문이다. 따라서 이러한 현금흐름 변화가 태양광 사업 경제성을 제고시킨다면 간접적인 투자유인 방안으로 감가상각법 제도 개선이 효과적일 수 있다. 실제로 각 국가별 재생에너지 지원 제도를 조사해 보면, 미국의 태양광 보급에서는 직접적인 유인책인 투자보조금, 세액공제뿐만 아니라 간접적인 방식인 특별감가상각제도가 효과적인 유인책으로 활용되고 있다<sup>[2]</sup>.

따라서 본 논문에서는 동일한 태양광발전시스템에 상이한 감가상각법들을 적용할 경우, 사업의 재무적 개선효과가 존재하는 지를 경제성 분석방법에 의해 증명하고자 한다. 연구결과의 신뢰도를 제고하기 위해 제5장 사례연구에서는 태양광발전시스템의 소재지, 사양 및 재무적 조건 등 미국 현지의 데이터를 사용한다. 분석을 통해 감가상각법 적용이 시스템 재무가치에 미치는 영향을 검증한다. 이어

서 제6장 정책적 함의에서는 검증결과를 토대로 한국에의 적용 여건 및 기대효과에 대해 논하고자 한다.

## 2. 한·미 감가상각방법 비교

### 2.1 한국 세법상 태양광설비에 적용되는 감가상각방법

에너지 설비는 규모가 크고, 장기간 사용하며, 투자하면 번복하기 어려운 불가역성 등의 고유한 특성을 지니고 있다. 그러나 한국의 세법에서 규정하는 감가상각방법은 이러한 설비 특성을 유연하게 반영하고 있지 않다. 즉 설비의 특성에 맞게 내용연수 및 감가상각방법을 선택할 수가 없다.

법인세법 제23조(감가상각비의 손금불산입) 제1항(대통령령으로 정하는 바에 따라 계산된 금액), 법인세법 시행령 제26조(감가상각자산의 범위) 제1항 제1호에 따르면, “건축물과 무형고정자산은 정액법으로 적용한다”고 규정된다. 또한 법인세법 시행령 제28조(내용연수와 상각률) 제1항 제2호에서는 “제1호 외의 감가상각자산은 구조 또는 자산별·업종별로 기준내용연수에 그 기준내용연수의 100분의 25를 가감하여 기획재정부령으로 정하는 내용연수범위와 그에 따른 상각률을 적용한다”라고 하고, 법인세법 시행규칙 별표 5는 상기에 해당하는 “기획재정부령으로 정하는 내용연수범위와 상각률”을 표기하고 있다<sup>[3]</sup>.

또한 국제 서면 질의회신 사례(서면-2018-법인-2631)를 보면, “태양광발전설비의 감가상각 시 내용연수”이라는 질의에 대해 “태양광발전설비는 법인세법 시행규칙 별표 5의 건축물에 해당한다고 되어 있다. 동 규칙 별표 5에서는 건물 중 발전소에 대해 기준내용연수를 20년, 내용연수범위를 15년~25년으로 선택 적용한다고 명기하고 있다.

따라서 국내 세법에서는 태양광시스템 설비에 대한 감가상각방법으로 정액법만 가능하며, 감가상각 기준내용연수는 20년으로 하되 최단 15년, 최장 25년 범위에서 선택 적용할 수 있다.

### 2.2 미국 태양광설비에 대한 특별감가상각제도

1986년 조세개혁법(Tax Reform Act)에 따라 도입된 수정가속상각법(MACRS, Modified Accelerated Cost Recovery System)은 종전의 가속상각법(ACRS, Accelerated Cost

Recovery System)을 대체한 미국 세법상의 감가상각방법이다<sup>[4~5]</sup>. 동 감가상각법에 의거, 미국의 태양광 발전시스템은 5년이라는 짧은 내용연수 기간 동안 전체 설비투자금액을 감가상각비로 손금 비용 처리가 가능하다. 이는 태양광설비의 사용가능 기간보다 조기에 비용화가 가능하게 되는 것으로, 결국 납부할 세금의 이연효과로 인해, 할인된 현금흐름의 증액을 가져온다.

또한 2017년 발표된 세금공제및고용촉진법(Tax Cut and Jobs Act)에서는 태양광시스템에 대해 1차년도에 감가상각대상금액 100% 전액을 상각 비용화하는 “일시상각제도”(Bonus Depreciation)를 한시적으로 시행하고 있다. 따라서 소득(법인)세에 대해 연방세와 주세로 납부하는 미국 세제 상에서 연방세는 1년 일시상각법이, 주세는 5년 수정가속상각법 적용이 가능하다. 이러한 세제 정책은 태양광 설비투자를 촉진하는 유인책으로 큰 효과를 보고 있다<sup>[6~7]</sup>. 연방세와 주세에 의한 연도별 감가상각비율은 산출하면 Table 1과 같다.

Table 1. Yearly depreciation rate based on US federal and state law

| Year  | Federal law (Bonus depreciation) | State tax law (MACRS) |
|-------|----------------------------------|-----------------------|
| 1st   | 100%                             | 20%                   |
| 2nd   | 0%                               | 32%                   |
| 3rd   | 0%                               | 19%                   |
| 4th   | 0%                               | 11.52%                |
| 5th   | 0%                               | 11.52%                |
| 6th   | 0%                               | 5.72%                 |
| Total | 100%                             | 100%                  |

### 3. 감가상각비의 세금효과: 기존 문헌연구

기업 재무회계 및 세무회계에서 일반적으로 사용되는 감가상각법은 정액법<sup>1)</sup>과 정율법이다<sup>[8]</sup>. 한편 초기 상각금액을 크게 하기 위해서 가속상각법<sup>2)</sup>(ACRS)을 사용하며, 미

- 1) 내용연수에 걸쳐서 균등한 금액으로 감가상각비를 계상함. 만약 설비금액이 100원이고 내용연수가 20년이면 매년 5원(=100원\*1/20)의 균등금액 적용
- 2) 정액법으로 산출되는 균등상각률의 두배를 상각률로 정하고, 정률

국의 태양광설비에는 산출방식을 부분 수정한 수정가속상각법(MACRS)을 적용할 수 있다. 기간 설정은 투자 설비의 사용 시작시점과 처분시점이 해당년도의 중간에 발생한다는 연중기준(Half-Year convention)을 적용한다. 따라서 1차년도는 가속상각법으로 산출된 상각률의 50%만 적용하고, 2차년도부터 원래의 상각률로 감가상각금액을 산출하는 방식이다. 즉 5년 기준으로 하면, 자산 처분은 6차년도 중간시점에서 한다는 전제이다. 정액법(내용연수 20년)과 수정가속상각법(5년)의 연차별 감가상각 산출금액을 비교 산출하면 Table 2와 같다.

미국 세법에 의거하여 정액법, 가속상각법, 수정가속상각법에 따른 연차별 감가상각누계액만을 구분, 비교해 보면 Fig. 1과 같다. 수정가속상각법은 가속상각법과 유사한 추세를 보이지만 상대적으로 낮은 누적상각률을 나타낸다. 하지만 연차별 상각금액을 합산해가는 누적감가상각금액의 추이는 가속상각법보다 수정가속상각법이 일관된 기울기를 나타낸다.

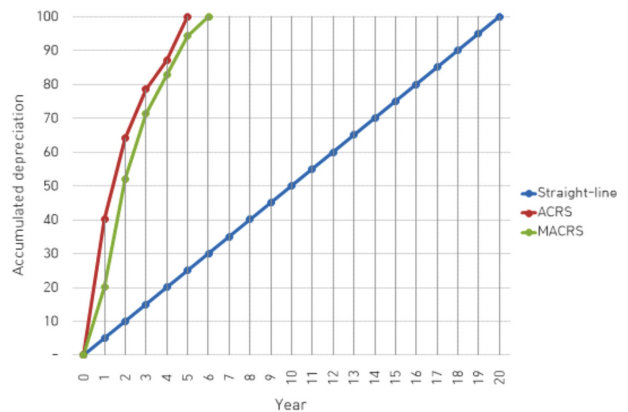


Fig. 1. Yearly cumulative depreciation amount of SLD, ACRS, and MACRS

감가상각비는 세금 산정에 반영되는 손금산입 항목<sup>3)</sup>이므로 감가상각비가 많이 계상될수록 세금과표 금액은 줄게 되고, 따라서 해당년도 산출세액은 줄어들게 된다. 이는 결국 해당년도의 현금흐름 개선효과를 가져온다. 감가상각비는 감가상각대상금액<sup>4)</sup>의 기간별 배분이다. 동일한 대

법 방식으로 감가상각비를 산출

3) 국내 세법에서는 손금산입이란 용어로 사용

4) 감가상각대상금액은 설비 당초투자금액에서 만기 잔존가치를 차감한 금액이다.

Table 2. Comparison of yearly depreciation amount between SLD and MACRS

(Unit: %)

| Year | Straight-line method |                    |                          | MACRS        |                    |                          |
|------|----------------------|--------------------|--------------------------|--------------|--------------------|--------------------------|
|      | Depreciation         | Depreciable amount | Accumulated depreciation | Depreciation | Depreciable amount | Accumulated depreciation |
| 0    |                      | 100                |                          |              | 100                |                          |
| 1    | 5                    | 95                 | 5                        | 20.00        | 80.00              | 20.00                    |
| 2    | 5                    | 90                 | 10                       | 32.00        | 48.00              | 52.00                    |
| 3    | 5                    | 85                 | 15                       | 19.20        | 28.80              | 71.20                    |
| 4    | 5                    | 80                 | 20                       | 11.52        | 17.28              | 82.72                    |
| 5    | 5                    | 75                 | 25                       | 11.52        | 5.76               | 94.24                    |
| 6    | 5                    | 70                 | 30                       | 5.76         | 0                  | 100                      |
| 7~20 | 5 ~ 5                | 65 ~ 0             | 35 ~ 100                 |              |                    |                          |

상금액에 대해 초기 시점부터 감가상각비를 많이 계상하면 뒤로 갈수록 계상할 감가상각금액이 그만큼 줄어드는 기간 별 이연효과만 나타난다<sup>5)</sup>. 하지만 미래 현금흐름은 언제나 화폐의 시간가치(TVM, Time Value of Money)를 반영하게 되므로 조기 현금흐름 개선은 현재가치 관점에서 순현재가치의 증대를 가져오게 된다. Dobrovolsky(1951)는 1930년대 미국 대공황에 대한 경제적, 재정적 대응으로 가속상각법을 적용한 사례를 소개하였다<sup>9)</sup>. Goode(1955)는 경기 진작 및 설비투자 활성화에 있어서 가속상각법의 유용성을 강조하고 있다<sup>10)</sup>. Klemm(2010)은 감가상각방법에 따른 세금효과에 대해 경제성 및 위험 관점에서 분석하고 있다<sup>11)</sup>. House(2008)은 임시적인 투자세액 인센티브로 일시상각제도의 효과를 검증하고 있다<sup>12)</sup>. 따라서 본 연구에서는 기존 문헌에서 분석한 이러한 세금효과가 과연 감가상각방법에 따라 얼마나 크게 재무성과(NPV 또는 IRR)의 차이를 가져오는지, 재무성과에 영향을 미치게 되는지에 대해서 다음 장에서 사례를 가지고 비교 분석하고자 한다.

#### 4. 데이터의 선정과 조건 설정

미국 LA 소재(경위도, 34.05 N/118.26 W) 10MW 규모의 태양광 발전소를 20년간 운영한다고 가정한다. 동일한 조건에서 감가상각방법만 다르게 적용할 경우 현금흐름

5) 과거 1970년~1980년 고도 경제성장 때에는 한국도 특별상각제도에 의해, 투자설비의 조기 일시상각을 인정하는 세법 규정을 시행한 바 있다.

및 기대 재무성과에 미치는 영향을 경제성 분석방법으로 측정, 분석한다.

#### 4.1 기상 데이터

태양광발전소 소재지의 기상정보 데이터를 요약하면 Table 3과 같다. 미국 국립재생에너지연구소(NREL, The National Renewable Energy Laboratory)의 태양광 데이터베이스(NSRDB)<sup>6)</sup>로부터 해당 지역 기상 데이터를 수집했다<sup>13)</sup>. 데이터 기간은 1998년부터 2019년까지로 매시간 단위 측정값이다.

Table 3. Statistical figures of weather data in PV plant location

| Weather data                                 | Mean   | Min. | Max.     | Std. Dev. |
|--|--------|------|----------|-----------|
| Beam irradiance - DNI (W/m <sup>2</sup> )    | 262.66 | 0.00 | 998.00   | 358.35    |
| Diffuse irradiance - DHI (W/m <sup>2</sup> ) | 56.38  | 0.00 | 470.00   | 77.92     |
| Global irradiance - GHI (W/m <sup>2</sup> )  | 215.61 | 0.00 | 1,056.00 | 306.49    |
| Wind speed (m/s)                             | 2.0    | 0.1  | 10.5     | 1.3       |
| Relative humidity (%)                        | 60.74  | 7.66 | 100.00   | 22.52     |
| Pressure (millibar)                          | 990    | 975  | 1002     | 4         |

#### 4.2 분석대상 태양광설비 구성

10 MW 태양광발전소의 설비 사양은 Table 4와 같다. 설비 사양은 미국 캘리포니아에너지위원회(CEC, California

6) NREL이 관리하는 기상 데이터베이스로서 북미지역의 일사량 정보를 제공(NSRDB, The National Solar Radiation Database)

Table 5. Specification of the initial investment (LA 10 MW)

| Cost                  | Element                     | Description                             | Amount (\$)  |
|-----------------------|-----------------------------|---|--------------|
| Direct capital cost   | Module                      | 0.31 kWdc/unit*32,244 units*@0.38\$/Wdc | 3,800,168.75 |
|                       | Inverter                    | 770 kWac/unit*12units*@0.06\$/Wac       | 600,026.63   |
|                       | BOS                         | 0.20\$/Wdc*10,000.4 kWdc                | 2,000,088.63 |
|                       | Installation labor          | 0.13\$/Wdc*10,000.4 kWdc                | 1,300,057.63 |
|                       | Installation overhead       | 0.06\$/Wdc*10,000.4 kWdc                | 600,026.63   |
|                       | Contingent                  | 3% of Subtotal                          | 249,011.05   |
|                       | Total                       |   |              |
| Indirect capital cost | Permitting and assessment   | 0.01\$/Wdc*10,000.4 kWdc                | 100,004.44   |
|                       | Engineering and development | 0.08\$/Wdc*10,000.4 kWdc                | 800,035.50   |
|                       | Grid interconnection        | 0.03\$/Wdc*10,000.4 kWdc                | 300,013.31   |
|                       | Total                       |   |              |

Energy Commission)에서 운영하는 태양광설비 데이터베이스의 자료에서 선정했다<sup>7)</sup><sup>[14]</sup>. 또한 시스템의 구성은 미국 NREL이 개발한 재생에너지 경제성분석툴(SAM, System Advisor Model)<sup>8)</sup>에서 설계했다<sup>[15]</sup>. 태양광모듈은 310 W (DC) 단결정 실리콘태양전지(미 Sunpower사 제품)로 총 32,244장이 소요되고, 인버터(미 SMA사 제품)는 770 kW (AC) 총 12대를 설치한다. 인버터 총량은 9.24 MW(AC)로써 DC/AC 용량률은 1.08이다. 발전소의 태양광 어레이는 한 스트링에 12개 모듈을 설치, 총 2,687 스트링으로 구성된다. 정남향, 경사각 30도의 고정식 지지대로 설계한다. 그리고 매년 0.5%의 성능 저하(Degradation rate)를 가정한다.

Table 4. System specification of the solar PV plant (LA 10 MW)

| PV module   | Inverter  | PV array   |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>SUNPOWER SPR-E9-310-COM</li> <li>Cell: Mono-c-Si</li> <li>Module area: 1.63 m<sup>2</sup></li> <li>Power: 310.15 DC Watts</li> <li>Number of modules: 32,244</li> <li>Total capacity: 10 DC MW</li> <li>Total module area: 52,589 m<sup>2</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>SMA SCE750CP-US</li> <li>Power: 770 AC kW</li> <li>Number of inverters: 12</li> <li>Total capacity: 9.24 AC MW</li> <li>DCtoAC ratio : 1.08</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Number of strings: 2,687</li> <li>Modules per string: 12</li> <li>Tilt: 30°</li> <li>Azimuth: 180° (south)</li> <li>Tracking: No (Fixed)</li> </ul> |

7) CEC에서는 미국에서 주로 사용되는 태양광설비에 대해 제조업체 별 제품 사양정보를 DB형태로 제공하고 있음.

8) NREL이 운영하는 재생에너지 경제성분석툴로서 태양광, 풍력, 태양열, 지열 등 다양한 에너지원에 대한 분석 기능을 제공

### 4.3 재무조건 설정

항목별 단가의 출처는 미국 NREL이 미국내 태양광프로젝트에서 수집한 원가정보가 수록된 기술기준서(ATB, Annual Technology Baseline)<sup>9)</sup>이다<sup>[16]</sup>. 초기투자금액은 Table 5에서와 같이 직접투자분이 미화 USD8,549,379, 간접투자분이 USD1,200,053.25로 총 미화 USD9,749,432 (\$0.97/Wdc)이 소요된다. 토지 취득/사용비용은 분석에서 제외한다.

재무적 파라미터 값은 다음과 같이 설정한다. 부채 없이 100% 자본(지분)을 투자재원을 하고, 발전소의 운영기간은 감가상각 내용연수와 동일한 20년으로 한다. 20년후 설비의 잔존가치는 없고, 명목할인율은 연 8.12%로 한다. 동할인율은 실질할인율 연 6%에 물가상승률 2%를 반영한 명목수치이다. 연간 유지보수비용은 용량대비 고정비로 가정하고, 연간 kW당 미화 USD13의 비용을 책정한다. 소득세(법인세)는 균등율인 20%<sup>10)</sup>로 책정하고, 연간 설비보험은 설비금액의 0.5%로 설정한다. 생산된 전기는 전량 PPA계약에 의거, 매전단가 10 cents/kWh로 판매하며, 동 PPA 단가는 매년 1%씩 인상조건이다. 추가적인 정부 보조금, 세제혜택 등은 일체 없다고 가정한다.

9) ATB에서는 에너지분석을 위한 기술 원가 및 성능 관련 데이터를 지속적으로 제공함.

10) 미국 세법상 연방법인세율은 21% 단일세율이며, 반면 한국의 법인세율은 4단계로 구분하여 2억원 이하 10%에서 최고 25%까지 구간별 누진방식이다. 본고에서는 비교 편의성을 높이기 위해 20% 단일세율을 가정한다.

## 5. 운영성과 및 경제성 분석 결과

### 5.1 태양광 발전량 산출(운영성과)

분석대상인 LA 소재 10 MW 태양광발전소의 연간발전량은 경제성분석툴인 SAM을 사용해서 산출했다. SAM에서의 태양광 발전량, 즉 운영성과 알고리즘<sup>11)</sup>은 아래 Fig. 2와 같다<sup>[17]</sup>.

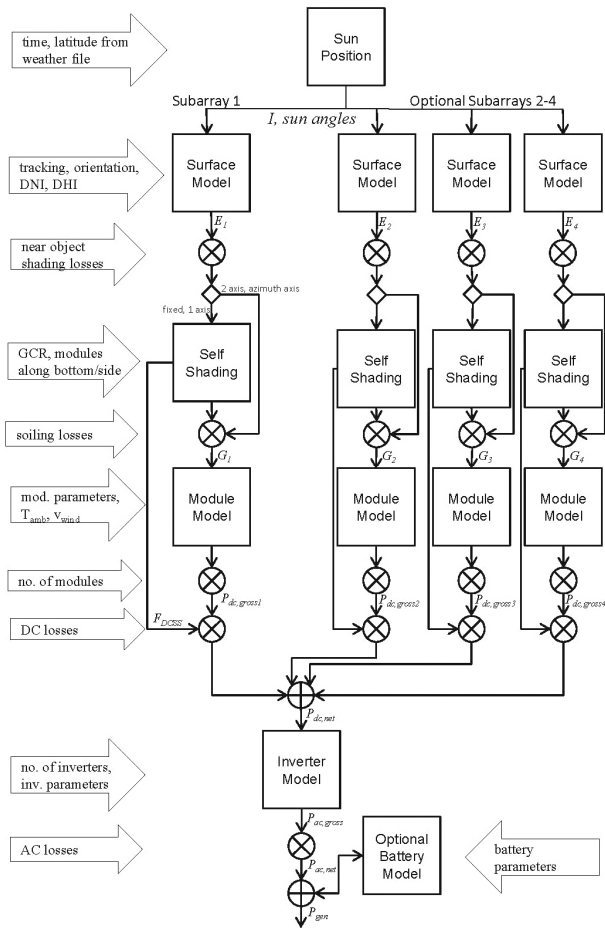


Fig. 2. PV performance model simplified block diagram in SAM

산출 알고리즘에 의거, 시뮬레이션을 실행한 결과는 Table 6과 같다. 1차년도 발전량은 17 GWh으로 산출되었고, 운영기간인 20년 동안 매년 0.5% 정도의 발전량 저하를 가정한다. 설비이용률(Capacity factor)은 19.4%이다. 용량단위당 에너지수율(Energy yield)는 1,704 kWh/kW이다.

11) SAM photovoltaic model technical reference에서 Fig. 2의 블록다이어그램을 인용함.

실제 출력가능 에너지와 이론적 최대가능 에너지의 상대값으로 계산되는 시스템 성능비(Performance ratio)는 발전 시스템 성능지표를 의미하는데 0.79로 산출되었다.

감가상각법은 세금효과를 가져오며 이는 재무적 성과에만 영향을 미친다. 발전량(운영성과)에는 전혀 영향을 미치지 않으므로 감가상각방법과 운영성과는 독립적이라는 의미이다. 그러나 재무적 성과 산출을 위해서는 운영성과 수치가 있어야 한다. 따라서 동일한 운영성과 수치를 다음의 감가상각법별 재무성과 수치 비교에 사용했다.

Table 6. Annual energy production and other performance metrics

| Performance metric | Result         |
|--------------------|----------------|
| Annual energy*     | 17,038,718 kWh |
| Capacity factor    | 19.4%          |
| Energy yield*      | 1,704 kWh/kW   |
| Performance ratio* | 0.79           |

\* Year 1

분석지역의 기상조건을 반영하여 월별 발전량 추이는 Fig. 3에서와 같이 최고 발전량은 8월 1,920 MWh, 그리고 최저 발전량은 2월 1,110 MWh로 추정된다.

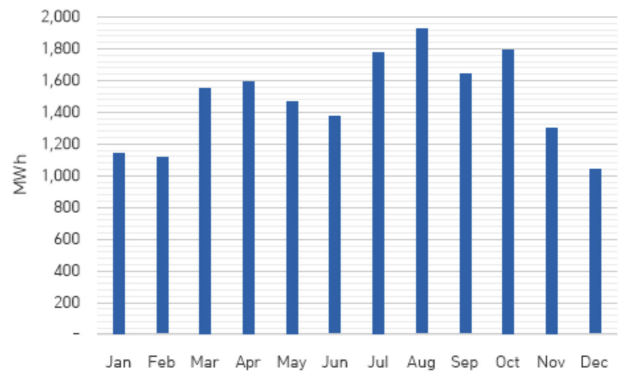


Fig. 3. Monthly averaged energy production

### 5.2 감가상각법별 재무성과 차이

첫 번째로 감가상각방법에 따라 연도별 현금흐름이 상이하게 나타나는 지를 파악하였다. 수정가속상각법 그리고 정액법을 적용하여 현금흐름을 산출하면 Table 7과 같다. 수정가속상각법을 적용하는 초기 6년간 감가상각비 차이에 따른 세금효과가 크게 발생한다. 이에 따른 현금흐름 기간



별 배분 차이는 결국 감가상각방법 선택에 따른 재무성과에 유의미한 차이를 가져옴을 알 수 있다.

Table 7. Annual cash flows after depreciation in MACRS and SLD (Unit: USD)

| Year | MACRS       | SLD         | Difference |
|------|-------------|-------------|------------|
| 0    | - 9,749,432 | - 9,749,432 | -          |
| 1    | 1,610,072   | 1,268,842   | 341,230    |
| 2    | 1,847,970   | 1,321,500   | 526,469    |
| 3    | 1,602,271   | 1,325,387   | 276,884    |
| 4    | 1,456,381   | 1,329,249   | 127,133    |
| 5    | 1,460,217   | 1,333,084   | 127,133    |
| 6    | 1,351,711   | 1,336,892   | 14,819     |
| 7    | 1,243,177   | 1,340,671   | - 97,494   |
| 8    | 1,246,927   | 1,344,421   | - 97,494   |
| 9    | 1,250,646   | 1,348,141   | - 97,494   |
| 10   | 1,254,334   | 1,351,828   | - 97,494   |
| 11   | 1,257,988   | 1,355,482   | - 97,494   |
| 12   | 1,261,608   | 1,359,102   | - 97,494   |
| 13   | 1,265,193   | 1,362,688   | - 97,494   |
| 14   | 1,268,742   | 1,366,236   | - 97,494   |
| 15   | 1,272,253   | 1,369,747   | - 97,494   |
| 16   | 1,275,725   | 1,373,219   | - 97,494   |
| 17   | 1,279,157   | 1,376,651   | - 97,494   |
| 18   | 1,282,547   | 1,380,041   | - 97,494   |
| 19   | 1,285,893   | 1,383,388   | - 97,494   |
| 20   | 1,289,196   | 1,386,690   | - 97,494   |

둘째로 동일한 10 MW 태양광시스템에 대해 내용연수는 20년으로 가정하고, 감가상각방법만 수정가속상각법, 정액법, 일시상각법로 달리 적용할 때 재무성과 차이는 Table 8과 같이 산출되었다. 할인현금흐름법(DCF, Discounted Cashflow method)에서 주로 사용되는 재무기법은 순현재가치법(NPV, Net Present Value)과 내부수익률법(IRR, Internal rate of return)이다. NPV를 수식화하면 다음 (1)과 같다<sup>[18]</sup>.

$$NPV = \sum_{t=1}^N \frac{(R_t - C_t)}{(1+i)^t} - I_0 \quad (1)$$

여기서,  $R_t$  : t기의 수익

$C_t$  : t기의 비용

$i$  : 할인율

$I_0$  : 초기투자금액

한편 IRR을 수식화하면 다음 (2)와 같다<sup>[18]</sup>. 등식을 만족시키는 할인율  $i$ 가 경제성을 설명해주는 내부수익률을 의미한다.

$$\sum_{t=1}^N \frac{(R_t - C_t)}{(1+i)^t} = I_0 \quad (2)$$

공식 (1)과 (2)를 사용하여 3가지 감가상각방법의 재무성과를 각각 산출하면 Table 8과 같다.

Table 8. Comparison of financial metrics (IRR, NPV) - MACRS, SLD and BD

| Financial performance | MACRS (5YRS) | SLD (20YRS) | BD (1YR)  |
|-----------------------|--------------|-------------|-----------|
| IRR (%)               | 13.70        | 12.35       | 14.37     |
| NPV (\$)              | 3,957,461    | 3,283,732   | 4,183,538 |

내부수익률(IRR)은 일시상각법 14.37%, 수정가속상각법 13.70%, 정액법 12.35% 순이었으며, 순현재가치(NPV)는 일시상각법 USD4,183,538, 수정가속상각법이 USD3,957,461, 정액법 USD3,283,732 순의 결과이다. 단지 감가상각방법을 달리 적용한 것임에도 불구하고, IRR은 정액법 대비 수정가속상각법은 10.9%, 일시상각법은 16.6% 높았으며, 순현재가치(NPV)는 정액법 대비 수정가속상각법은 20.5%, 일시상각법은 27.4% 높은 결과이다. 이는 보조금, 세액공제 등과 같은 추가적인 재정지원 없이 감가상각비의 기간 배분에 따른 세금 효과 만으로도 태양광 투자 수익률을 높일 수 있음을 증명한다.

## 6. 민감도분석과 정책적 함의

다음은 민감도 분석에 사용할 주요 재무변수로 실질할인율, 투자금액, 법인세율을 선정하고, 동 독립변수 변화에 따른 재무성과(IRR 또는 NPV)의 변화 정도를 분석했다. 먼저 각 재무변수의 변동율을  $\pm 10\%$ ,  $\pm 20\%$ 로 할 경우, 적용되는 파라미터 수치는 Table 9와 같다.

Table 9. Range setting of independent financial variables in sensitivity analysis

| (Unit: %, one thousand USD) |       |       |       |        |        |
|-----------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Range                       | -20%  | -10%  | 0     | +10%   | +20%   |
| Real discount rate          | 4.8   | 5.4   | 6.0   | 6.6    | 7.2    |
| Investment                  | 7,800 | 8,774 | 9,749 | 10,724 | 11,699 |
| Tax rate                    | 16    | 18    | 20    | 22     | 24     |

Table 10. SA result: Δdiscount rate impact on ΔNPV

(Unit: USD, %)

| Sensitivity analysis   | Depreciation | -20% (4.8%) | -10% (5.4%) | 0% (6%)   | +10% (6.6%) | +20% (7.2%) |
|------------------------|--------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|
| (1) Amount (absolute)  | MACRS        | 5,202,156   | 4,557,508   | 3,957,461 | 3,398,193   | 2,876,255   |
|                        | SLD          | 4,572,192   | 3,904,275   | 3,283,732 | 2,706,471   | 2,168,799   |
|                        | BD           | 5,400,633   | 4,770,030   | 4,183,538 | 3,637,356   | 3,128,052   |
| (2) Discrepancy to SLD | MACRS        | 113.78      | 116.73      | 120.52    | 125.56      | 132.62      |
|                        | SLD          | 100.00      | 100.00      | 100.00    | 100.00      | 100.00      |
|                        | BD           | 118.12      | 122.17      | 127.40    | 134.39      | 144.23      |
| (3) Ratio (relative)   | MACRS        | +31.45      | +15.16      | 0.00      | -14.13      | -27.32      |
|                        | SLD          | +39.24      | +18.90      | 0.00      | -17.58      | -33.95      |
|                        | BD           | +29.09      | +14.02      | 0.00      | -13.06      | -25.23      |

할인율은 통화 및 금융시장 영향을 받는 투자 기회비용 지표이다. 투자금액은 태양광 모듈 및 기타 설비 투자가 주된 부분이므로 투자금액의 변화는 태양광 기술 발전, 기술의 학습효과를 나타내는 지표이다. 마지막으로 법인세율은 정부의 주된 재원을 가늠하는 재정지표이다. 거시적 경제 여건 및 기술 발전수준이 달라진다는 가정 하에 동 독립변수 값이 태양광설비 투자수익성에 미치는 영향 정도를 감가상각방법별로 비교 분석한다.

6.1 민감도: 할인율 변동과 NPV

첫 번째로 할인율의 변화를 주었을 때 재무성과인 NPV 수치의 변동을 분석했으며 그 결과는 Table 10과 같다.

설정 실질할인율인 6%에서 ±10% 및 ±20% 변화를 줄 경우, NPV<sup>12)</sup>에 미치는 영향을 절대값 및 상대값으로 비교하고, 정액법 대비 다른 두 상각법(수정가속상각법, 일시상각법)의 괴리도를 산출하여 다음과 같은 비교 결과를 얻었다.

- ① 할인율 변화 정도에 상관없이 항상 정액법보다 일시상각법 > 수정가속상각법 순으로 더 큰 재무성과(NPV) 효과가 나타난다(Table 10의 (1) 민감도 절대값).
- ② 할인율이 높아질수록, 정액법 대비 다른 두 감가상각법의 재무성과(NPV) 효과는 상승한다(Table 10의 (2) 정액법 대비 괴리율).

12) 재무성과지표인 IRR은 할인율에 무관하게 산출가능한 투자 기회비용 수치이다. 따라서 IRR이 아닌 다른 재무성과지표인 NPV에 미치는 영향을 분석한다.

- ③ 할인율 변화 정도에 상관없이 항상 민감도는 정액법 > 수정가속상각법 > 일시상각법 순으로 크게 나타난다(Table 10의 (3) 민감도 상대값).

6.2 민감도: 투자금액 변동과 IRR

투자금액의 변화를 주었을 때 재무성과인 IRR 수치의 변동을 분석했으며 그 결과는 Table 11과 같다.

설정 투자금액인 USD9,749,432(10 MW)에서 ±10% 및 ±20% 변화를 줄 경우, IRR에 미치는 영향을 절대값 및 상대값으로 비교하고, 정액법 대비 다른 두 상각법(가속상각법, 일시상각법)의 괴리도를 산출하여 다음과 같은 비교 결과를 얻었다.

- ① 투자금액 변화 정도에 상관없이 항상 정액법보다 일시상각법 > 수정가속상각법 순으로 더 큰 재무성과(IRR) 효과가 나타난다(Table 11의 (1) 민감도 절대값).
- ② 투자금액이 커질수록, 정액법 대비 다른 두 감가상각법의 재무성과(IRR) 효과는 상승한다(Table 11의 (2) 정액법 대비 괴리율).
- ③ 투자금액 변화 정도에 상관없이 항상 민감도는 정액법 > 일시상각법 > 수정가속상각법 순으로 크게 나타난다(Table 11의 (3) 민감도 상대값).

6.3 민감도: 법인세율 변동과 IRR

마지막으로 법인세율의 변화를 주었을 때 재무성과인 IRR 수치의 변동을 분석했으며 그 결과는 Table 12와 같다.

설정 법인세율인 20%에서 ±10% 및 ±20% 변화를 줄 경



Table 11. SA result:  $\Delta$ investment amount impact on  $\Delta$ IRR

(Unit: USD, %)

| Sensitivity analysis   | Depreciation | -20% (7,799,546) | -10% (8,774,489) | 0% (9,749,432) | +10% (10,724,375) | +20% (11,699,318) |
|------------------------|--------------|------------------|------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| (1) Amount (absolute)  | MACRS        | 17.68            | 15.50            | 13.70          | 12.18             | 10.86             |
|                        | SLD          | 16.06            | 14.03            | 12.35          | 10.93             | 9.71              |
|                        | BD           | 18.59            | 16.28            | 14.37          | 12.76             | 11.37             |
| (2) Discrepancy to SLD | MACRS        | 110.09           | 110.48           | 110.93         | 111.44            | 111.84            |
|                        | SLD          | 100.00           | 100.00           | 100.00         | 100.00            | 100.00            |
|                        | BD           | 115.75           | 116.04           | 116.36         | 116.74            | 117.10            |
| (3) Ratio (relative)   | MACRS        | +29.05           | +13.14           | 0.00           | -11.09            | -20.73            |
|                        | SLD          | +30.04           | +13.60           | 0.00           | -11.50            | -21.38            |
|                        | BD           | +29.37           | +13.29           | 0.00           | -11.20            | -20.88            |

Table 12. SA result:  $\Delta$ tax rate impact on  $\Delta$ IRR

(Unit: %)

| Sensitivity analysis   | Dep.  | -20% (16%) | -10% (18%) | 0% (20%) | +10% (22%) | +20% (24%) |
|------------------------|-------|------------|------------|----------|------------|------------|
| (1) Amount (absolute)  | MACRS | 13.97      | 13.84      | 13.70    | 13.57      | 13.43      |
|                        | SLD   | 12.87      | 12.61      | 12.35    | 12.09      | 11.82      |
|                        | BD    | 14.50      | 14.44      | 14.37    | 14.31      | 14.24      |
| (2) Discrepancy to SLD | MACRS | 108.55     | 109.75     | 110.93   | 111.44     | 111.84     |
|                        | SLD   | 100.00     | 100.00     | 100.00   | 100.00     | 100.00     |
|                        | BD    | 112.67     | 114.51     | 116.36   | 116.74     | 117.10     |
| (3) Ratio (relative)   | MACRS | +1.97      | +1.02      | 0.00     | -0.95      | -1.97      |
|                        | SLD   | +4.21      | +2.11      | 0.00     | -2.11      | -4.29      |
|                        | BD    | +0.90      | +0.49      | 0.00     | -0.42      | -0.90      |

우, IRR에 미치는 영향을 절대값 및 상대값으로 비교하고, 정액법 대비 다른 두 상각법(수정가속상각법, 일시상각법)의 괴리도를 산출하여 다음과 같은 비교 결과를 얻었다.

- ① 법인세율 변화 정도에 상관없이 항상 정액법보다 일시상각법 > 수정가속상각법 순으로 더 큰 재무성과(IRR) 효과가 나타난다(Table 12의 (1) 민감도 절대값).
- ② 법인세율이 높아질수록, 정액법 대비 다른 두 감가상각법의 재무성과(IRR) 효과는 상승한다(Table 12의 (2) 정액법 대비 괴리율).
- ③ 법인세율 변화 정도에 상관없이 항상 민감도는 정액법 > 수정가속상각법 > 일시상각법 순으로 크게 나타난다(Table 12의 (3) 민감도 상대값).

#### 6.4 정책적 함의

앞에서의 경제성분석 결과와 같이, 감가상각법 변경만으

로도 재무성과인 IRR과 NPV에 큰 차이가 나타난다. 이러한 감가상각법은 추가적인 정부 재정지출을 요구하지 않는다. 단지 세법에서 태양광설비에 적용가능한 감가상각방법들을 추가 개정하면 된다. 현재의 정액법에서 수정가속상각법, 일시상각법 등 다양한 상각방법을 선택하도록 유연성을 제공하는 것이다. 본 연구 결과, 감가상각방법별 민감도 정도에 대해 다음 세 가지의 일관된 결과를 도출했다.

- 할인율, 세율, 투자금액 등 주요 재무적 변수가 어떻게 얼마나 변화하는 지에 상관없이, 정액법보다 일시상각법 > 수정가속상각법 순으로 더 큰 재무적 성과(IRR, NPV)를 가져온다.
- 할인율이 높아질수록, 세율이 인상될수록, 투자금액이 늘어날수록, 정액법 대비 다른 두 감가상각방법인 일시상각법 및 수정가속상각법의 투자성과 괴리도는 커지게 된다. 즉 정액법보다 재무적 효과는 더 크게 나타난다는 의미이다.
- 할인율, 세율과 같은 재무적 변수 변화에 대해서 정액법 > 수정가속상각법 > 일시상각법 순으로, 그리고 투자금액의 변화에 대해서는 정액법 > 일시상각법 > 수정가속상각법 순으로 재무성과가 민감하게 반응한다. 이는 재무적 변수가 어떻게 또한 얼마나 변화하는 지에 상관없이, 정액법보다 일시상각법 및 수정가속상각법이 보다 안정적인 재무적 성과(IRR, NPV)를 기대할 수 있다는 의미이다.

할인율은 투자자 자신의 기대수준이라는 주관적 가치에 의해 결정되지만, 아울러 정부의 통화정책 및 국내의 경제

여건에 따라 영향을 받는다. 법인세율은 정부의 조세정책에 따라 결정된다. 마지막으로 투자금액은 태양광 가치사슬에서의 기술개발 및 그에 따른 학습효과에 따라 달라질 수 있다. 하지만 이러한 불확실성이 어느 정도인지에 무관하게 수정가속상각법 및 일시상각법은 정액법보다 투자자한테 사업 측면에서 높은 재무성과를 일관되게 가져다준다. 또 다른 이점으로는 이러한 재무적 변수의 변화, 즉 불확실성에 대해서 정액법 보다 수정가속상각법 및 일시상각법을 적용하면 더욱 안정적인 재무성과를 투자자가 기대할 수 있다. 이는 사업의 불확실성을 경감시켜주는 추가적인 효과가 있다.

정책적 함의점을 요약하면, 수정가속상각법 적용이 재생에너지 투자/보급 유인책으로 적합한 지에 대해서 다음 세 가지 관점에서 설명할 수 있다. 첫째, 본고의 경제성분석 비교분석 결과에서와 같이 수정가속상각법이 현재 한국에서 적용되는 정액법보다 사업자한테 더 큰 경제적 가치를 제공한다. 프로젝트 초반 시기에 세금효과를 더 빨리 그리고 더 많이 받게 된다. 이로 인해 프로젝트의 순현재가치가 증가하게 되고, 이는 결국 발전사업자에게 투자가치 증대를 가져다준다. 둘째, 수정가속상각법은 투자에 따른 불확실성을 경감시켜준다. 사업자는 장기 위험 및 불확실성을 가능한 한 회피하고자 한다. 따라서 당초의 경제적 내용연수보다 조기에 투자금액 회수가 가능한 것은 사업투자에의 큰 유인이 된다. 셋째, 실제로 사업의 현금흐름을 개선시켜 주므로 투자재원 마련에 있어서 유연한 선택을 가능하게 한다. 따라서 연구 결과와 같이 국가 보조금 및 세금 경감과 같은 추가적인 재정지원 없이도 사업자한테 투자유인을 제공해 줄 방법이 있다면 정부는 관련 정책을 적극적으로 검토할 필요가 있다.

## 7. 결 론

감가상각제도에서 회계와 세법의 이원화를 고려해 봄 직하다. 특히 재생에너지, 친환경, 에너지전환 등 추가적인 사회적 편익 기대가 가능한 분야에 대해서는 보급, 유인방안으로 미국과 같은 수정가속상각법 반영을 본고의 연구결과에 의거하여 제안한다. 세법에서 보는 감가상각제도는

자산원가의 합리적인 배분 외에도 투자금액의 조기회수를 지원하는 조세 유인적 성격을 지니고 있다. 본 연구 결과는 에너지전환의 추구, 재생에너지의 보급, 확산을 위해서 유의미한 대안을 제시하는 바, 세법 부문에서의 진지한 정책 검토를 기대해 본다.

## Acknowledgments

본 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단 탄소자원화 기술고도화 사업(한국연구재단이 부여한 과제번호 2020076461)의 지원을 받고, 또한 KU-KIST스쿨 운영사업의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

## References

- [1] Sonu, S., 2016, "Effect of the REC price volatility on the PV system installation by private participants: empirical test on a Korea case under the RPS system", *New. Renew. Energy*, **12**(3), 156-164.
- [2] Cho, C., 2010, "Overseas cases of renewable energy promotion policy: comparison of US and UK with implication", *Seoul Economy*, 2010(12), 14-26, [https://www.si.re.kr/sites/default/files/2010%2012%20issue02\\_1.pdf](https://www.si.re.kr/sites/default/files/2010%2012%20issue02_1.pdf).
- [3] National Tax Law Information System. [https://txsi.hometax.go.kr/docs\\_new/main.jsp](https://txsi.hometax.go.kr/docs_new/main.jsp)
- [4] Internal Revenue Service (RIS), 2019, "How to depreciate property", Publication 946. <https://www.irs.gov/publications/p946>.
- [5] Internal Revenue Service (RIS), "Tax cuts and jobs act: a comparison for businesses", <https://www.irs.gov/newsroom/tax-cuts-and-jobs-act-a-comparison-for-businesses>.
- [6] Kim, J., Chung, H., and Chi, J., 2009, "Depreciation policy of major countries", *Tax Law Research* **09-07**, KIPF, <https://www.kipf.re.kr/cfa/Publication/Paper/kiPublish/CD3/view.do?serialNo=1479>.
- [7] Jung, G., 2017, "PV industry and development policy in US", *World Energy Market Insight*, KEEI, **17-16**,

- 19-31, [http://www.keei.re.kr/web\\_energy\\_new/insight.nsf/view\\_detail/ABE5335EBEE66925492584280037D019?opendocument&view=json\\_by\\_doctype&category=0&menu=insight&doctype=0&region=all&opentype=embedded](http://www.keei.re.kr/web_energy_new/insight.nsf/view_detail/ABE5335EBEE66925492584280037D019?opendocument&view=json_by_doctype&category=0&menu=insight&doctype=0&region=all&opentype=embedded).
- [8] Harrison Jr, W.T., Horngren, C.T., Thomas, C.W., and Suwardy, T., 2011, "Financial accounting: international financial reporting standards", 8th edition, Pearson.
- [9] Dobrovolsky, S.P., 1951, "Depreciation policies and investment decisions", *Am. Econ. Rev.*, **41**(5), 906-914.
- [10] Goode, R., 1955, "Accelerated depreciation allowances as a stimulus to investment", *Q. J. Econ.*, **69**(2), 191-220.
- [11] Klemm, A., 2010, "Causes, benefits, and risks of business tax incentives", *Int. Tax Public Finance*, **17**(3), 315-36.
- [12] House, C.L., and Shapiro, M.D., 2008, "Temporary investment tax incentive: theory with evidence from bonus depreciation", *Am. Econ. Rev.*, **98**(3), 737-768.
- [13] NSRDB (National Solar Radiation Database), <https://nsrdb.nrel.gov/>
- [14] California Energy Commission, "Solar Equipment lists", <https://www.energy.ca.gov/programs-and-topics/topics/renewable-energy/solar-equipment-lists>
- [15] National Renewable Energy Laboratory (NREL), "System advisor model", <https://sam.nrel.gov/>
- [16] National Renewable Energy Laboratory (NREL) "Annual technology baseline", <https://atb.nrel.gov/>
- [17] Gilman, P., Dobos, A., DiOrio, N., Freeman, J., Janzou, S., and Ryberg, D., 2018, "SAM photovoltaic model technical reference update", National Renewable Energy Laboratory (NREL), NREL/TP-6A20-67399.
- [18] Bhattacharyya, S.C., 2011, "Energy Economics", Springer.