

## 希少金属の消費を考慮した太陽光発電の環境影響評価

伊坪研究室  
1231033 大内凌太

### 1. 背景

世界的なエネルギー需要増大と気候変動の深刻化を受け、再生可能エネルギーの大量普及は国際的に必須とされている。太陽光発電により温室効果ガスの排出抑制が期待される一方で、レアメタルを消費することによる資源消費とのトレードオフが生じる。LCA 手法を用いた太陽光発電の評価では、資源枯渇の観点からレアメタルの消費に着目した評価事例は少ない。また、再生による金属回収の効果について定量的に分析された事例はない。

### 2. 目的

本研究では、太陽光発電パネル（シリコン系・CdTe 型・CIGS 型）の地球温暖化への影響を GHG 排出量で評価し、ベースメタル・レアメタルの使用による影響について、資源消費の観点から評価を実施するとともに銀の回収による環境負荷削減効果を評価することを目的とする。リサイクル工程は国内企業が導入開始していることから、一時データを入手する。

### 3. 研究方法

本研究では以下 2 点の算定を行うこととする。

- ① 太陽光発電の地球温暖化 (GHG 排出量) を評価する。
- ② シリコン系太陽光発電の銀の回収による環境負荷削減効果を地球温暖化・資源消費・廃棄物の観点から評価する。

### 3.1 評価対象

算定①の評価対象は 4 種の太陽光発電モジュール (単結晶 Si 型、多結晶 Si 型、CIGS 型、CdTe 型) とし、算定②では多結晶 Si 型のみ評価対象とする。

### 3.2 機能単位

算定①では太陽光モジュールにおける出力 1kW を機能単位とし、算定②では多結晶 Si 型太陽光モジュール 1 枚 (1.6m<sup>2</sup>) を機能単位とする。

### 3.3 調査範囲

算定①では各種太陽光発電パネルの環境影響比較を行うため、太陽光発電モジュールの原材料調達段階・製造段階のみを調査範囲とし使用・輸送・廃棄リサイクル段階は調査範囲外とした。

算定②では、太陽光発電モジュールの原材料調達段階・製造段階・廃棄リサイクル段階を調査範囲とした。システム境界を以下の図 1 に示す。

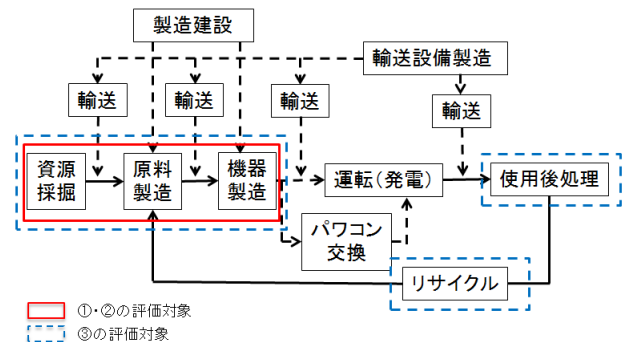


図 1 本研究のシステム境界

### 3.4 算定方法

本研究での GHG 排出量、資源枯渇評価の算定に

は原単位法を使用した(算定式は以下の式 1, 2 に示す。

$$\text{GHG 排出量} = \Sigma (\text{活動量} \times \text{GHG 排出量原単位}) \quad (\text{式 1})$$

活動量は、生産までは IEA 報告書「Life Cycle Inventories and Life Cycle Assessments of Photovoltaic Systems」(2015)<sup>1)</sup>の文献値、再生リサイクルは企業へのヒアリングによって得た一次データを用いた。(式 1)の GHG 排出量原単位には、一般社団法人産業環境管理協会が公開している IDEA を使用した。

#### 4. 結果

##### 4.1 各種太陽光発電の GHG 排出量比較

各種太陽光発電の製造工程別 GHG 排出量の算定結果を図 2 に示す。シリコン系太陽光モジュールは化合物系太陽光モジュールより GHG 排出量が多い結果となった。特に単結晶シリコンはウェハの生産時のエネルギー投入量が多く、多結晶はウェハ分のエネルギー投入量が少なく、CIGS とほぼ同程度であった。光吸収係数が高く薄膜かが可能な CdTe は材料使用量の低減による GHG 排出量は相対的に低かった。

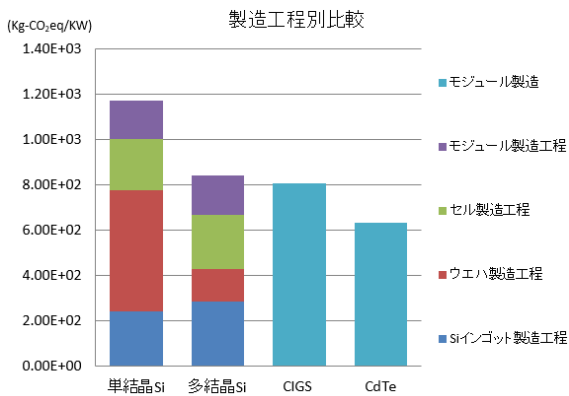


図 2 各種太陽光モジュールの GHG 排出量算定結果

##### 4.3 銀の回収における環境影響削減効果

太陽光モジュールに含まれる金属のリサイクルによる環境負荷削減効果を地球温暖化・資源消費・廃棄物の観点から統合化を行った結果を図 4 に示す。金属のリサイクルを実施することで資源消費・廃棄物の影響が抑制される結果となった。特に資源消費は銀の回収により約 7 割削減され、統合化結果で約 5 割削減される結果となった。

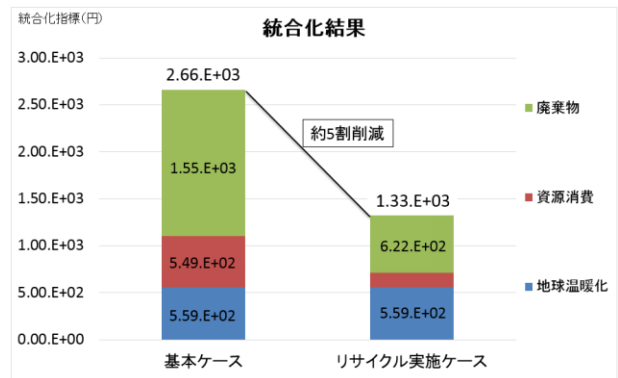


図 4 シリコン系太陽光発電を対象とした金属の回収による環境影響削減効果

#### 5. 結論と課題

本研究は各種太陽光発電(単結晶 Si 型・多結晶 Si 型・CIGS 型・CdTe 型)に対して地球温暖化評価(GHG 排出量)を行った上で、シリコン系太陽光発電のリサイクルによる環境負荷削減効果を評価した。太陽光発電の製造による資源枯渇の影響を抑制するためには、高効率での金属の回収が重要となる。日本ではすでにシリコン系太陽光電池の回収、リサイクル事業が開始している。一次データを用いて算定した結果、環境影響の総量を 5 割程度削減する効果が見込まれた。

#### 6. 参考文献

[1] Life Cycle Inventories and Life Cycle, Report IEA-PVPs, Assessments of Photovoltaic Systems, Task 12, Subtask 2.0, 2015