

Task 12 太陽光発電の持続可能性

PVPS

ファクトシート

太陽光発電システム発電電力の ライフサイクルアセスメント

2023 年データ更新版

著者 : Stucki, M., Götz, M., de Wild-Scholten, M., Frischknecht, R.

Task 12 マネージャー :

Garvin Heath, NREL, 米国

Etienne Drahi, TotalEnergies, フランス

ライフサイクルアセスメント

ライフサイクルアセスメント（LCA）は、以下の各段階における物質およびエネルギーのフローとそれらに伴う排出を定量化し、評価するための構造化された包括的な方法です：

- 01 製造 - 資源採掘、原材料生産、ウエハー、セルおよびパネルの製造
- 02 輸送 - 搬送および保管
- 03 設置 - 屋根等への取り付け、配線
- 04 使用 - 30年間以上の使用期間中の保守
- 05 廃棄 - 解体、リサイクル、廃棄物処理

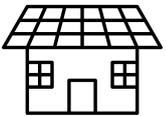
対象とする太陽光発電システム

典型的な住宅用太陽光発電システムを対象とし、以下を前提としています：

- ヨーロッパにおける3 kWpの屋根設置型太陽光発電システムによるAC発電電力（交流電力）1 kWあたりの環境影響を評価
- 太陽電池パネル、架台、配線材料、インバータおよびシステムの設置を含む
- 年間発電電力量：976 kWh/kWp/年、年間水平面日射量：1,331 kWh/m²/年
- 経年劣化：0.7 %/年
使用期間：太陽電池パネルは30年、インバータは15年

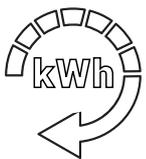


太陽電池パネルは以下の4種類を想定しています：



1. Cadmium-Telluride (CdTe) 18.4 %
2. Copper-Indium-Gallium-Selenide (CIS / CIGS ²) 17.0 %
3. Multi-crystalline Silicon (multi-Si, BSF ²) 18.0 %
4. Mono-crystalline Silicon (mono-Si, PERC / TOPCon ³) 20.9 %

ペイバック・タイム



非再生可能エネルギーペイバックタイムは、再生可能エネルギーシステムが、システム自体の製造に使用された非再生可能一次エネルギーと同量のエネルギーを生産するために必要な期間として定義されます：

	UNIT	Mono-Si	Multi-Si	CIS	CdTe
NREPBT	year	1.0	1.2	1.2	0.8



環境への影響

太陽光発電システムからの1 kWhの電力の発電に伴い排出される温室効果ガスは、化石燃料発電からの排出量（最大1kg-CO2eq/kWh）よりもはるかに少なくなります。

	UNIT	Mono-Si	Multi-Si	CIS	CdTe
Greenhouse gas emissions	g CO ₂ eq	35.8 ⁴	43.6	35.5	25.2
Resource use, fossil fuels	MJ	0.44	0.52	0.51	0.35
Resource use, minerals and metals	mg Sb eq	5.04	5.30	4.64	5.22
Particulate matter	10 ⁻⁹ disease incidences	2.87	3.97	1.34	1.04
Acidification	mmol H ⁺ eq	0.29	0.36	0.21	0.18
Module efficiency	%	20.9	18.0	17.0	18.4
Data	reference period	2020 - 2023	2019 - 2021	2010 / 2020	2020 - 2022

⁴ Contributions of PV modules: 20.2 g CO₂-eq (56 %); inverter: 9.9 g CO₂-eq (28 %); rest: 5.8 g CO₂-eq (16 %)

環境影響の変化

下表は、2021年の太陽光発電システムと比較した、環境影響の変化を示しています。100%以上の場合は環境への影響が増加したことを示し、100%以下の場合は影響が減少したことを示します。

	Mono-Si	Multi-Si	CIS	CdTe
Greenhouse gas emissions	83 %	99 %	100 %	99 %
Resource use, fossil fuels	87 %	99 %	100 %	99 %
Resource use, minerals and metals	97 %	100 %	100 %	100 %
Particulate matter	74 %	102 %	109 %	108 %
Acidification	80 %	99 %	100 %	99 %
Reference period	2020 - 2023 (2019 - 2021)	2019 - 2021 (2019 - 2021)	2010 / 2020 (2010 / 2020)	2020 - 2022 (2019 - 2020)



2021年データとの主な変更点

- 単結晶Si太陽電池パネル：
 - 効率の向上（ライフサイクル環境影響の減少）
 - ウエハースライス時の切り屑によるロス（カーフロス）の減少と、必要となる多結晶 Si 原料量の減少（ライフサイクル影響の減少）
 - ソーラーグレードシリコン、ウエハー、セルおよびパネル製造時に消費する電力および熱エネルギーの減少（ライフサイクル影響の減少）
- CdTe PVパネル：
 - パネル効率の向上（影響の減少）
- すべての技術：
 - ライフサイクルアセスメント方法の新バージョン（影響のわずかな変動）

単結晶 Si 太陽光発電システムにおける温室効果ガス排出量の経年的な変化

以下の表は、スイスにおける単結晶Si太陽電池パネルを使用した住宅用太陽光発電システムが発電する電力の温室効果ガス排出量の変化を示しています。効率の向上と製造プロセスの改善により、排出量（g-CO₂eq/kWh）が減少しています。

	UNIT	1996	2003	2007	2014	2016	2020	2021	2023
Greenhouse gas emissions	g CO ₂ eq/kWh	121	72	76	80	107	43	43	36
Module efficiency	%	13.6	14.8	14.0	14.0	15.1	19.5	20.0	20.9
Annual yield	kWh/kWp	862	882	922	922	882	976	976	976

Task 12の目的

- 太陽光発電の環境影響プロファイルを他のエネルギー技術と定量的に比較する。
- 市場の成長にとって重要となる環境、健康、安全および持続可能性の問題を定義し、対応する。

Task 12 sub tasks:



1. 循環経済（CE）
2. ライフサイクルアセスメント（LCA）
3. エコシステム統合PV（ecoPV）
4. 広範な持続可能性の側面（BSA）

Task 12 は、国立再生可能エネルギー研究所（NREL）とTotalEnergies OneTechによって共同運営されています。DOEおよびTotalEnergiesからの支援に感謝します。

