

(平成18年度～平成21年度 4年間)  
『太陽光発電システム共通基盤技術研究開発』  
事後評価分科会説明資料

議事5 プロジェクトの詳細説明(公開)

5-2 PV環境技術の開発

2009年12月18日  
NEDO技術開発機構 新エネルギー技術開発部

PV環境技術の開発

3. 研究開発成果について (2)成果の意義

「太陽光発電システム共通基盤技術  
研究開発」(事後評価)分科会  
資料7-3

公開

PV環境技術の開発

太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究

事業原簿 P59-66

【調査目的】

→ 太陽光発電システムへの社会的要請をより高め、今後大量普及を実現するためには、太陽光発電の利点であるエネルギー・環境面の効果を定量的に評価し、周知させることを目的にライフサイクルの評価およびツールの開発を実施した。

【調査成果】

- 最近の知見を用いた条件に基づき、インベントリデータ(各プロセスの入出力データ)の収集を行い、住宅用・公共産業等用のそれぞれについて、これまでには行ってこなかった廃棄段階も含めたライフサイクルインベントリデータを算定・分析(図1)
- 算定結果を普及・啓発するため、一般消費者や研究開発者が製品仕様や一部条件などを変更し算定を行うことのできるMS-EXCELを用いた算定ツールを開発した(図2)

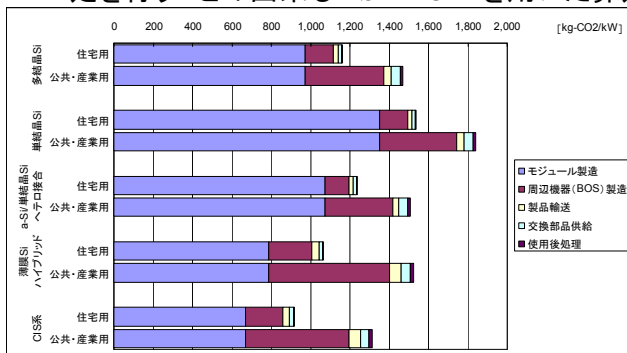


図1 データ算定結果



図2 ツール画面

## 【評価対象】

- 本評価では、国内ですでに商業化されている太陽電池を対象としている。
- 市場は**多結晶Si**、**単結晶Si**、**アモルファスSi**／**単結晶Siヘテロ接合**の結晶Si系3種類で大半を占有している。
- アモルファスSiは結晶Si系と比べ発電効率が低く、市場のシェアは小さいが、現在では微結晶Siと組み合わせて効率を高めた**薄膜Siハイブリッド**と呼ばれる種類が市場投入されている。
- Si系以外の新たな薄膜太陽電池として化合物半導体を用いる**CIS系**太陽電池が注目され、市場投入が始まっている。

2/15

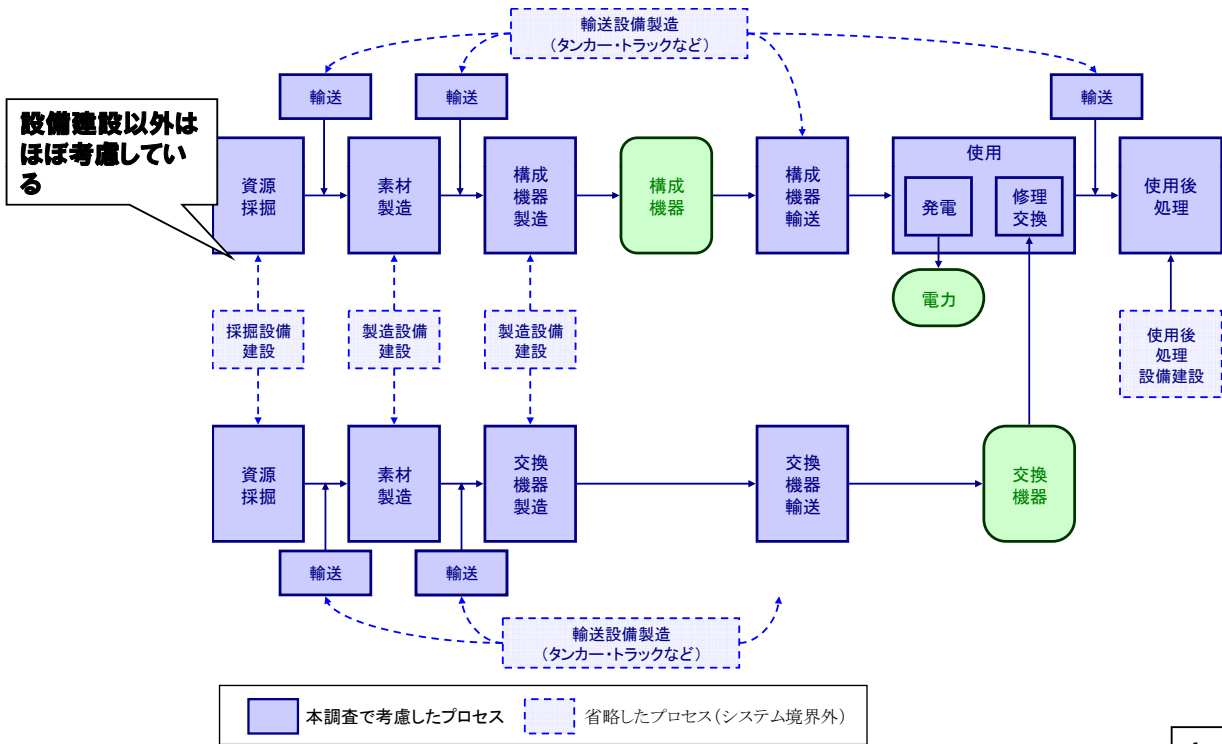
## 【評価対象の仕様】

- 下記の5種類の太陽電池セルに対し、下記の条件で仕様を設定して行った。住宅用は4kW、公共産業等用は10kWクラスのシステムを想定した。
- システム機器の範囲：モジュール、架台、パワーコンディショナ、配線材料、接続箱、公共産業等用の基礎コンクリート
- 太陽光発電の年間発電量：全国日射関連データベースと過去の実績に基づくシステム出力係数から、住宅用:990kWh/kW/年、公共産業等用:1,060 kWh/kW/年(いずれも傾斜角は南向き20度)
- システムの耐用年数:20年(パワーコンディショナのみ10年)とし、20年間のライフサイクルで評価

太陽電池種類	モジュール効率(%)	モジュール出力(W/枚)	住宅用		公共産業等用	
			モジュール枚数	システム出力(kW)	モジュール枚数	システム出力(kW)
多結晶Si	13.9	186	21	3.90	54	10.03
単結晶Si	14.3	165	24	3.96	60	9.90
アモルファスSi／結晶Siヘテロ接合	16.6	195	20	3.89	51	9.92
薄膜Siハイブリッド	8.6	37.5	108	4.06	270	10.14
CIS系	10.1	80	48	3.84	126	10.08

3/15

# 【システム境界(評価範囲)】



# 【データ作成方法】

- **【モジュール製造】**:モジュール製造フローについて各太陽電池メーカーに確認し、その製造フローにおける入出力データを太陽電池メーカーより提供いただいて作成(一部は弊社で推計し、メーカーに確認)。
- **【パワーコンディショナ・接続箱】**:メーカーより素材構成及び製造時のエネルギー消費量のデータを提供いただき、このデータから算定
- **【その他部材】**:要求される寸法などから重量を推計し、文献より材料を想定して算定

＜本評価は、太陽電池メーカー数社と有識者による委員会を構成して実施した。(3年間で8回開催)＞

## 【輸送段階の評価条件】

- 太陽電池モジュール、パワーコンディショナ、架台などの各部材は個別に設置場所に輸送される。
- 海外への輸送(輸出入)は考慮していない。
- 実際の輸送は、供給場所(工場・倉庫など)から設置場所まで様々な輸送の内容があり、一通りには決められない。そのため、輸送条件は、全ての部材について、一律に設定した。

### 【輸送条件】

輸送手段:4tトラック

輸送距離:片道500km(東京～大阪間を想定)

輸送重量:各部材重量

積載率 :100%(各部材の寸法と重量から設定)

6/15

## 【使用段階の評価条件】

- 発電電力量

太陽光発電システムの年間発電量

= 太陽電池年間日射量[kWh/m<sup>2</sup>/年] × システム出力係数(発電量と送電量の間ロスを考慮) × 太陽光発電システムの出力[kW]

年間日射量:1,342kWh/m<sup>2</sup>/年(日本の880地点の平均)

システム出力係数:住宅用0.74、公共産業等用0.79(これまでの実績にもとづく数値)

→ 住宅では1kWの太陽電池で年間990kWh発電

7/15

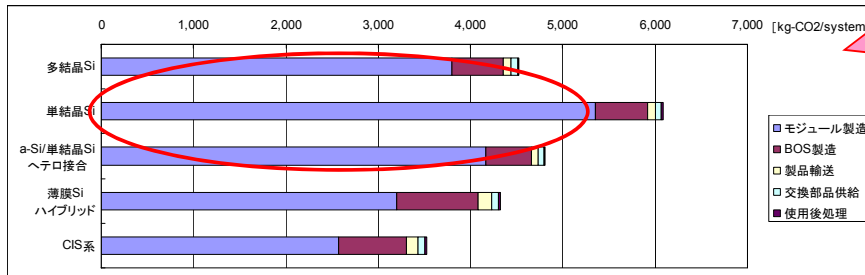
## 【廃棄・リサイクル段階の評価条件】

- 廃棄段階は、現状の金属や樹脂などの各材料のリサイクル率をもとに、処理フローと再生と最終処分の割合を想定して計算を行った。
- モジュールについては、現状のケース(「**基本ケース**」)のほか、開発途上の技術が実用化され、太陽電池モジュール中の再利用可能な有価物を可能な限り回収し、リサイクルする「**リサイクル促進ケース**」を想定した。

普及した商品の廃棄が生じる将来(2030年頃?)を見据えた条件を設定  
(NEDOにおける技術開発内容をベースに検討した)

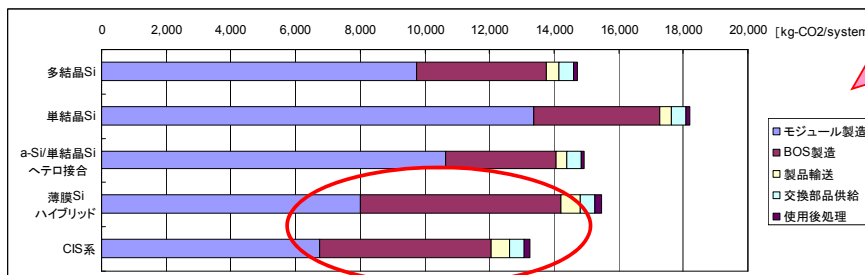
## 【システムあたりのCO<sub>2</sub>排出量】

【住宅用太陽電池の算定結果(基本ケース)】



結晶Si系太陽電池はモジュール製造部分が大きく、ほぼ同等の出力のシステムあたりでは薄膜系よりもCO<sub>2</sub>排出量が大きくなる。

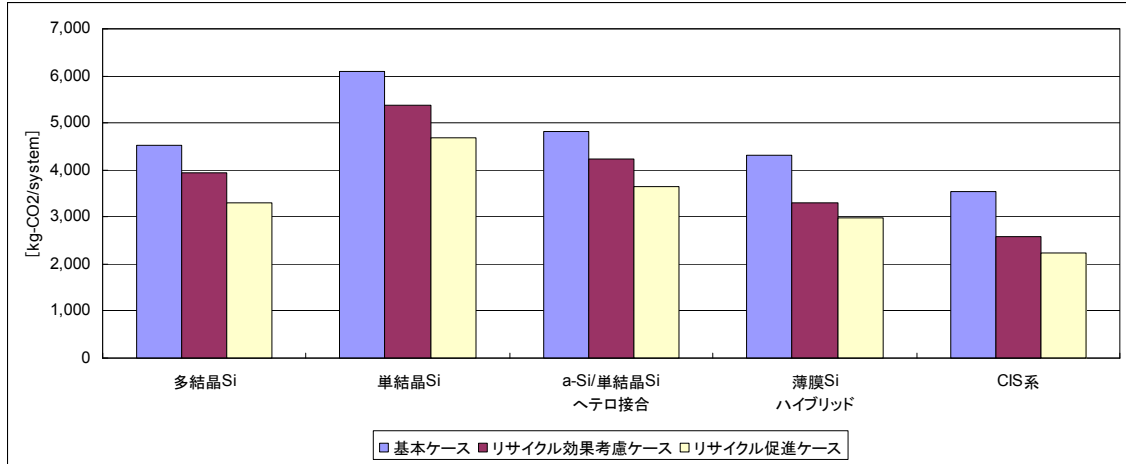
【公共産業等用太陽電池の算定結果(基本ケース)】



公共産業等用では、基礎コンクリート、架台の影響が大きい。その結果、効率が低く同じ出力を得るために広い面積が必要な薄膜系と高効率な結晶Si系で優位性が住宅用とは逆転する。  
(どちらにしてもCIS系が最も低く、単結晶Siが最も高い)

## 【CO<sub>2</sub>排出量の分析(リサイクル促進の効果)】

ーリサイクル促進技術の開発により、結晶Si系は約15%のCO<sub>2</sub>排出量削減であるのに対し、薄膜ハイブリッドは5%、CIS系で9%程度の削減になる。Siの回収再利用による効果大きいことがこの要因となっている。



【リサイクル効果の検討結果】

## 【エネルギーペイバックタイム】

- ー現状の単結晶Si・公共・産業等用でも3.4年、CIS系の住宅用では1.4年でエネルギー消費量はペイバックされ、後の年数は純粋な創エネとなる
- ーさらにリサイクル促進技術の導入で結晶系でも2年足らず、CIS系では1年足らずで回収が可能となる。

$$EPT[\text{year}] = \frac{\text{ライフサイクルエネルギー消費量}[\text{MJ}]}{\text{年間の発電エネルギー量}[\text{MJ/year}]}$$

年間の発電エネルギー量:

太陽光による発電は、購入電力(日本平均)を削減することになるため、購入電力の発電のために必要なエネルギー量(約10MJ/kWh)を削減することに等しい。そのため1kWh=3.6MJではなく、1kWh=10MJで換算している。(3.6MJとした場合よりも、エネルギーペイバックタイムは短くなる)

【エネルギーペイバックタイム(年)】

		多結晶Si	単結晶Si	a-Si/単結晶Si ヘテロ接合	薄膜Si ハイブリッド	CIS系
住宅用	基本ケース	2.20	3.01	2.42	1.75	1.41
	リサイクル効果考慮 ケース	2.02	2.78	2.22	1.45	1.08
	リサイクル促進ケース	1.65	2.40	1.90	1.35	0.96
公共・ 産業等用	基本ケース	2.58	3.38	2.75	2.31	1.89
	リサイクル効果考慮 ケース	2.28	3.04	2.45	1.84	1.42
	リサイクル促進ケース	1.91	2.66	2.13	1.75	1.30

【CO2排出原単位】

事業原簿 P59-66

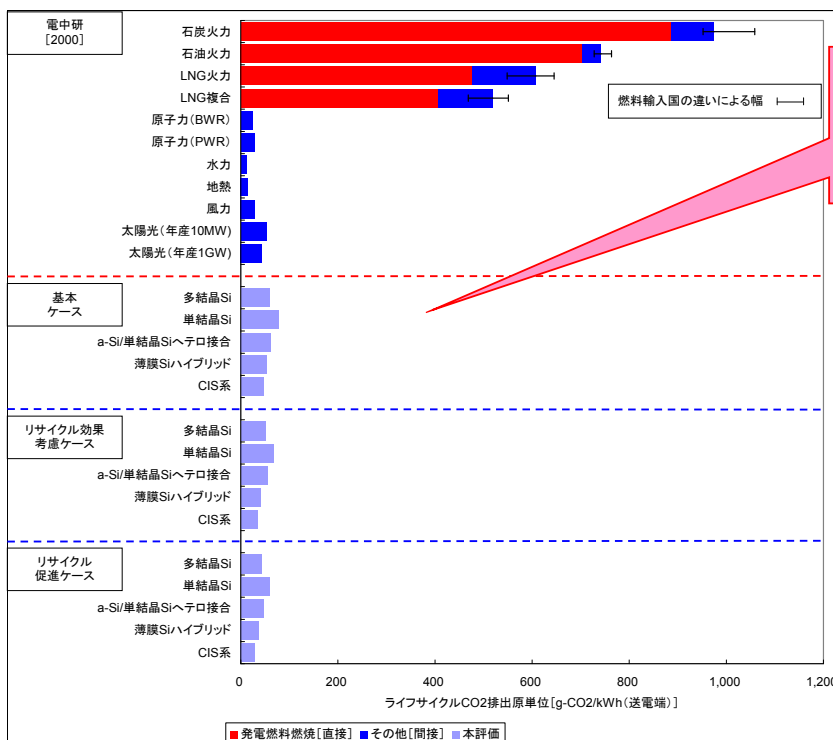
- 現状の単結晶Si・公共・産業等用でも86.8g-CO2/kWh、CIS系の住宅用では46.4g-CO2/kWhとなる。
- さらにリサイクル促進技術の導入で結晶系でも50gを切り、CIS系では30g以下となる。

【CO2排出原単位(g-CO2/kWh)】

		多結晶Si	単結晶Si	a-Si/単結晶Si ヘテロ接合	薄膜Si ハイブリッド	CIS系
住宅用	基本ケース	58.6	77.6	62.5	53.8	46.4
	リサイクル効果考慮 ケース	51.0	68.6	54.8	41.0	33.8
	リサイクル促進ケース	42.8	59.8	47.2	37.2	29.4
公共・ 産業等 用	基本ケース	69.2	86.8	71.0	72.0	62.0
	リサイクル効果考慮 ケース	55.0	71.4	57.7	49.4	41.1
	リサイクル促進ケース	47.4	63.2	50.6	45.9	37.0

【CO2排出原単位(他電源との比較)】

事業原簿 P59-66



火力発電に比較すれば、十分に低い数値(購入電力平均の約400gよりかはるかに低い)となっている。

## (3) 知的財産権、成果の普及

	H18	H19	H20	計
特許出願(成立特許)	0	0	0	0件
論文(査読付き)	0	0	0	0件
研究発表・講演	0	2	0	2件
受賞実績	0	0	0	0件
新聞・雑誌等への掲載	0	0	0	0件
展示会への出展	0	0	0	0件

※ : 平成21年度9月29日現在

14/15

## 【1】次世代型太陽電池へのLCAの適用

既存の太陽光発電に比べ、1kWhあたりのCO<sub>2</sub>排出量などは低くなければ開発の意義は少なくなる→これを証明すること、環境負荷を低くするための開発項目の抽出が不可欠

## 【2】既存太陽電池の環境負荷低減を目指した技術開発項目の抽出

既存の太陽光発電の環境負荷をより小さくするために必要となる技術開発方向性の抽出／技術開発による環境負荷低減効果の見積（昨年度までの評価結果を活用）

## 【3】太陽光発電のLCA評価方法の標準化

今後、消費者へのさらなる普及・啓発を目指すためには、太陽電池メーカー各社が実際の自社製品の評価を行い、その結果をカタログなどで公開することが有効と考えられる。  
その場合、各社で評価の条件や算定方法・表現方法の統一を図っていくことが必要と考えられる。

## 【4】海外の検討動向との整合／対応

IEA task12など海外のLCA評価方法に関する検討動向を整理し、これとの整合／対応を図る。

15/15