

「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」

事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	2
評価概要（案）	10
評点結果	19

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会

「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」(事後評価)

分科会委員名簿

(平成21年12月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	こばやし ひかる 小林 光	大阪大学 産業科学研究所 教授
分科会長 代理	ななほら としや 七原 俊也	財団法人 電力中央研究所 システム技術研究所 副所長
委員	いっぽ のりひろ 伊坪 徳宏	東京都市大学 環境情報学部 環境情報学科 准教授
	さが たつお 佐賀 達男	シャープ株式会社 ソーラーシステム開発本部 技監
	まつむら みちお 松村 道雄	大阪大学 太陽光エネルギー化学研究センター 教授
	みねもと たかし 峯元 高志	立命館大学 立命館グローバル・イノベーション研究機 構 特別招聘准教授
	もちづき みつや 望月 三也	株式会社 ケミトックス 太陽電池・評価事業部 部長

敬称略、五十音順

プロジェクト概要

作成日 平成 21 年 11 月 24 日

制度・施策 (プログラム)名	新エネルギー技術開発プログラム					
事業(プロジェクト)名	太陽光発電システム共通基盤技術研究開発	プロジェクト番号	P07015			
担当推進部/担当者	新エネルギー技術開発部					
0. 事業の概要	<p>今後の太陽光発電システムの円滑かつ健全な導入拡大のためには、太陽電池の低コスト化だけでなく、共通的な基盤技術の開発・整備が不可欠と考えて以下の研究開発を実施する。</p> <p>(1) 新太陽電池評価技術の開発 大量導入に向けて、新型の太陽電池セル・モジュール、太陽光発電システムの性能及び信頼性等を評価する手法の開発を行う。</p> <p>(2) PV 環境技術の開発 これまでの太陽光発電は住宅用を主体に設置されてきているが、今後、非住宅や非建造物など多様な設置環境に適した設置方法など設置のガイドライン策定に向けた検討、太陽電池リサイクル関連技術の開発、太陽光発電の LCA (Life Cycle Assessment) 評価手法の開発等を行う。</p> <p>(3) 標準化支援事業及び IAEA 国際協力事業等</p> <ul style="list-style-type: none"> 太陽電池の性能評価及び太陽光発電システムに関する国内外の標準策定に向けた活動を行う。 海外における太陽光発電に関する研究開発動向を調査し、今後の技術開発の方向性等を分析・評価する。 					
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>太陽光発電システムは、発電時に燃料が不要かつクリーンな発電技術であり、その供給ポテンシャルも大きい。したがって、エネルギー資源の乏しい我が国の将来に必要な発電技術として、その早期実用化を導入拡大が求められている。太陽光発電システムの自立的な導入拡大を実現するためには、太陽電池の低コスト化ばかりでなく、太陽光発電システムの安全性性能評価や信頼性等に関する共通基盤技術を開発するとともに、資源の有効利用や環境負荷低減の観点から、太陽光発電システム構成機器等のリサイクル・リユース関連技術の整備、LCA 評価手法の確立などを目標とする。</p>					
II. 研究開発マネジメントについて						
事業の目標	<p>太陽光発電システムが大量に普及する際に必要となる共通基盤技術の研究開発を実施し、今後の太陽光発電システムの円滑かつ健全な導入拡大に資することを目的として、太陽電池セル・モジュール及び太陽光発電システムの性能や信頼性、耐久性、安全性等に関する評価技術を開発するとともに、資源の有効利用や環境負荷低減の観点から、太陽光発電システム構成機器等のリサイクル・リユース関連技術の整備、LCA 評価手法の確立などを目標とする。</p>					
事業の計画内容	主な実施事項	H18fy	H19fy	H20fy	H21fy	
	新太陽電池評価技術の開発	←				→
	PV 環境技術の開発	←		→		
	太陽光発電技術開発動向等の調査	←				→
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位:百万円)	会計・勘定	H18fy	H19fy	H20fy	H21fy	総額
	一般会計					
	特別会計(確定額)	石特 909	需給 612	需給 400	需給 350	2271
	総予算額	909	612	400	350	2271
開発体制	経産省担当原課	資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー対策課				
	プロジェクトリーダー	黒川浩助(東京工業大 特任教授)				
	委託先(*委託先が管理法人の場合は参加企業数も記載)	産業技術総合研究所、電気安全環境研究所、日本気象協会、岐阜大学、昭和シェル石油、みずほ情報総研、資源総合システム、太陽光発電技術研究組合、日本電機工業会、光産業技術振興協会				
情勢変化への対応	<p>並行して実施する研究開発プロジェクト(「太陽光発電システム未来技術研究開発」)で CIS 系、色素増感型、薄膜系などの新技術に成果が期待されるテーマが数多く提案されたので技術開発と並行して各種評価方法、試験方法等の国際標準化を進めることが急務であると考え、当初計画(結晶シリコン、アモルファスシリコン単接合等のみを対象)から外れていた前記の新技術についても取り組むべきものと判断し、本テーマは平成 19 年度末をもって終了することとした。また、発電量定格に関する国際標準化の審議が今年度から予想よりも早く開始されたことに伴い、加速により分光日射量のモデル化・データベース化、発電量算出方式の検証を含めた評価技術の開発を加速することとした。</p> <p>昭和シェル石油の「高リサイクル性新型モジュール構造の開発」に関しては、当初の目標であったリサイクル性の高いモジュールの基本構造としての「フレームレスモジュール」の試作品が完成した。今後の開発はこの基本構造をもとに関連事業者が主体的に取り組むべきものと判断し、本テーマは平成 19 年度末をもって終了することとした。</p> <p>太陽光発電技術研究組合の「太陽光発電技術開発戦略に関する調査」に関しては、評価ツールが計画よりも 2 年早く完成した。そのため、本テーマは平成 19 年度末をもって終了することとした。</p>					
今後の事業の方向性	次年度から開始される「太陽光発電システム次世代高性能技術の開発プロジェクト(仮称)」の中で実施する					

Ⅲ. 研究開発成果

(i) 新太陽電池評価技術

(1) 太陽電池評価技術の研究開発

① 新型太陽電池性能評価技術 (AIST)

各種新型太陽電池性能評価技術に関して、太陽電池モジュールの高精度な評価に必須な、モジュール内要素セルおよびモジュール全体の分光感度特性を測定可能な実用的モジュール分光感度特性測定技術・装置を世界で初めて開発した。結晶 Si、薄膜 Si、CIGS、多接合等各種太陽電池モジュールの分光感度特性および出力特性の高精度な評価を可能とした。性能評価の基となる IEC 規格の基準太陽光スペクトル改訂が、各種太陽電池の性能表評価に及ぼす影響を世界に先駆けて定量的に明らかにした。これらの世界をリードする高精度な性能評価技術を開発すると共に国際比較等を通して検証し、初期目標を大幅に達成した。

可変条件性能評価技術に関して、太陽電池モジュール温度を均一に約 10°C~65°C以上まで可変できる冷却・加熱装置を新規開発し、高精度な可変条件性能測定を可能とした。太陽電池特性の広範囲な温度照度依存性を精密に再現できる補正式を開発し、JIS 規格に採択。IEC 規格に採択予定。可変スペクトルソーラシミュレータの基本設計を検証した。

② 校正技術高度化 (AIST)

一次基準セル校正技術高度化に関して、AIST におけるソーラシミュレータ法による一次基準太陽電池の校正の不確かさを解析し、その値が 1%以内であることを明らかにした（この値は、ISO/IEC17025 に対する適合性認定審査でその妥当性が第三者評価され、国際的にも相互承認された）。以上により、わが国の一次校正が国際最高レベルであることを明らかにして初期の目標を大幅に達成した。

また、次世代校正方法の要素技術として、プローブ光として用いる単色光が従来の 5 倍の均一度、2 倍の放射照度を、9 倍の面積で照射可能な高強度・高均一単色光照射機構を開発した。

結晶シリコン系二次基準モジュールの屋内校正技術を世界で初めて確立した。温度制御装置を開発し、繰り返し測定の不確かさ目標 0.5%を大幅に上回る 0.2%で測定できる手順を確立した。また、二次基準モジュール法の不確かさ解析の一環として、モンテカルロ・シミュレーションによる各種解析を実施した。その成果は、JIS C 8921「二次基準シリコン結晶系太陽電池モジュール」にも活用され、初期の目標を大幅に達成した。

③ 信頼性評価技術 (AIST/JET)

複合加速試験

複合加速劣化試験装置内の改善、恒温槽付減光板精密移動装置の開発などを図り、A 社製モジュール（多結晶 150mm 角セル 12 枚、W345×L972mm）を用いて、3SUN90°C、3SUN75°C、1SUN90°Cの条件下で複合加速劣化試験を実施し加速係数を算出した。東京における平均積算日射量との比較では、3SUN90°C加速試験は加速係数（暫定）160 が得られた。最終的な加速係数の算出には屋外暴露データとの照合が必要であるため、暫定値ではあるが、現行市販モジュールにても十分有効な値が得られ、当初の目標が達成された。更なる加速劣化因子探索のための要素技術として、太陽電池セルまたはモジュールに周期的に変化する順方向・逆方向の電圧を印加することで、セル-インターコネクタ間へストレスを与える劣化試験に着手した。逆バイアス降伏試験の結果、屋外実使用条件下での不具合事例と同様な現象が見られ、本試験方法が新たな加速手法の一つとして有望であるとの結論を得た。

暴露試験

商品寿命の長い太陽電池および太陽光発電システムにおいては長期信頼性に関する評価手法が確立されておらず、各方面から長期信頼性評価法の標準化（規格化）や試験方法の確立が要求されている。本開発研究では、20~30 年の屋外暴露に相当する寿命評価試験方法の確立に向けた劣化要因の特定等を目指した。

具体的には、寿命評価試験方法の開発と標準化（規格化）のための基礎となる技術開発を推進した。この要素技術として、実環境下で発生しているモジュールの不具合症状を収集・分析評価し、劣化要因との関係を求めた。さらに、太陽電池モジュールの老化・故障時の交換、将来のリユースを視野に入れた互換性について必要なデータを取得した。

(2) 発電量評価技術の研究開発

①太陽電池モジュールの I-V 特性換算方式（発電出力定格技術）を検証するために、複数地域における分光日射量実測データと太陽電池モジュールの I-V 特性データを太陽電池モジュールの屋外測定ラウンドロビン実験によって取得した。被測定太陽電池モジュールは、第 1 期が、結晶シリコン型が 3 種、計 4 枚、アモルファスシリコン型が 2 種、計 2 枚であり、第 2 期が、アモルファスシリコン型が 1 種、薄膜タンデム型が 3 種、3 枚、CIS 型が 2 種、2 枚であった。

ラウンドロビン実験から得られた全国のデータを基に、各地の晴天および曇天モードを決定した上で、それぞれのモードに対し、線形内挿方式による I-V 特性換算方式によって各時刻の Pmax を計算し、積算により発電量を計算した。各地から快晴日を選択し、快晴部に対する日積算発電量の推定を行ったところ、6 地点での推定誤差は結晶シリコン型とアモルファスシリコン型の両方で±5%（日影有り）、±1%（日影無し）以内程度であった。

これらの実験データと分析を基に、発電量定格方式のための標準報告書（案）をまとめた。

②実フィールドにおける実運転性能データベースの構築

従前の計測項目を継承したデータ計測システム(A)に加え、モジュール温度の多点計測機能を追加したデータ計測システム(B)を開発し、データ計測システム(A)を 25 サイト、データ計測システム(B)を 5 サイト、合計 30 サイトを刷新するとともに、全国 47 サイトにおける PV システムの実運転データを計測・収集して実運転性能データベースを構築した。

モジュール温度は、太陽電池出力を決定する重要な環境因子であるが、その計測方法は任意のモジュール裏面 1 点をもってアレイ代表温度としており、その妥当性を検証するため、データ計測システム(B)の計測データを基に、実フィールドにおけるアレイの温度分布を把握し、データ計測システム(A)のモジュール温度測定方法について、その妥当性を検証するための基礎データを構築した。

AIST 等が開発する発電量推定モデルによって算出された推定値と実測値（実運転性能データベース）の比較から、その推定精度を検証した（予定）。

なお、住宅用 PV システムの場合、オンサイトでアレイの中心付近を測定することが困難なケースが多々あるため、測定可能な箇所代替測定できる方法を検討し、オンサイトでモジュール温度測定方法（指針）としてまとめた（予定）。（JET）

③ 日射気候区別の分光日射データベースの構築と分光日射量推定のための統計モデルの開発（JWA）

従来よりも広範囲の波長領域（350～1700 nm）の分光日射強度分布を連続測定できる分光日射計を開発し、日射特性が異なる 5 地域において分光日射等の精密観測を実施した。観測データをもとに、世界初となる連続的な分光データベースの構築を行った。また、全天日射から分光日射を推定する統計モデルの開発を行った。

④分光日射強度推定物理モデルの開発

雲微物理改良型局地気象モデルおよび、中間評価で変更となった分光日射強度推定物理モデルを構築した。これにより、日射強度を、直達光・散乱光ごとにスペクトル分布の形で推定することが可能となった。

(ii) PV 環境技術の開発

①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 [みずほ情報総研株式会社]

太陽光発電システムのライフサイクル評価について、住宅用、公共・産業用の両方を対象とし、現在国内で市場に出ている太陽電池種類のほぼ全てを対象とした評価を行った。また、これまでの評価で実施されてこなかった太陽光発電システムの使用後処理（リサイクル・廃棄段階）についても考慮したライフサイクル全体に対する評価を実施した。

		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
エネルギー・ペイバック・タイム (年)	住宅用	2.20	3.01	2.42	1.75	1.41
	公共・産業等用	2.58	3.38	2.75	2.31	1.89
CO ₂ ペイバック・タイム (年)	住宅用	2.63	3.48	2.80	2.42	2.08
	公共・産業等用	3.33	4.17	3.41	3.46	2.98
CO ₂ 排出原単位 (g-CO ₂ /kWh)	住宅用	58.6	77.6	62.5	53.8	46.4
	公共・産業等用	69.2	86.8	71.0	72.0	62.0

②高リサイクル性新型モジュール構造の開発

リサイクル性を重視した基本モジュール構造としてフレームレス/バックシートレス構造の合わせガラスモジュール（すなわち、カバーガラスと CIS 系薄膜太陽電池デバイス部が製膜された青板ガラス基板を、架橋した EVA 樹脂で貼り合わせた「ガラス-ガラス・サンドイッチ（合わせガラス）構造」）を試作し、十分な耐久性を持つことを確認した。十分な成果が出たので平成19年度で終了した。

(iii) 標準化支援事業及び I E A 国際協力事業等

①太陽電池モジュール・アレイ及び太陽光発電システム・周辺機器の標準化に関する調査研究

IEC(国際電気標準会議)/TC82 (Solar Photovoltaic Energy System) /WG 1 (用語)、3 (システム)、6 (周辺機器)、7 (集光モジュール)、JCWG (村落発電) に参画した。用語に関する標準化の整合、システム・機器に関する標準化の検討、モジュール・アレイに関する標準化の検討を行った。その結果 IEC62116 を 2007 年に発行し、JIS を 6 件改訂した。

②包括的太陽電池評価技術に関する標準化

IEC/TC82/ WG2 (地上用太陽電池セル・モジュール) 参画し、5 件の IEC 規格に反映させた。特に「発電量評価技術の研究開発」で開発した IEC 61853-1 地上用太陽電池モジュールのエネルギーレーティングが FDS 投票をクリアした。その他 2 件を提案した。

③ I E A 国際協力事業

IEA (国際エネルギー機関) PVPS (太陽光発電システムに関する研究協力計画実施協定) が 1993 年に締結されてから NEDO は積極的に参加してきた。2006 年からは PVPS の運営は本事業に引き継がれ Task 1, 2, 8, 9, 10, 11, 12 に参加し、国際協力に貢献している。

④太陽光発電技術開発動向等の調査

欧州諸国、米国等に加え、アジア諸国等の新興国を対象に、太陽光発電に関する研究開発プログラム等について調査するとともに、各国の技術開発の方向性を探った。さらに、太陽光発電の研究開発・技術開発に携わる各国の主要な研究機関や研究プロジェクトの動向、研究体制を調査、分析し、その結果を毎年報告書にまとめた。

⑤太陽光発電技術開発戦略に関する調査

「薄膜シリコン系」「結晶シリコン系」、「化合物系」、「有機・色素系」の材料別の 4 分科会と、PVシステムを系統連系するときの技術開発課題を調査する「PVシステム」分科会で、各々の分野に分かれて調査研究を行った。中、長期にかけての技術の進展を踏まえ、全体として、効率の良い技術開発の戦略の立案を行った。また、「アセスメントツール分科会」では技術項目をコストで評価するツールを作成した。計画よりも 2 年早く完成したため、本テーマは平成19年度末をもって終了することとした。

(特許・論文等について件数を記載)	論文発表：17、特許出願：12、標準化提案：33
IV. 実用化、事業化の見通し	得られた太陽電池評価方法、発電量評価方法を元に JIS, IEC に提案した。
V. 評価に関する事項	事前評価 平成17年度 担当部 新エネルギー技術開発部 事後評価 平成21年度 担当部 研究評価部 新エネルギー技術開発部
VI. 基本計画	作成時期 平成18年3月制定 変更履歴1 平成19年3月、 変更履歴2 平成20年3月 変更履歴3 平成21年3月

根拠法

本事業は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法15条第1項第1号イの規定に基づき実施する。

技術分野全体での位置づけ

(分科会資料6-1より抜粋)

I. 事業の位置付け・必要性について —上位施策の概要—

事業原簿 P1-2

新エネルギー技術開発プログラム (経済産業省 2005年3月制定)

目的: 新エネルギーは各種メリットが期待できる貴重なエネルギーであるが、現時点では出力の不安定や高コスト等の課題を抱えている。このため当面は補完的エネルギーと位置づけつつ、コスト低減や性能向上等の技術開発等について、産学官関係者が協力して戦略的に取り組むことにより、長期的にはエネルギー源の一翼を担うことを目指した研究開発を実施する。

エネルギーイノベーションプログラム (経済産業省 2008年4月制定)

目的: 資源に乏しい我が国が将来に渡り持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発・導入・普及によって、各国に先んじて次世代のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。エネルギー安全保障の確立や世界全体の温室ガスを2050年までに半減するという長期目標を達成するため以下に政策の柱毎に目的を示す。

1-III 新エネルギー等の開発・導入促進: 太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーはエネルギー源の多様化や地球温暖化対策の観点から重要である。しかし、現時点では経済性や出力安定性といった普及へ向けての課題が存在する。そのため、これらの課題解決に向けた技術開発の推進及び新エネルギーの導入促進のための関連施策の実施により、更なるエネルギーの普及を推進する。

環境安心イノベーションプログラム (経済産業省 2008年4月制定)

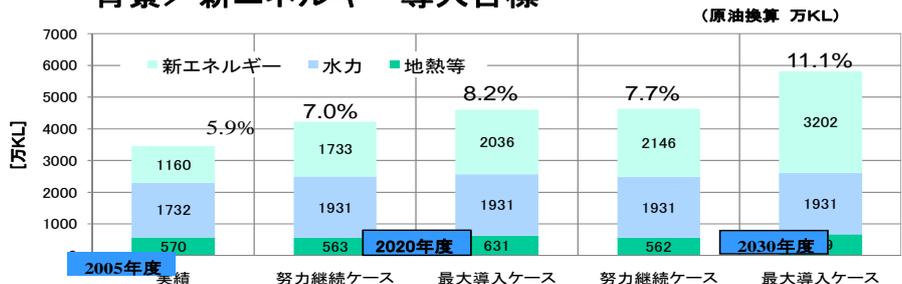
目的: 資源制約を克服し、環境と調和した持続的な経済・社会の実現と、安全・安心な国民生活を実現するため、革新的な技術開発や低炭素社会の構築等を通じた地球全体での温室効果ガスの排出削減、廃棄物の発生抑制(リデュース)、(リユース)、(リサイクル)推進による循環型社会の形成、バイオテクノロジーを活用した環境に優しい製造プロセスや循環型産業システムの創造、化学物質のリスクの総合的な評価及びリスクを適切に管理する社会システムの構築を推進する。

3/14

I. 事業の位置付け・必要性について —背景/新エネルギー導入目標—

NEDO
事業原簿 P1-2

水力・地熱発電を加えた再生可能エネルギーは、2030年度の最大導入ケースでは、一次エネルギー国内供給の11%を占める。



	2005年度	2020年度		2030年度	
	実績	努力継続ケース	最大導入ケース	努力継続ケース	最大導入ケース
太陽光発電	35	140	350	669	1300
風力発電	44	164	200	243	269
廃棄物発電+バイオマス発電	252	476	393	338	494
バイオマス熱利用	142	290	330	300	423
その他	687	663	763	596	716
合計	1160	1733	2036	2146	3202

(出典: 2008/5月 総合資源エネルギー調査会「長期エネルギー需給見通し」)

4/14

I. 事業の位置付け・必要性について — 関与の意義 —

関与の事業の意義
NEDOが

エネルギー技術開発は長期間を要するとともに大規模投資を伴う一方で将来の不確実性が大きいことから、民間企業が持続的な取組を行うことは必ずしも容易ではない。

このため政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方がこの方向性を共有することで、長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能となる。
(エネルギーイノベーションプログラムより)

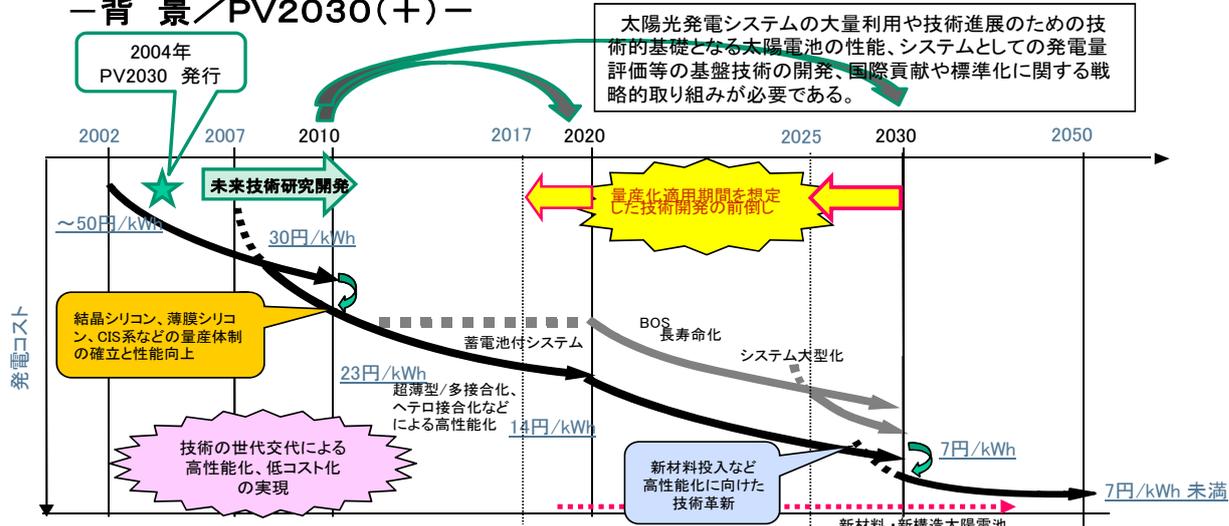
太陽光発電システムの大量利用や技術進展のための技術的基礎となる太陽電池の性能、システムとしての発電量評価等の基盤技術の開発、IEA-PVPSやIEC / TC82への参画など国際貢献や標準化に関する戦略的取り組みが必要である。

長期的視野に立った技術開発戦略「太陽光発電ロードマップ(PV2030+)」に沿った技術開発

『太陽光発電システム共通基盤技術研究開発』
事業の目標
新型太陽電池(色素増感、有機薄膜、多接合、CIS系、化合物など)の普及を進めるために必要な評価方法、試験方法等を整備する。
また、太陽電池の導入を促進するために、太陽電池の環境負荷を低減することを目的に、必要な技術の開発を行う。さらに、我が国の太陽光発電分野での国際競争力を維持、向上するため諸外国の動向等を把握する。国内外の標準策定に向けた活動を行う。
(基本計画より)

I. 事業の位置付け・必要性について

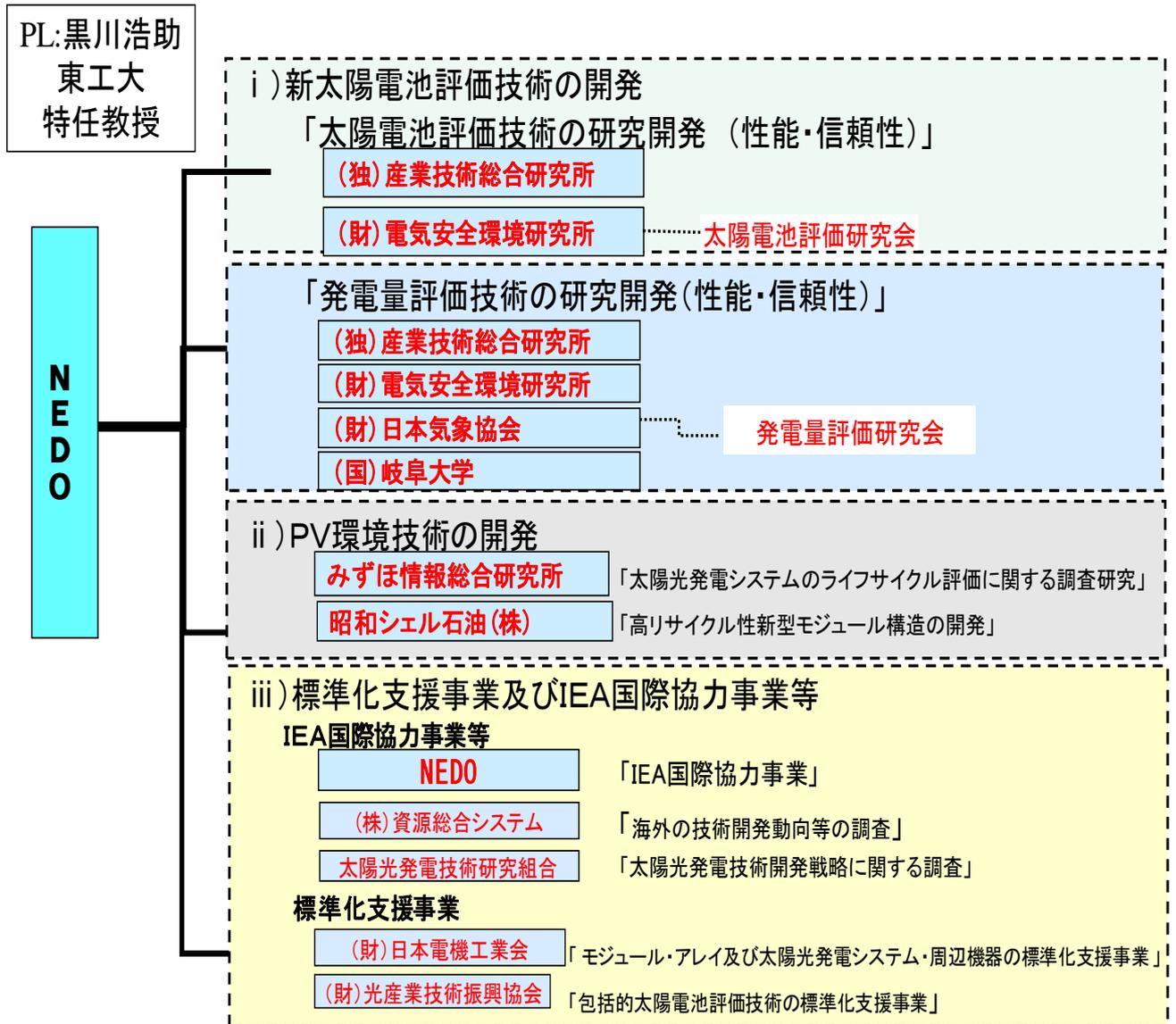
— 背景/PV2030(+)-



実現時期(開発完了)	2010年~2020年	2020年(2017年)	2030年(2025年)	2050年
発電コスト	家庭用電力並 23円/kWh程度	業務用電力並 14円/kWh程度	汎用電源並み 7円/kWh程度	汎用電源未滿 7円/kWh未滿
モジュール変換効率(研究レベル)	実用モジュール16% (研究セル20%)	実用モジュール20% (研究セル25%)	実用モジュール25% (研究セル30%)	超高効率モジュール 40%
国内向生産量(GW/年)	0.5~1	2~3	6~12	25~35
国内向生産量(GW/年)	~1	~3	30~35	~300
市場規模(億円/年) (太陽電池製造価格のみ)	2000億円/年	4500億円/年	2兆3500億円/年	16兆7500億円/年

「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」

全体の研究開発実施体制



「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」(事後評価)

評価概要(案)

1. 総論

1) 総合評価

太陽電池の評価技術・標準化支援は公共性が高く、NEDOの事業としてふさわしい。標準化支援、種々の調査、国際協力事業については、当初の目標が達成されている。特に、太陽電池セル・モジュール評価技術は複数の世界初、最高水準が得られており、大きな成果と評価できる。国内はもとより海外への市場拡大には、安全性の保証が必要であり、国際的な規格の標準化およびそれに伴う調査の成果は評価できる。さらに、国際協力としてIEA-PVPSタスクグループの積極的な参加は、国際的な情報の入手の手段であり、各種規制、標準化について日本が国際的なリーダーシップをとれる場として非常に評価できる。

ただし、新型太陽電池の評価技術の開発に関しては、残念ながら何も革新的技術は開発されておらず、もう少し、光電デバイス的なアプローチを組み込んでもよかったのではないかと考える。実用化の見通しが立っていない色素増感太陽電池や、有機薄膜太陽電池にまで、大きな予算をかけて評価技術を開発する必要があったのか疑問が残る。評価技術として、より共通性の高い基盤技術の探求に力点を置くべきと考える。

技術開発動向調査は、個々の調査は評価できる内容であるが、事後評価分科会の説明資料にまとめがなく、調査結果の分析、考察が不十分である。調査結果の重要な知見、調査担当者の提言を説明資料として2~3ページにまとめ公開すべきである。

日本の太陽電池業界をけん引する役割を担っているにもかかわらず、評価技術の利用者へのPRや、標準化活動の情報公開が不足しており、事業の成果について、業界さらには国民に研究発表、講演会などの機会を多くすべきである。

2) 今後に対する提言

わが国の技術開発の方向付けについては、欧米と比較して技術開発分野、開発項目、目標等はほぼ同じと考えられるが、その予算配分が大きく異なる。来年度からは新たなNEDO次世代高性能技術開発への組み換えの節目に当るが、この基盤技術研究開発の中で実施された技術動向調査と技術戦略動向の調査結果を踏まえ、今後の技術開発分野の軽重と方向性について有識者、関係者で原点に戻って議論する機会を持ち、我が国の太陽光発電開発における重点の置き

方に関する提言など太陽光発電に関する共通基盤として、より高度な太陽光発電開発における戦略を示すような取り組みをすべきである。

種々の太陽電池において、評価は、統一すべきものである。新型太陽電池に関して単なるノウハウを見出すだけであるならば、経費の大幅な削減が妥当である。一方、モジュールの分光感度特性の評価技術等、汎用性の高い技術の開発を主流にしたほうが良い。評価技術については、実施者が電気の専門家に偏っているように感じたため、電子デバイスを熟知した研究者も加えていくとさらに研究の幅が広がっていくように感じた。

研究発表、講演、展示会への出展など普及活動を積極的に行って、事業の公共性をもっと高くし、また活動を通してフィードバックされる情報を収集し、現実に即した、幅の広い事業を行ってほしい。例えば、太陽電池の基準セル・基準モジュールの校正を、大学の研究者・企業に広く利用できるような仕組みを構築したり、太陽電池セル・モジュールの精密測定サービス等の仕組みも充実できれば、性能の値付けが厳格化してきている太陽電池の開発に有益である。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

各種太陽電池のセル・モジュールの評価方法、試験方法、システムの発電量評価の開発は民間企業で行うのは容易でなく公共性が高く、NEDO 事業として極めて妥当な事業と認められる。本研究の成果は規格等を通じて、PV の普及に寄与し、また、国際規格の制定にあたりわが国が主導的な立場を取るためにもきわめて有意義である。また、国際協力事業として、IEA-PVPS タスクグループの積極的な参加は、国際的な情報の入手の手段であり、各種規制、標準化について日本が国際的なリーダーシップをとるために必要である。

ただし、内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向などをこの事業の柱の一つとするなら、測定や試験評価技術の開発と国際貢献事業に偏った事業配分については問題がある。最近のわが国太陽光産業界のシェアダウンを考慮し、もう少し強力な体制で内外の技術・市場動向の調査と分析、その結果としての政策提言にまで注力すべきではないかと考える。本事業では、新型太陽電池の普及を進めるために、その評価方法、試験方法を整備することを目的としているが、色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池については、その目的がほとんど達成されておらず、費用対効果を考えると、この新型太陽電池の評価技術の開発についての予算配分に問題がある。公費の支出に対する関心が強まる中、経費の有効利用と削減を真剣に考えるべきである。

2) 研究開発マネジメントについて

太陽電池の性能評価技術、校正技術、信頼性評価技術、発電量評価技術、国際貢献や標準化など、過去の技術蓄積をさらに発展させ実用化を目指す方向で今後の太陽電池評価・普及に適した開発目標を設定しており、計画、研究開発体制及び編成された研究チームのメンバーは妥当と考えられる。また、定期的に分科会を開催し事業内容の評価をおこなってきたことは評価できる。

一方、「新型太陽電池性能評価技術」など研究計画（目標）と研究成果の対応が明瞭でない場合が散見された。狙いに即した研究成果を得るようにチーム内での意識合わせを図るとともに、PLAN-DO-SEEのサイクルを徹底する必要があるのではないかと考える。結論として、新型太陽電池の普及を進めるために、その評価方法、試験方法を整備する目的が色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池については、ほとんど達成されておらず、得られた成果を考慮すると、「新型太陽電池の性能評価技術」の設定された目標の一部は、汎用性の高い太陽電池における評価技術開発に重点化すべきであった。

基本事業の期間の単位として4年としているが、その間の見直し回数を多くし、たとえば信頼性評価技術のように実験的な正確性および結論の見通しがなく、活用価値の希少な事業を見直すあるいは、打ち切ることが必要であった。

本事業と、日本の太陽電池の世界シェアの大幅に低減した時期がほぼ並行して進んだこともあり、NEDOは、急激な情勢変化に充分に対応できていない。

そのような危機に対応する体制づくりに貢献することも検討すべきであった。

3) 研究開発成果について

新型太陽電池の普及を進めるために、その評価方法、試験方法を整備する目的以外は、当初の目的を達成している。太陽電池の性能評価技術、校正技術、信頼性評価技術、発電量評価技術や、国際貢献や標準化など、多岐にわたる項目に関しての成果を得ており、ほぼ目標をクリアしていると考えられる。開発した性能評価技術の中には世界初、最高レベルの技術も含まれており、今後の市場創造に繋がる技術と考える。知財権、標準化、成果の普及のための論文発表等のレベルも評価できる。IEC規格のJIS化は、国際評価手順との整合性を図る上で効果的な内容である。また、再現性のある校正技術は日本の技術のアピールと、日本に優位な体制を整える要素となる。国内はもとより海外への市場拡大には、安全性の保証が必要であり、国際的な規格の標準化およびそれに伴う調査の成果は評価できる。さらに、国際協力としてIEA-PVPSタスクグループの積極的な参加は、国際的な情報の入手の手段であり、各種規制、標準化について日本が国際的なリーダーシップをとれる場として非常に評価できる。

ただし、新型太陽電池の評価技術では革新的なものは開発されなかった。評

価の際の単なるノウハウ、注意事項を見出した程度に終始したのみであり、高い自己評価としているのであれば、NEDOとしては、その成果を普及させることが重要であり、もっと具体的な成果の終末や利用方法について示すべきである。種々の情報収集に関して、経費の節減ができたものと思われる場合が多々ある。経費の有効利用と削減を真剣に考えるべきである。

4) 実用化の見通しについて

新太陽電池評価技術開発、PV環境技術開発、標準化支援の成果は実際に利用される内容である。特に、今回開発された太陽電池モジュールの分光感度特性測定装置は、この事業中や将来の標準化活動を通して、公共に利用されるはずである。太陽電池評価、発電電力量評価の中で、開発された評価技術は、国内・国際標準に反映すべく努力を進めており、一部はその中に反映されてきており、今後、関連分野への波及効果、人材育成の促進の波及効果も期待できる。

ただし、新型太陽電池の評価技術に関しては、ほとんど新規技術の開発成果がなく、新たな評価技術としての波及効果は期待できない。発電量評価については実用化について、まだ課題が残されており継続して改善の対応を続けて頂きたい。信頼性評価技術については、実験的な正確性および結論の見通しがなく、事業の見直し、あるいは、打ち切ることが必要と考える。LCA評価については、開発した成果の実用化戦略が明確ではない。実用化に向けた検討として、開発したツールを生産メーカーに利用させ、その利用性について検証することが重要である。

尚、認証機関等によりPV評価方法を確立した後、公共的に利用できるようにされていないように見受けられる。できるだけ公平に利用できるようにシステムを確立し、広報活動などを通して一般にアナウンスされることを期待する。

個別テーマに関する評価

	成果に関する評価	実用化の見通しに関する評価	今後に対する提言
新太陽電池評価技術の開発 ①太陽電池評価技術	<p>新型太陽電池高精度評価技術から校正技術、信頼性評価技術まで、普及に必要な項目が網羅されており、太陽電池モジュールの分光特性を測定できる装置を開発し、高精度性能評価が可能になった意義は大きい。基準セルの校正技術については一次標準セル校正技術として不確かさ1%以内を実現、二次基準モジュール校正技術の再現性0.5%以内を達成したことは評価できる。これらの成果は、世界最高レベルであり日本の技術レベルの高さを実証する結果である。</p> <p>ただし、新型太陽電池に対応する基本的な評価手法を開発することが本研究開発の主目的と考えられるにもかかわらず、新型太陽電池の評価方法については、革新的な技術の開発は見受けられない。例えば色素増感太陽電池でバイアス電圧を固定して</p>	<p>モジュールの分光感度測定技術の開発は、汎用性が高く、JIS規格等における採用などの標準化の見通しも得られており、関連分野への波及効果も期待できる。また、太陽電池セルの校正サービスを行っており、成果の普及、実用化に向けた取り組みを実施しているため、評価できる。また、国際的な活動として、国際比較測定にも取り組んでおり、国際戦略として評価できる。</p> <p>ただし、新型太陽電池の評価技術については、従来の測定技術の延長線上で、注意事項を明確にしたにとどまっており、新規に評価技術として、開発された成果がほとんどない。</p> <p>信頼性評価については、屋外暴露2年で3分の1がディラミネーションを起こすようなモジュール</p>	<p>テーマの見直しが必要である。色素増感太陽電池等実用化されていないものを含む新型太陽電池の評価技術を重点に置くのではなく、汎用性の高い太陽電池の評価技術の開発に重点をおいたほうが良い。その一方、共通基盤の太陽電池評価技術として、各種太陽電池の将来性を客観的に比較し、我が国が重点を置くべき太陽電池研究の方向性を探るような研究をすべきではないか。</p> <p>現在実施中の信頼性評価技術はまず、2年で使用したモジュールの3分の1がディラミネーションを起こすようなモジュールのサンプリングの妥当性の検証を行い、事業の意義を検討することが必要である。PVの大量導入が予想される中において重要な課題であるため、新型電池を含めた長期的な戦</p>

	<p>電流の時間変化を測定する方法や、CIGS 太陽電池でスweep時間と方向に I-V 特性が依存すること等は、予算に見合った成果ではない。</p> <p>信頼性評価技術では、もっと具体的な基準を求める努力がほしい。実際に屋外暴露 2 年でディラミネーションが観察されたモジュールに対して、2 年に相当する加速試験条件を確立したとの結論となり意味があるのか不明である。また、結論を急ぐあまり、実験プロセスに信頼を欠く箇所が散見される。例えば紫外線の影響については推論からのみ結論を得ているし、等価回路パラメータ度数分布の調査では、統計的判断を導くには度数が少なすぎる。</p>	<p>の 2 年に相当する加速試験条件を確立したことによどのような意味があるのか不明である。また、現時点では難しいこともわかるが、規格制定などの出口戦略が明らかでない。</p> <p>開発された評価技術を波及させていくためには、太陽電池モジュール用の分光感度測定装置の低コスト化や他機関の測定試料数の拡大などの努力をもっと積極的に行ってもらうことを希望する。セル・モジュールの校正サービスについては、簡単にセル・モジュールの校正を依頼できる体制を作ってもらえると、非常に研究に役立つ。</p>	<p>略のもと、規格制定などの出口を明確にして研究を加速する必要がある。</p> <p>今回整備された世界最高レベルの各種測定方法と測定装置については、国内および世界規格に採択されて始めて本当の成果が得られるものと考えられる。規格化に向けて努力継続願いたい。また、太陽電池を電気デバイスとして、電氣的なアプローチで解析するという方法が本研究ではメインであったので、もう少し光電デバイスのアプローチ（たとえばエレクトロルミネッセンスやフォトルミネッセンスなど）を組み込んでもよかったのではないかと考える。</p>
--	---	--	---

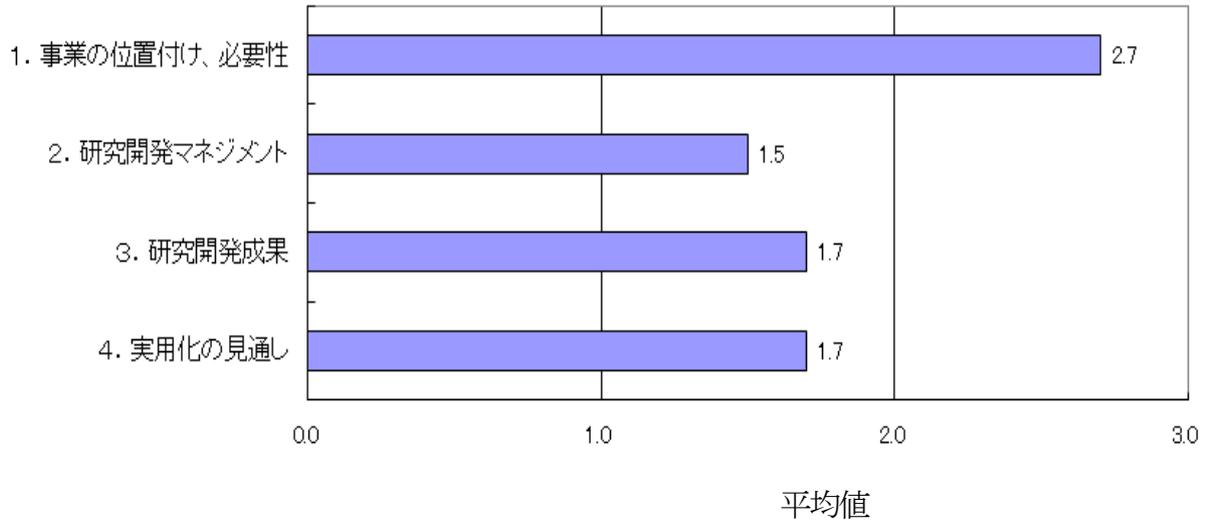
	成果に関する評価	実用化の見通しに関する評価	今後に対する提言
新太陽電池評価技術の開発 ②発電量評価技術	<p>気象データのモニタリング、データベース構築、雲を考慮に入れた分光日射モデルの開発、モジュールの屋外測定と I-V 特性換算方式、出力発電量計算方式の開発、太陽光発電システムのモニタリングとデータベース構築など、総合的に発電量評価に進展があり当初の目的は、達成されている。また、平均日射量約 4kWh/m²/日、平均温度約 18℃の気象条件が結晶と薄膜シリコン系の性能変化の区分点との結果は非常に興味深い。ユーザーが適切なモジュールを選択するための貴重な情報となる可能性が大きい。一方、分光日射強度推定物理モデルなどの解析方法の開発では、モデルの信頼性や計算の誤差について、議論の余地がある。また、より効率的なデータの取り方として、既存設備（民間のものも含めて）のデータの活用をもっと積極的に進めてもよかったのではないかと考えられる。今後の更なる研究調査を希望したい。</p>	<p>発電量評価について、多くのデータを取得すると共に、評価解析技術の進展があった。エンドユーザー、メーカー又は電力事業者等にとって重要な課題であり、今回の評価検討により実用化への課題がかなりクリアされたと認められる。残された課題を早期に克服することで波及効果が期待出来る。</p> <p>ただし、単なる技術論だけでなく、この発電量評価を具体的にどのように利用することになるのか、目指すべき標準化の方向、利用方法、例えば太陽電池製造法にフィードバックするなどについての議論が必要である。</p> <p>分光日射の物理モデルなど開発された解析方法は、外部の人がモデルを利用するにあたっては特別なスキルやインフラを要することが懸念され、今後、使いやすく高精度なモデルの開発が必要である。</p>	<p>ラウンドロビン実験は、まだ採取データが少ないが、現時点の結果から、どの地域でどんなモジュールをどのように施工することが効率よいかなどが一目でわかるような図解などでまとめると、公共的に利用され、意義ある資料、情報となる。</p> <p>本事業を継続していくにあたり、事業の目的あるいは実用化イメージなどについて、PR の観点からももう少し具体的に分かり易く説明する必要がある。分かり易くする説明努力を行う中で、測定や評価項目、また標準化への取り組み視点も変わってくる可能性もある。また、ユーザーとなる民間企業とのさらに強い連携による研究を進め、得られたデータと解析技術を太陽電池メーカー、設置業者、エンドユーザーまで広く利用できる方法を検討して欲しい。</p> <p>住宅用 PV システムのモニタリ</p>

			<p>ングについては、これまでもその成果が kWh 評価に利用されてきたこと、信頼性評価の面からも意義があることなどから、地味な仕事ではあるが、継続することが重要である。</p>
--	--	--	---

	成果に関する評価、実用化の見通しに関する評価、今後に対する提言
PV 環境技術の開発	<p>LCA 評価では廃棄段階を含めた最新の知見に基づき、ほぼ全ての太陽電池のライフサイクルインベントリデータを作成し、メーカーが自主的に活用できるツールを開発した意義は大きく、初期の目標をクリアしている。エネルギーペイバックタイム、CO₂ ペイバックタイムについて各種太陽電池に対して、具体的数値として算出したことは評価できる。</p> <p>ただし、エネルギーペイバックタイム等の具体的算出根拠が提示されておらず、信頼性の判断がしにくい。エネルギーペイバックタイムが 2 年程度と低いのに、コストが高いのは何故かを議論すべきであった。</p> <p>1 社データでは代表性が低い。新しいシステムであれば仕方がないところであるが、なぜ多結晶や単結晶 Si の評価が 1 社データなのか。また、周辺機器に関する調査方針に関する説明が必要である。さまざまなシナリオにより環境負荷が異なるわけで、これをツールで反映できるようにしたと説明されているが、紹介された結果にはその効用を表現されていない。実用化に向けた検討はツールを生産メーカーに利用させ、その利用性について検証することが重要である。</p> <p>今後開発された製品に対して継続的に実際にメーカーが活用されていくことが担保されるようにしていただきたい。</p>

	成果に関する評価、実用化の見通しに関する評価、今後に対する提言
標準化支援事業及び IEA 国際協力事業等	<p>太陽光発電産業発展の基礎となる標準化支援については、安全性認証、系統連系の規格化、各種セルとモジュールの測定法、試験方法などに進展があり、着実に目標を達成している。国際協力事業についても、PVPS の活動のタスク 8 では、将来の大規模太陽光発電の調査研究を OA として活躍しており、国際貢献、役割、成果について目標をクリアしている。また、ロードマップの改定や政策提言に IEA PVPS のタスク 1 の活動成果をはじめとした本プロジェクトの資料が利用できることは評価できる。</p> <p>国際協力事業は表向き国際協力であるが、各種規制、標準化についてイニシアティブを獲る側面があり、現状の太陽電池産業への影響度合いを考えると、今後の活動テーマとして PVPS の活動はタスク 12 健康、安全、環境に参加することも重要である。タスク 8 の大規模な砂漠発電では、近年の動きをみると太陽熱(CSP)を中心に考える動きがあり、太陽熱との将来性の詳細な比較検討を行うことが、将来の大規模太陽光発電のイメージを描く上で重要である。</p> <p>技術開発動向と技術開発戦略の調査は、日本の位置付けを明確にすることが目的であるので、単なる技術調査に終わるのではなく、最近の日本の太陽光産業シェア低下に関連して技術開発戦略に問題はないのかなどの視点や欧米との開発テーマや開発予算配分比較など踏み込んだ分析と対策提言を次期プロジェクトに反映してほしい。</p> <p>標準化支援としての規格に対して、政府の方針、執行に関する広報的な役割も NEDO の事業として検討して欲しい。さらに海外認可の状況調査など、国内企業が海外市場を開拓するための情報収集を期待する。</p>

評点結果 [プロジェクト全体]



評価項目	平均値	素点 (注)							
		B	A	—	A	B	A	A	
1. 事業の位置付け・必要性について	2.7	B	A	—	A	B	A	A	
2. 研究開発マネジメントについて	1.5	C	C	—	C	C	A	B	
3. 研究開発成果について	1.7	C	B	—	B	C	A	C	
4. 実用化の見通しについて	1.7	C	B	—	B	C	A	C	

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性について

- ・非常に重要 →A
- ・重要 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当性がない、又は失われた →D

2. 研究開発マネジメントについて

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね適切 →C
- ・適切とはいえない →D

3. 研究開発成果について

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当とはいえない →D

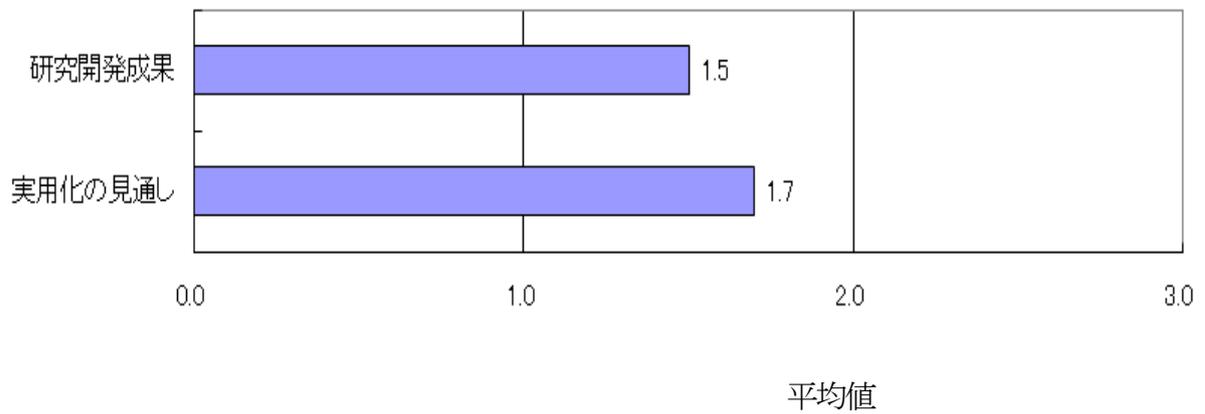
4. 実用化の見通しについて

- ・明確 →A
- ・妥当 →B
- ・概ね妥当であるが、課題あり →C
- ・見通しが不明 →D

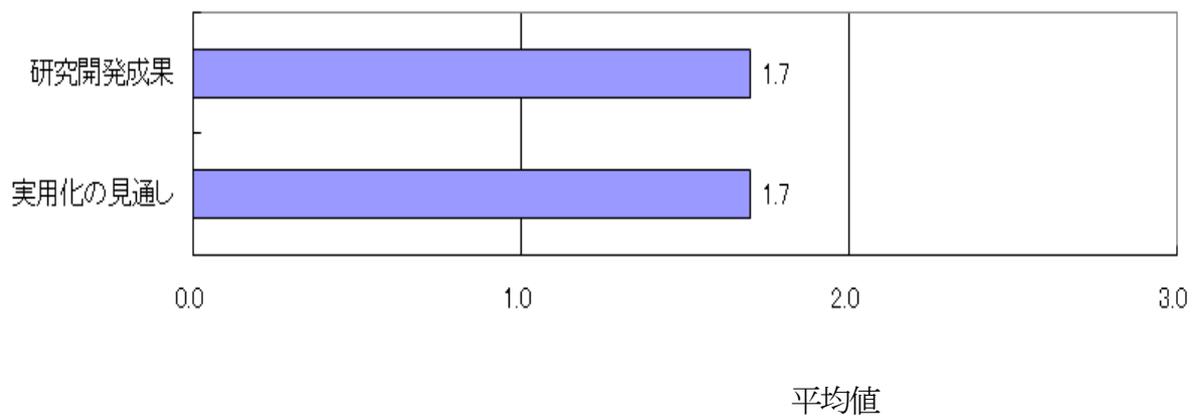
評点結果〔個別テーマ〕

(1) 新太陽電池評価技術の開発

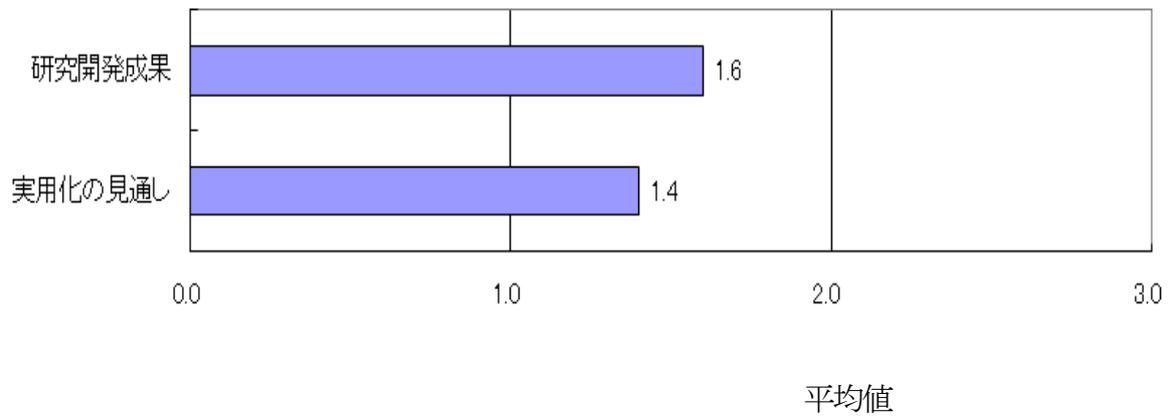
①太陽電池評価



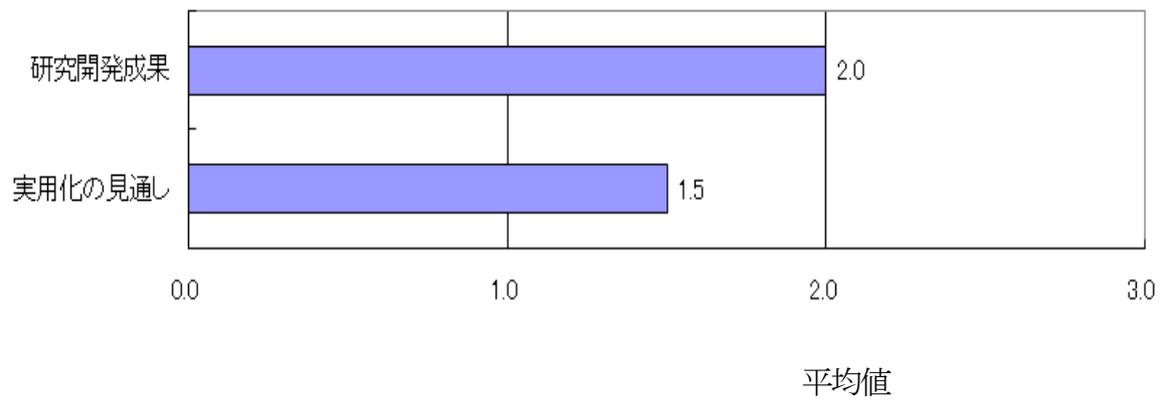
②発電量評価



(2) PV 環境技術の開発



(3) 標準化支援事業及びIEA 国際協力事業等



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)							
3. 2. 1 新太陽電池評価技術の開発 (1)太陽電池評価									
1. 研究開発成果について	1.5	D	C	—	B	B	A	C	
2. 実用化の見通しについて	1.7	D	A	—	B	C	A	C	
3. 2. 1 新太陽電池評価技術の開発 (2)発電量評価									
1. 研究開発成果について	1.7	C	B	—	B	B	B	C	
2. 実用化の見通しについて	1.7	C	A	—	C	C	B	B	
3. 2. 2 PV 環境技術の開発									
1. 研究開発成果について	1.6	C	B	C	C	C	B	A	
2. 実用化の見通しについて	1.4	C	C	C	C	C	B	A	
3. 2. 3 標準化支援事業及びIEA 国際協力事業等									
1. 研究開発成果について	2.0	B	B	—	B	C	A	B	
2. 実用化の見通しについて	1.5	C	B	—	C	C	B	B	

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について

- ・ 非常によい →A
- ・ よい →B
- ・ 概ね適切 →C
- ・ 適切とはいえない →D

2. 実用化の見通しについて

- ・ 明確 →A
- ・ 妥当 →B
- ・ 概ね妥当であるが、課題あり →C
- ・ 見通しが不明 →D