

「太陽エネルギー技術開発／
太陽光発電システム次世代高性能技術の開発」
中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	3
評価概要（案）	12
評点結果	19

はじめに

本書は、第31回研究評価委員会において設置された「太陽エネルギー技術開発／太陽光発電システム次世代高性能技術の開発」（中間評価）の研究評価委員会分科会（第1回（平成24年8月23日、24日）、及び現地調査会（平成24年8月7日））において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、第33回研究評価委員会（平成24年11月13日）にて、その評価結果について報告するものである。

平成24年11月

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「太陽エネルギー技術開発／太陽光発電
システム次世代高性能技術の開発」分科会
（中間評価）

分科会長 庭野 道夫

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

「太陽エネルギー技術開発／太陽光発電システム

次世代高性能技術の開発」(中間評価)

分科会委員名簿

(平成24年8月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	にわの 庭野 みちお 道夫 *	東北大学 電気通信研究所 教授
分科会長代理	くどう 工藤 かずひろ 一浩	千葉大学 大学院工学研究科 教授
委員	かきうち 垣内 ひろあき 弘章	大阪大学 大学院工学研究科 精密科学・応用物理学専攻 准教授
	しらい 白井 はじめ 肇	埼玉大学 大学院理工学研究科 物質科学部門 教授
	せがわ 瀬川 ひろし 浩司 *	東京大学 先端科学技術研究センター 産学連携新エネルギー研究施設長 / 教授
	たかぎ 高木 しんや 晋也	株式会社 NTTファシリティーズ ソーラープロジェクト本部 実証研究担当 課長
	たかはし 高橋 こうしん 光信	金沢大学 理工研究域物質化学系 応用化学コース 教授 理工研究域サステナブルエネルギー研究センター センター長
	とみた 富田 たかし 孝司 *	東京大学 先端科学技術研究センター 超高効率太陽電池分野 特任教授
	ひろせ 廣瀬 ふみひこ 文彦	山形大学 大学院理工学研究科 教授

敬称略、五十音順

注*：実施者の一部と同一組織であるが、所属部署が異なるため（実施者：東北大学〔金属属材料研究所、未来化学技術共同研究センター〕、東京大学 生産技術研究所） 「NEDO 技術委員・技術評価委員規程(平成23年7月7日改正)」第34条（評価における利害関係者の排除）により、利害関係はないとする。

プロジェクト概要

		作成日	平成 24 年 7 月 31 日				
プログラム名	エネルギーイノベーションプログラム						
プロジェクト名	太陽エネルギー技術開発 太陽光発電システム次世代高性能技術の開発	プロジェクト番号	P07015				
担当推進部	新エネルギー部						
0. 事業の概要	<p>本事業では、低炭素社会の実現のため我が国政府が打ち出した目標(2009年4月9日内閣総理大臣講演)(太陽光発電の導入規模を2020年に現状の20倍(26GW)、2030年に40倍(53GW)にする)の達成に資する研究開発として、モジュール高効率化及びコスト低減の観点から、各種太陽電池の変換効率の向上、原材料・各種部材の高機能化、モジュール長寿命化、評価技術等の共通基盤技術等の開発を行う。具体的には以下のテーマを実施する。</p> <p>(イ) 結晶シリコン太陽電池のコスト低減技術、高効率化技術 (ロ) 薄膜シリコン太陽電池の高効率化技術、製造コスト低減技術 (ハ) CIS・化合物系太陽電池の高効率化技術、製造プロセスの開発、集光型太陽電池の低コスト化開発 (ニ) 色素増感太陽電池の高効率化技術、モジュール化技術・耐久性向上技術開発 (ホ) 有機薄膜太陽電池の高効率化技術、モジュール化技術・耐久性向上技術開発 (ヘ) 共通基盤技術の発電量評価技術、信頼性及び寿命評価技術、リサイクル・リユース技術、共通材料・部材・機器及びシステム関連技術、標準化支援事業及び IEA 国際協力事業等</p>						
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>環境と調和した健全な経済産業活動と安全・安心な国民生活の実現を図るため、クリーンエネルギーである太陽光発電の更なる普及が待望されている。太陽光発電の更なる普及を実現するためには、これまでに蓄積した技術の更なる高効率化、共通基盤技術の発展及び低コスト化を可能とする革新的技術の開発が不可欠である。本プロジェクトは、経済性・出力安定性といった課題を克服し、新エネルギー等の自律的普及を目標とするエネルギーイノベーションプログラムの一環として実施する。</p> <p>太陽光発電の急速な普及を背景に、海外においては、太陽光発電技術の開発が精力的に取り組まれている。一方、我が国では太陽光発電ロードマップ(PV2030+)で示された技術課題の解決を通じた太陽光発電の普及拡大に邁進しており、まさに、グローバルな開発競争となっている。我が国は太陽光発電の技術開発及びその導入量・生産量において長らく世界一を誇っていたが、欧州を中心に行われている導入普及政策により、市場の中心は欧州へと移っており、当該分野における我が国の競争力再建のためには、これまで以上の技術開発が必要となっている。このため、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)は、産学の科学的知見を結集して太陽光発電の技術開発を行い、これを産業技術へ繋げていく。また、社会の共通基盤として太陽光発電に係る情報の整備・提供を通じて、行政・産業界・地域社会等の関係各界で科学的知見に基づく認識の醸成を図ることを目的に、本プロジェクトを実施する。</p>						
II. 研究開発マネジメントについて							
事業の目標	太陽光発電ロードマップ(PV2030+)に記載の発電コスト目標:14円/kWh (2020年)、モジュール製造コスト目標:75円/W、モジュール変換効率目標:20%(2015~2020年時点)の実現に資する各種太陽電池の高効率化、低コスト化に係る技術を確認することを目標とする(太陽電池種類毎の具体的な達成目標は後述)。						
事業の計画内容	主な実施事項	H22fy	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	
	結晶シリコン太陽電池	←					→
	薄膜シリコン太陽電池	←					→
	CIS・化合物系太陽電池	←					→
	色素増感太陽電池	←					→
	有機薄膜太陽電池	←					→
	共通基盤技術	←					→
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	H22fy	H23fy	H24fy	H25fy	H26fy	総額
	一般会計	—	—	—			
	特別会計(需給勘定)	2,932	3,979	4,421			
契約種類: 委託(100%)、共同	増額予算	1,389	2,287	—			

研究(2/3)	総予算額	4,321	6,266	4,421		
	(委託)	3,595	5,030	3,520		
	(共同研究) :負担率2/3	726	1,236	901		
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	山口真史(豊田工業大学大学院工学研究科特任教授)(担当:下記以外)および黒川浩助(東京工業大学統合研究院特任教授)(担当:共通基盤技術の発電量評価技術、信頼性及び寿命評価技術、リサイクル・リユース技術、標準化支援事業及びIEA国際協力事業)				
	委託先	豊田工業大学、新日本ソーラーシリコン(株)、京都大学、東北大学、(株)SUMCO、九州大学、(独)物質・材料研究機構、コマツNTC(株)、兵庫県立大学、(独)産業技術総合研究所、奈良先端科学技術大学院大学、東京工業大学、岐阜大学、シャープ(株)、三菱電機(株)、京セラ(株)、明治大学、(株)コベルコ科研、太平洋セメント(株)、弘前大学、東京大学、太陽光発電技術研究組合、(株)カネカ、富士電機(株)、昭和シェル石油(株)、富士フイルム(株)、(株)アルバック、鹿児島大学、筑波大学、豊橋技術科学大学、三井造船(株)、九州工業大学、信州大学、新日鐵化学(株)、住友大阪セメント(株)、メルク(株)、山形大学、桐蔭横浜大学、グンゼ(株)、(株)フジクラ、東京理科大学、住友化学(株)、出光興産(株)、(株)東芝、パナソニック電工(株)、早稲田大学、三菱樹脂(株)、積水化学工業(株)、デュボン(株)、(財)日本気象協会、(財)北九州産業学術推進機構、(株)資源総合システム、みずほ情報総研(株)				
情勢変化への対応	<p>日本は太陽光発電システムの導入量・生産量において長らく世界一を誇っていたが、欧州を中心に行われている導入普及政策により、市場の中心は欧州へ移り、生産量においても中国・台湾等の新興メーカーの台頭が顕著で日本の地位は相対的に低下している。</p> <p>このような近年の競争力低下と、政策面における太陽光発電の普及拡大の要請とが相まって、太陽光発電の性能の飛躍的な向上と大幅な低コスト化を狙った研究開発が求められている。それにより、住宅や商用施設等での導入促進や、未利用地等での大規模発電等、太陽光発電の適用可能域を抜本的に拡大し、さらに海外の広大な非耕作地など全地球的な視点での太陽光発電の利用も可能とするなど、グローバルな展開も期待される。</p> <p>しかしながら、太陽光発電技術を飛躍的に向上させるためには、従来技術の延長線上にない研究開発における新たな取り組みが必要不可欠である。世界的に熾烈な開発競争を展開している中で、より広い知見を結集し、それぞれが得意とする専門技術を総合することで研究開発の高度化とスピードアップを狙ったコンソーシアム形式も採用した。</p>					
評価に関する事項	事前評価	事前評価 平成 21 年度 担当部 新エネルギー技術開発部				
	中間評価	中間評価 平成 24 年度 担当部 新エネルギー部				
	事後評価	事後評価 平成 27 年度予定 担当部 新エネルギー部				
Ⅲ. 研究開発成果について	<p>豊田工業大学 大学院工学研究科特任教授 山口 真史氏を基本計画の研究項目ごとに設定した下記のテーマ(イ)～(ホ)のプロジェクトリーダー、東京工業大学 ソリューション研究機構 特任教授 黒川 浩助氏をテーマ(へ)のプロジェクトリーダーとし、その下で各研究開発の効率化を図りながら、太陽電池の種類ごとに研究分科会(後に進捗報告会に名称変更)を設け、プロジェクトリーダー及び実施者間での情報交換等により進捗状況の把握、研究方針のチェックと指導を行った。分野別に、成果概要を以下に示す。</p> <p>(イ) 結晶シリコン太陽電池 結晶シリコン太陽電池の高効率化技術及び低コスト化に資する技術の開発を目的として22件のテーマについて継続して研究開発を行った。「極限シリコン結晶太陽電池の研究開発(次世代超薄型結晶シリコン太陽電池の低コスト・高効率化プロセス開発)(委託先シャープ株式会社)」においては、バックコンタクト太陽電池セルを試作し、90mm 角、220μ m厚で 22.1%(自社測定)の変換効率を達成した。また、「極限シリコン結晶太陽電池の研究開発(太陽電池向け 100μ mウエーハの高効率加工技術の構築)(委託先コマツNTC株式会社)」では、細線ワイヤーによる切断条件を改良し、ウエーハ厚さ 130μ m、カーフロス 115μ mを達成した。「太陽電池用シリコンの革新的プロセス研究開発(高純度原料の開発)(委託先:太平洋セメント株式会社)」では、シリカの洗浄に遠心分離</p>					

機を適用することで、洗浄コストの50%削減の目途を得た。

(ロ) 薄膜シリコン太陽電池

薄膜シリコン太陽電池について、高効率化と製造コスト低減の開発を目的として、3件のテーマについて継続して研究開発を行った。「次世多接合薄膜シリコン太陽電池の産学官協力体制による研究開発」(委託先:太陽光発電技術研究組合)においては、小面積のタンデムセルにおいて、 SiO_x 中間層の採用、n 層の SiO_x 合金化、トップセル膜厚調整 ($t_{\text{top}} \sim 0.35 \mu\text{m}$) により、安定化効率 11.7% (ガラス面反射防止層あり) を得た。また製造コスト低減の開発として、三菱重工業が開発した大面積 (G5 サイズ: $1.4\text{m} \times 1.1\text{m}$) プラズマCVD装置をベースにした高生産製造装置の開発を実施中であり、 $\mu\text{c-Si}$ 製膜において $\pm 15\%$ 以下の膜厚均一性を得た。「高度構造制御薄膜シリコン太陽電池の研究開発」(共同研究先:株式会社カネカ)においては、実機サイズモジュール ($980\text{mm} \times 950\text{mm}$) から切り出した 10mm 角のセルで、初期変換効率 13.1% が得られた。「薄膜シリコンフィルム太陽電池の高速製膜技術の研究開発」(共同研究先:富士電機株式会社)においては、 $\mu\text{c-Si}$ 単接合セルで製膜速度 2.2nm/s において、変換効率 9.5% を達成した。

(ハ) CIS等化合物系太陽電池

CIS 系薄膜太陽電池の高効率化技術及び軽量基板上への太陽電池の形成技術の開発を目的として2件のテーマについて継続して研究開発を行った。「フレキシブル CIS 太陽電池モジュールの高効率化研究」(委託先:富士フィルム株式会社、株式会社アルバック、国立大学法人鹿児島大学、国立大学法人筑波大学、国立大学法人豊橋技術科学大学)において、フレキシブル基板上の集積型サブモジュールのプロセス技術を開発し、 10cm 角サブモジュールで変換効率 15.9% を達成した。またフレキシブル基板上に連続して CIS 太陽電池を製造するためのロール・トゥ・ロール製造装置の開発も実施中である。「CIS 系薄膜太陽電池の高効率化技術の研究開発」(委託先:昭和シェル石油株式会社)においては 30cm 角サブモジュールで中間目標(変換効率 17%)を大幅に超える変換効率 17.8% を達成した。

(ニ) 色素増感太陽電池

色素増感太陽電池の高効率化・高耐久化およびモジュール開発を目的として、12件のテーマについて継続して研究開発を行った。「三層協調界面構築による高効率・低コスト・量産型色素増感太陽電池の研究開発」(委託先:シャープ株式会社、住友大阪セメント株式会社、富士フィルム株式会社、メルク株式会社、新日鐵化学株式会社、国立大学法人九州工業大学、国立大学法人信州大学)においては、半導体層、色素、電解質の三層構造を最適化した 20cm 角のモノリシック型サブモジュールを開発し、集積型モジュールでは世界最高となる変換効率 9.1% (自社測定) を達成した。「高効率・高耐久性色素増感太陽電池モジュールの研究開発」(委託先:株式会社フジクラ、学校法人東京理科大学)においては、単一ガラス基板サブモジュールとしては世界最大となる 50cm 角サブモジュールを開発し、変換効率 6.5% (自社測定) を達成した。

(ホ) 有機薄膜太陽電池

有機薄膜太陽電池の高効率化・高耐久化およびモジュール開発を目的として、6件のテーマについて継続して研究開発を行った。「有機薄膜太陽電池モジュール創製に関する研究開発」(委託先:株式会社東芝、住友化学株式会社、出光興産株式会社、国立大学法人京都大学)においては、高精度塗布・パターニング技術および発電層材料の改良により、 20cm 角のサブモジュールで世界最高となる変換効率 6.6% (自社測定) を、 1cm 角セルにおいて変換効率 9.1% (自社測定) を達成した。

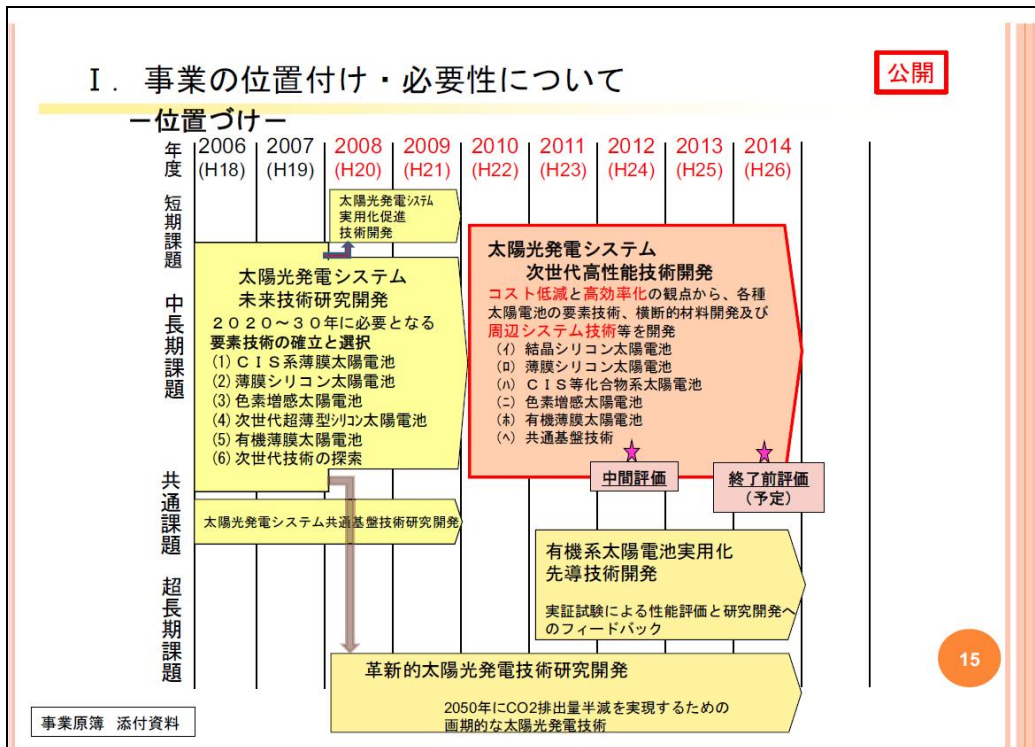
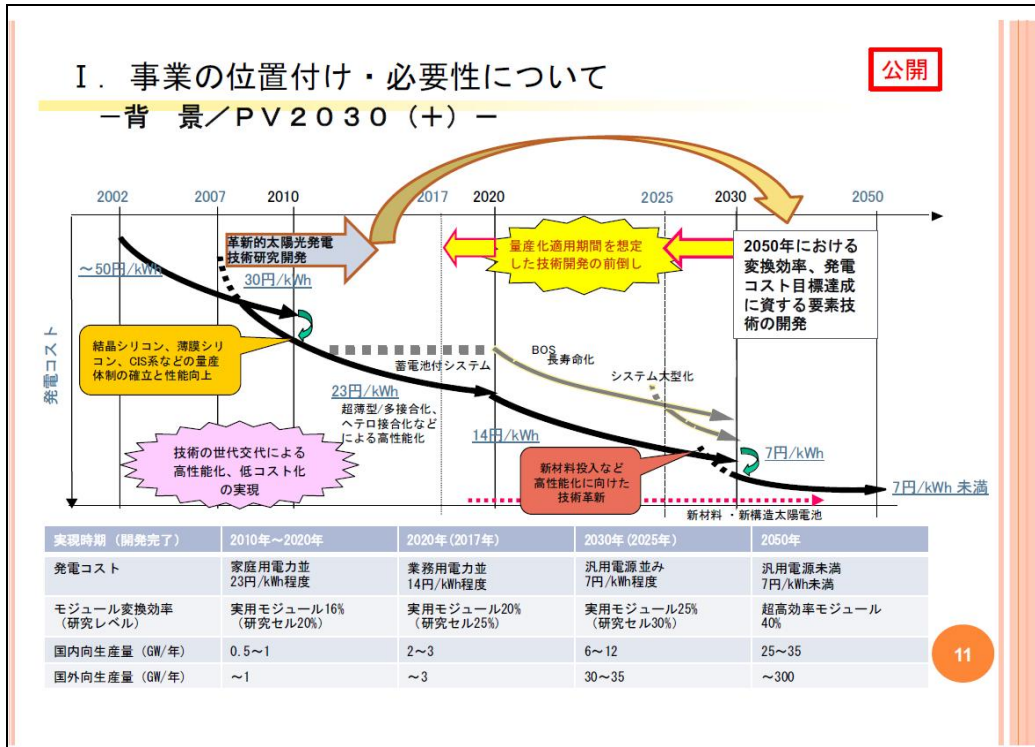
(ヘ) 共通基盤技術

発電量評価技術、信頼性および寿命評価技術、PV システム汎用リサイクル処理手法、共通材料・部材の開発、技術動向の調査を目的として、6 件のテーマについて継続して研究開発を行った。「発電量評価技術等の開発・信頼性および寿命評価技術の開発」(委託先:独立行政法人産業技術総合研究所他)においては、気象データから結晶 Si 太陽電池の発電量を 5%未満の精度で推定する測定法及び算出法や、当日の気象データから特定地域の翌日の発電量を予測する技術を開発した。また、新規加速試験技術としてサイクリック試験、逆バイアス定電流試験を検討すると共にモジュール内水蒸気進入経路調査方法等を開発した。「広域対象の PV システム汎用リサイクル処理手法に関する研究開発」(委託先:公益財団法人北九州産業学術推進機構)においては、EVA 加熱・燃焼処理装置など汎用リサイクル手法における共通処理部の技術開発見通しを得た。また、年間処理量 200MW のパイロットプラントの基本設計・コスト評価を実施し、目標コスト 5 円/W@年間 200MW の達成見通しを得た。「超ハイガスバリア太陽電池部材の研究開発」(委託先:三菱樹脂株式会社)においては、水蒸気透過度 $10^{-6}\text{g/m}^2\text{day}$ 以下、 $85^\circ\text{C} \times 85\% \text{RH}$ 3000hr での水蒸気透過度 $10^{-5}\text{g/m}^2\text{day}$ 以下、耐候性試験機 3000hr での水蒸気透過度 $10^{-5}\text{g/m}^2\text{day}$ 以下である、Cat-CVD とシリカ蒸着の複合膜による超ハイガスバリアフィルムの基本構成確立の目途を得た。「ロール・トゥ・ロールプロセスを可能とする封止材一体型保護シートの研究開発」(委託先:積水化学工業

	株式会社)においては、厚み精度±4%以下、接着速度 3m/分で一体成形、接着強度 20N/10mm以上、全光線透過率 93%の透明性、バリア性 1.8g/m ² day の薄膜シリコン太陽電池向け一体型保護シートを実現した。「太陽光発電システムの据付工程簡便化に関する研究開発」(委託先:デュポン株式会社)においては、ボトルナット不要で部品点数を 62%削減した据付部品プロトタイプを開発。開発システムによる 20%の時間低減率の低減目標の妥当性を確認。また、アイオノマー樹脂と薄板ガラスの組み合わせで、従来型構造と比較し 50%以上の軽量化と、IEC61215 準拠の各種試験に合格する耐久性を持つ新規モジュール構造を実現した。	
(特許・論文等について件数を記載)	H22-H24 年度(7 月末まで)において 特許出願230件、論文(査読付)245件、学会発表913件	
IV. 実用化の見通しについて	本事業で確立した要素技術は、漸次担当企業で実用化されていく。また要素技術として確立しても、実用化までにもう一段の研究が必要とされるものは、2017 年以降に実用化を行い、2020 年における発電コスト 14 円/kWh、2030 年における発電コスト 7 円/kWh の目標達成を目指す。	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成 22 年 3 月制定
	変更履歴	なし

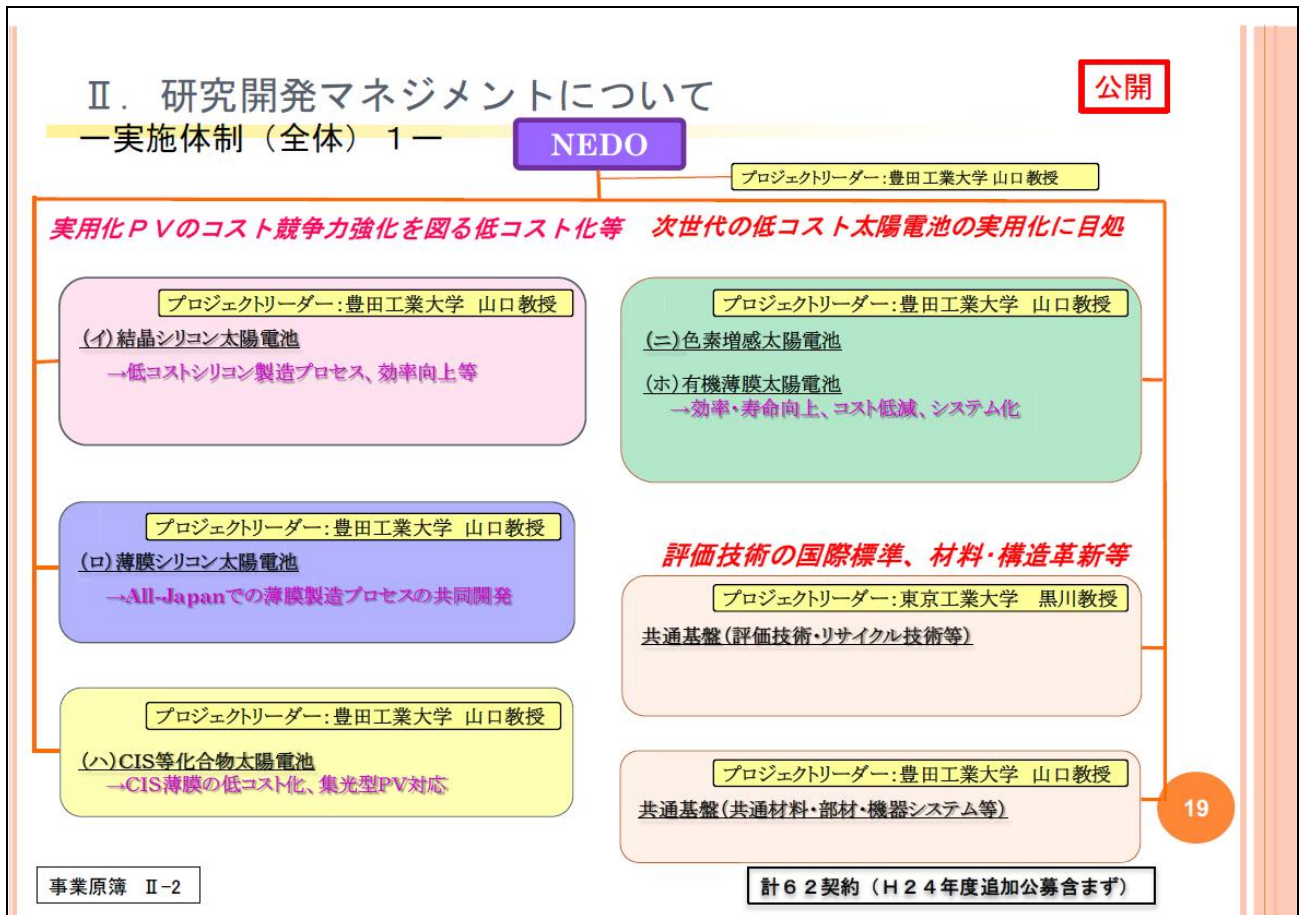
技術分野全体での位置づけ

(分科会資料 6-1-0 より抜粋)



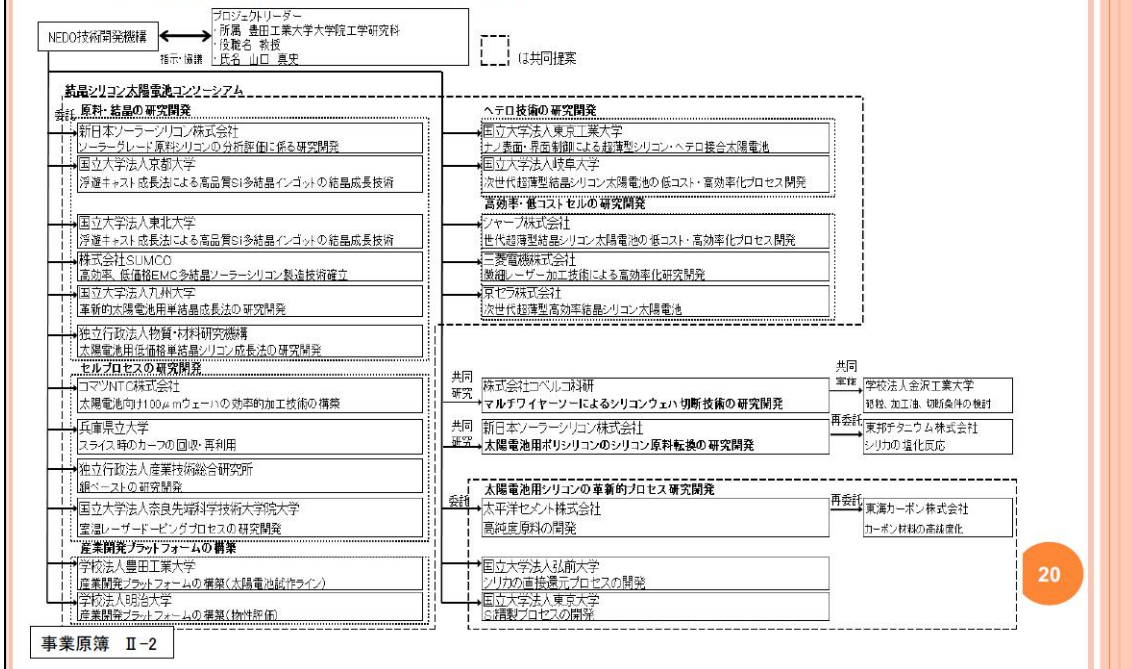
「太陽エネルギー技術開発／太陽光発電システム次世代高性能技術の開発」

全体の研究開発実施体制



Ⅱ. 研究開発マネジメントについて —実施体制 結晶シリコン太陽電池—

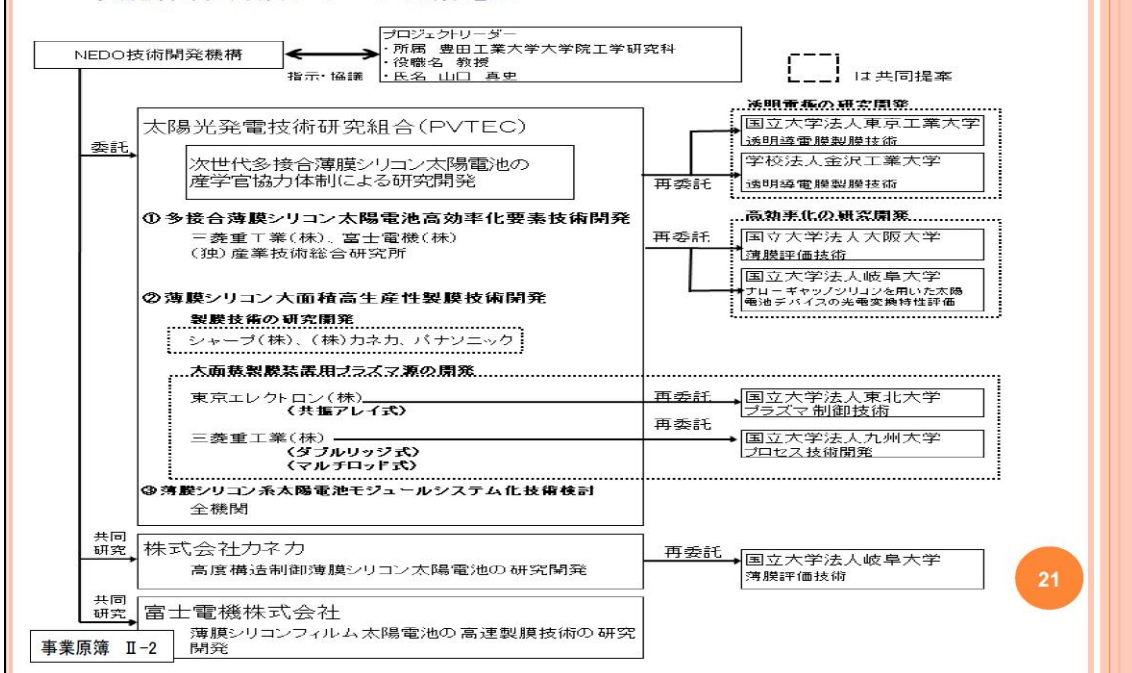
公開



20

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて —実施体制 薄膜シリコン太陽電池—

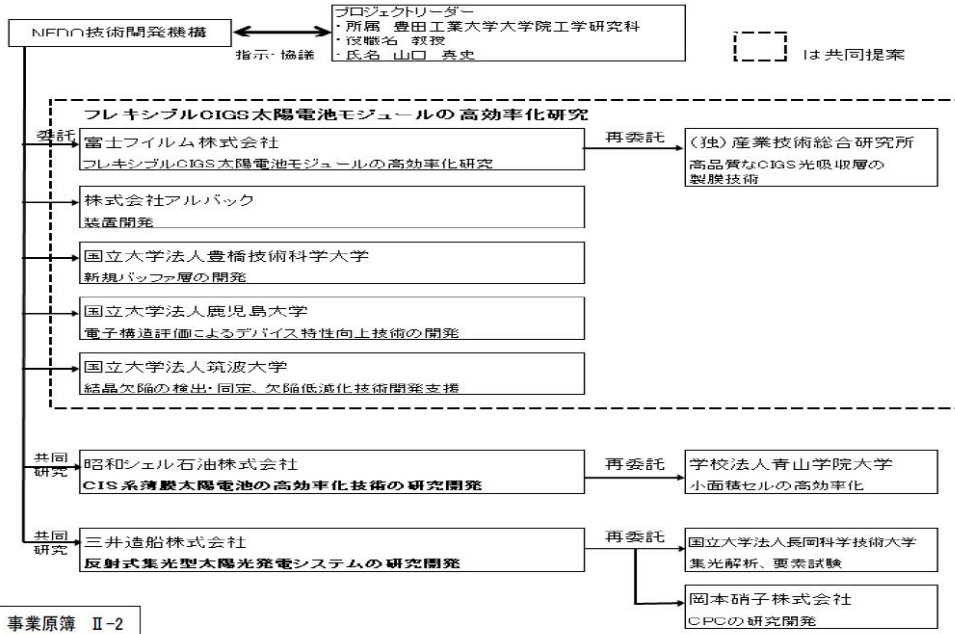
公開



21

II. 研究開発マネジメントについて —実施体制 C I S等化合物系太陽電池—

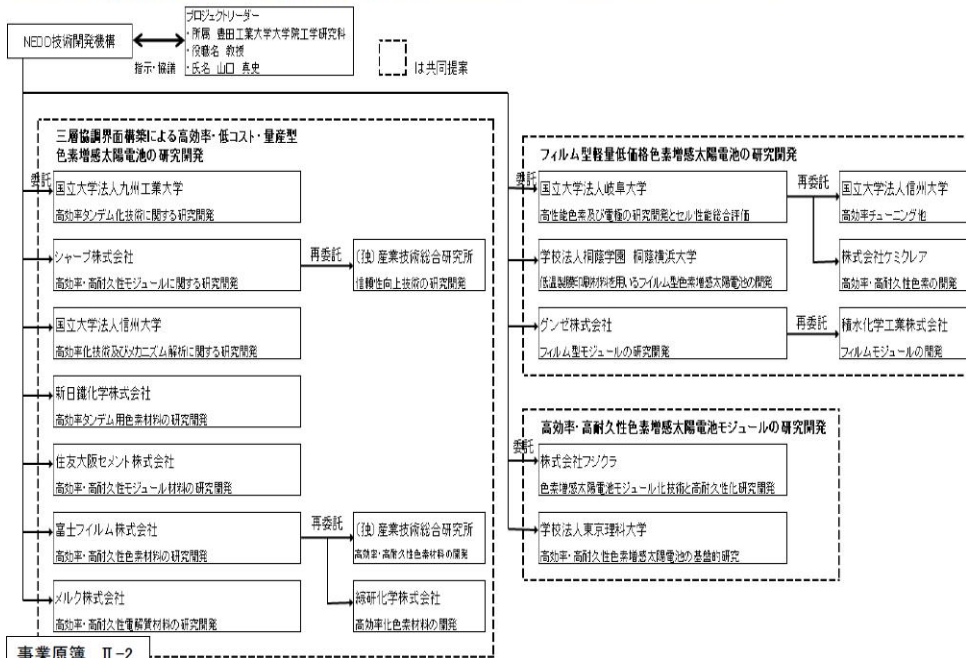
公開



22

II. 研究開発マネジメントについて —実施体制 色素増感太陽電池—

公開

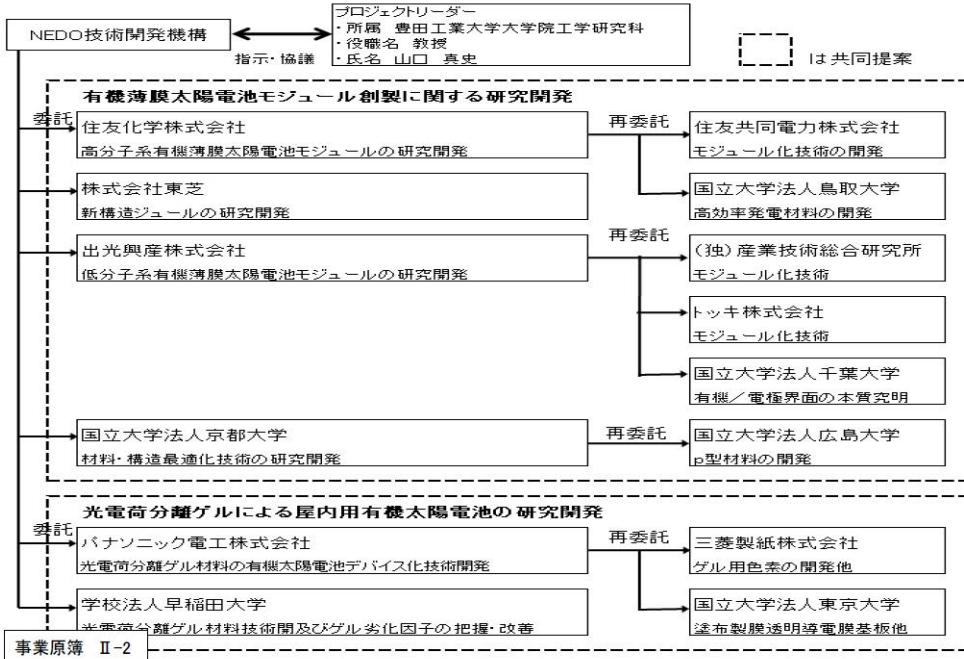


23

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

一実施体制 有機薄膜太陽電池一

公開



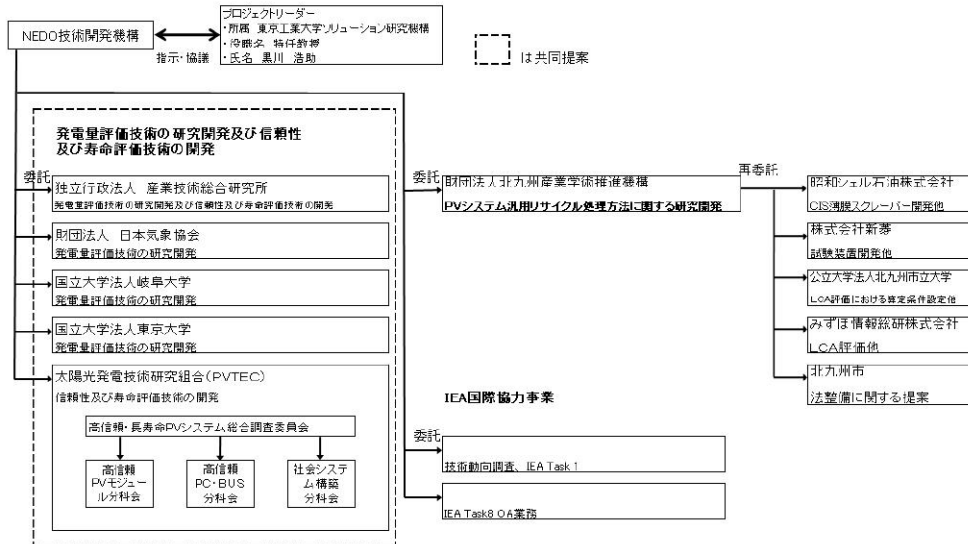
24

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

一実施体制 共通基盤技術（その1）一

公開

研究開発項目（へ）共通基盤技術 1



25

「太陽エネルギー技術開発／太陽光発電システム

次世代高性能技術の開発」(中間評価)

評価概要 (案)

1. 総論

1) 総合評価

再生可能エネルギーに対する期待が大きく高まっている中、太陽光発電について、基盤的技術から実用化技術まで、産学官連携の下に系統的に研究開発を進めている点は、日本の産業競争力を高める点で、また、今後のエネルギー問題を解決する点で高く評価できる。中間時期として概ね中間目標を達成し、優れた技術的進展も多く見られる。

一方、本事業は、実用化研究が大きな目標の一つである。ロードマップではコスト目標が明示されているにも関わらず、コストに関する説明が少なく、本来の意味で目標が達成されているかどうか判断できない。太陽光発電を実用化するためには、変換効率の向上もさることながら、コスト面での評価もより積極的に行う必要がある。太陽電池に対する国民の期待が大きい中、モジュールの生産量、価格では、新興国に負けている現状を反省し、新たな目標設定と戦略を講じる必要がある。従来通りの技術開発さえしていれば勝てるとした考え方から、あるべき姿を想定して、世界に通用する「実用化」技術の開発をどのように行うか、今後の計画の見直しが必要であろう。

2) 今後に対する提言

太陽光発電は、現在非常に重要な開発課題であり、日本が世界をリードして技術を開発するためには、今後もこの研究開発を加速する必要がある。世界情勢を把握し、技術の将来性を正確に評価して、メリハリの利いた経費配分や研究テーマの選択が必要であり、類似の研究テーマ、基盤的な研究開発テーマの統合など実施体制や目標値の設定を見直すなど自助努力もあってしかるべきである。得られている成果がどれくらいの技術レベルにあるのか、世界の研究動向や技術レベルを調査し常に意識して、将来挽回するための戦略、道筋を明確にして、開発目標を高く引き上げておくことが必要である。

本件は、コンソーシアムを形成して、民間企業間や産学の研究連携を推進しているが、このような連携においては、知的財産権の管理が重要となるであろう。

う。連携の幅を広げ、また連携の成果を出していくためには、知財管理の運用体制を強化する必要がある。また、このプロジェクト成果を基盤に国際標準化やリサイクルに関する法規制の推進に繋がる提案となることを期待する。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

再生可能エネルギーに対する国民の期待が高まっている中、太陽光発電の開発研究は重要であり、我が国の直面する国際競争力を高める上でも重要な課題である。低コスト化を求められる太陽光発電の開発は、本質的に大きな利益が取れず、設備投資や研究開発投資に国の関与が必要である。太陽光発電の研究開発は公共性が高く、低コストで太陽電池が実現すれば広く国民の大きな利益になりうる。以上のことから、NEDOの関与は必要不可欠であり、今後も必要とされる。

一方、太陽光発電の研究動向は世界的に見て大きく変動し、また、産業も大きく変化している。この分野で日本の国際競争力を高めるためには、技術レベルが世界的に見てどの辺にあるかの自己評価をするとともに、今後の方向性をより明確にしていく必要がある。特に、変換効率の向上もさることながら、生産コストの評価も、より積極的に行う必要がある。

2) 研究開発マネジメントについて

前プロジェクトの事後評価の提言を受け止め、オールジャパンを念頭においたコンソーシアムの構築は、日本を代表するプロジェクト推進体制となっている。それぞれの実施グループには事業化能力を有する企業を入れており、基礎から実用につなげていく産学連携の体制が出来ている。一部のテーマを除き、数年後の事業化に向けた達成度評価やシナリオが研究テーマごとに明確に示されており、決められたスケジュールの中で適切なマネジメントが行われている。

しかしながら、太陽光発電技術の研究動向は世界的にも大きく変化している。また、日本の社会的状況もこれまでに経験したことのない変化があった。このような状況の中では、開発目標の設定や研究の進め方は柔軟に変えていくことが必要である。本プロジェクトでは、急速な内外の技術動向、市場動向に対する成果の事業化戦略や知財マネジメントの方針には明確さがやや欠けている。太陽電池の研究開発では低コスト化が非常に重要であり、生産コストの評価も、より積極的に行う必要がある。変換効率は目標値の設定としては分かりやすいが、実際の技術は、コスト、プロセスの簡便性、また既存の製造技術との互換性など、実用化や産業化において検討すべき事項が多々ある。変換効率ばかりでなく、開発すべき技術、開発している技術を多面的に捉えていくことが必要

である。細かい数字をクリアしたかしないかだけで過度に評価しすぎると、本質的な研究開発の進捗を妨げることになる。数値化できないものに対する正当な評価も必要。単に数値目標のクリアばかりを考えるのではなく、研究開発の本質的進展を見据えたマネジメントが必要である。

3) 研究開発成果について

各研究テーマや技術課題ごとに達成度の違いが多少あるが、概ね当初設定した目標は達成されている。特に結晶 Si 系ではオールジャパンの体制が整いつつあり、原材料・結晶・スライス技術における目標課題・解決法が明確にされており、太陽電池における波及効果は広い。また、CIS 系薄膜太陽電池は、高効率薄膜太陽電池として市場の創造が期待される。成果の中には世界最高水準のもの、また、この事業が始まってから急速に研究が進展したものもあり、それらは高く評価できる。目標未達成の部分も目標達成までの課題を把握しており、課題解決の方針もほぼ明確となっている。また、知的財産権の取得および論文等の発表も、一部のテーマを除き概ね適切に行われている。

しかしながら、世界的水準に達している成果についても、成果が世界の研究開発動向からみてどの位の位置に位置づけられるか、また、どのようなインパクトがあるかについて、自己評価や説明が不足している。目標を達成にとどまらず、その成果を今後どのように活用し、それをどのように発展させるかについての展望を今後明確にする必要がある。更に、目標未達成、あるいは、その手前にある課題については、具体的な解決の道筋を明らかにする必要がある。なんとかなるという楽観論も研究には必要であるが、本事業は実用化が大きな目標であり、多くの国民が注目している事業であるため、このままではなんともならないかもしれないという危機感を持って今後の解決策を真剣に検討して頂きたい。コストに関する試算結果がほとんど明示されておらず、その意味でロードマップ通りのコストが達成される見込みがあるか不明である。

4) 実用化、事業化の見通しについて

それぞれの研究テーマについては、実用化に向けての目標設定や研究計画が立案され、それが達成・遂行されている。いくつかの研究テーマについては本事業によって実用化に向けて研究が促進され、研究成果の実用化・事業化への意識は、全体を通じて高いと判断される。結晶シリコン・薄膜シリコン・CIS については、産業技術としても優れた成果が得られており、十分に実用化の見通しが得られている。また、有機系太陽電池については、技術的に大幅な進歩が見られ、実用化に向けた取り組みが精力的に進められていると判断できる。

しかしながら、コストダウンや事業化また経済効果等の見通しについては、

全体的に状況の把握が不足している。これまで、ナンバー1の地位を保っていた日本の技術も、既にその地位から陥落し、危機的な状況にある。このような状況の中で、当初の目標も含めて、研究計画の変更や修正も必要である。大量普及を使命としている太陽電池にとって、低価格化が事業化の根本である。そういった観点から、部材の生産コスト低減のための技術開発はもとより、高性能化による発電単位量当たりでのコストダウンをはかるための革新的製造プロセスの技術開発も、検討する必要がある。

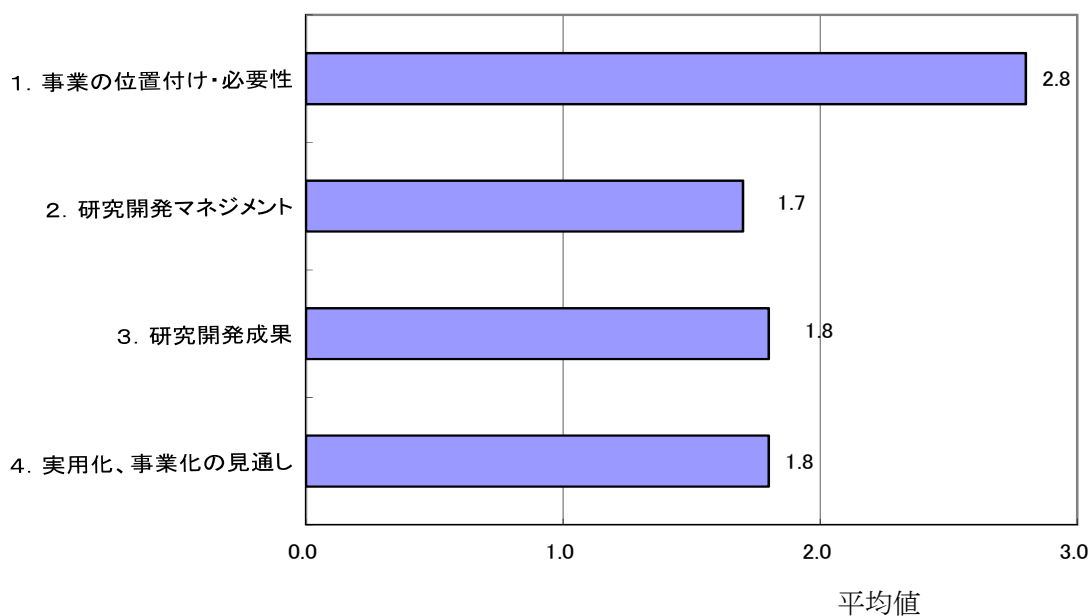
個別テーマに関する評価

	成果に関する評価及び実用化、事業化の見通しに関する評価及び今後に対する提言
結晶シリコン 太陽電池	<p>シリコン原料の国産化から、低コスト化技術、セル性能やモジュール性能の向上を含めた一貫したコンソーシアムが結成されて有効に機能し、オールジャパン的な体制のもとで効率的に研究が行われている。現状のシリコン技術を材料、プロセス、デバイスに渡って幅広くカバーし、原材料、結晶技術、スライス技術、パッシベーション技術等各項目に対する目標も明確で目標達成、実用化・事業化が期待されることは評価出来る。実用化に近い技術であることから、目標設定を前倒しでさらに高め、研究を加速すべきであり、今後の発展に期待したい。</p> <p>しかし、市場の動向や価格下落による国内メーカーの競争力低下を考えた場合、挽回する為のシナリオや斬新性、革新性が見えにくい。材料などの削減により、多くの低コスト化技術が開発されているが、変換効率を向上させる技術はコストアップにつながる可能性が高い。現時点の技術的問題点と実用化への課題解決法を速やかに抽出し、今後の開発計画の見直しに反映して、本事業の成果を一年でも早く実用化に結びつける必要がある。</p>
薄膜シリコン 太陽電池	<p>薄膜シリコン太陽電池の最大の課題である変換効率向上に関して、多接合化により大面積での効率向上が達成されており、光劣化抑制技術の開発など評価すべき成果もあり、概ね中間目標は達成している。</p> <p>しかしながら、薄膜 Si 太陽電池の場合は、特に結晶 Si 系と比較してコストダウンが不可欠であるが、タンデム化と光閉じ込めの最適化等のこれまでの延長線上の開発を継続してもコスト競争力のある薄膜 Si 太陽電池製造プロセスを確立できるのかは不明である。また、変換効率が向上しても光劣化によるパフォーマンス低下の問題は今後も大きな研究課題である。いずれのテーマもこれまで長年研究してきたものであり、これらの課題に対し、具体的にどのような対策を立てるかを明確にする必要がある。市場競争力を高める戦略を考えてほしい。当該分野を推進し、グローバルに通用する商品、技術となりうるのか、世界や日本の太陽電池市場を変革できる力強さが見えない。</p>

CIS 等化合物系太陽電池	<p>集光装置と製造装置面における基礎技術やデバイス設計面、成膜技術において着実な技術開発が進んでいる。また、サブモジュールで中間目標を大きく超える変換効率を得られるなど顕著な成果が得られている。当初設定した目標値をほぼ達成し世界水準の技術であると認められ、本テーマは順調に遂行されたと評価できる。</p> <p>小面積ガラスセルの高効率化は中間目標を達成していないが、未達成の部分については速やかな実現、達成への課題解決、あるいは今後の開発計画の見直しに反映する必要がある。変換効率の目標値を高く設定することは研究を進めていく上で重要であり、必要なことであるが、本事業は実用化研究であり、5年間でどこまで達成できるかを冷静に判断し、目標値の見直しも検討すべきであろう。フレキシブル太陽電池については、実用化の観点から考えると、どの程度低コスト化が図られるか、また、フレキシブルであることの利点がどこにあり、どのような用途が考えられ、その市場はどのようなものか等についても、今後検討を加えるべきであろう。また集光式は、日本の気象環境下では発電特性に期待される効果が得られず、サンベルト地域を中心として海外がターゲットになろうが、集光方式は部品点数が多く、想定している将来コストを実現するのは相当困難であろう。</p> <p>今後、CIS で世界市場に打って出るためには、電極や保護膜等の周辺技術にも全体にレベルアップが必要であり、革新的な発想が求められる。問題点を洗い出し、コストダウンへのシナリオを描いてほしい。</p>
色素増感太陽電池	<p>色素増感太陽電池は、低コストで作製できると期待される太陽電池であり、基礎レベルから系統的に開発研究を展開し、その成果は着実に進歩し事業化レベルに近づいている点は高く評価できる。2006 年度から2009 年度まで変換効率の進展はほとんどなかったが、本プロジェクトを着手後、着実に効率が向上している。このため世界での比較においても日本企業がリーダーシップを発揮できる可能性はある。</p> <p>解決策として挙げられている高性能色素の開発、材料・組成の最適化などはやや不明瞭な部分があり、その有効性については未知の部分が多い。また、耐久性・安定性、また電解液の固体化などの課題を今後着実に解決していく必要がある。今後、実用化に向けては、劣化メカニズムの解明など基礎的な領域にも力をいれるとともに、入射光角度依存性が小さい、低照度での変換効率が高い等の無機系太陽電池には無い特色を</p>

	<p>活かした用途や市場、コストの面での更なる創意・工夫を強く意識した取り組みを進める必要がある。</p>
有機薄膜太陽電池	<p>有機薄膜太陽電池は、低コストで簡便なプロセスで製造できる太陽電池であり、将来、早い段階で実用化に至る電池として期待できる。着実に最重要課題である材料開発、熱的安定性、封止技術開発など性能向上が計られ、モジュールの変換効率が劇的に向上した点など概ね中間目標を達成している。製品イメージは多様で、初期のニッチ展開からシリコン系の代替へと展開して行くイメージが描けており、プロジェクトの成果としては十分に期待感を持たせるものである。</p> <p>一方、有機薄膜太陽電池の特徴を捉え出口製品に対応した耐久性や価格設定など、目標設定や評価基準の見直しが必要である。有機系太陽電池の特徴は圧倒的低コスト化の可能性であり、実用化、事業化を真剣に見据えた素子構造や部材の見直しなど、もう一段ハイレベルな低コスト化のための技術戦略が欲しい。また、大幅な性能向上を目指し、効率の向上やブレークスルーとなる技術の探索にも挑戦すべきであろう。実用化に向けて、寿命や耐久性の評価も重要である。</p>
共通基盤技術	<p>封止技術の開発研究、太陽光発電システムの据付工程に関する研究、評価技術の開発など、太陽電池開発において共通する重要な個別テーマが選択され、各個別テーマは概ね中間目標を達成している。ハイガスバリアフィルムや封止技術の開発は、特に低コストな有機系太陽電池の普及拡大にとってキーテクノロジーであり、さらなる研究の高度化と早期の事業化の推進が期待される。また、高性能な封止技術や高度で新しい評価技術は、太陽電池開発に関して世界の中で日本がリーダーシップを発揮していく上でも重要である。それぞれの技術開発の成果を、どのように個々の太陽電池開発にフィードバックしていくかが今後の課題であり、プロジェクトリーダーの今後のリーダーシップに期待したい。</p>

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)									
		A	A	A	A	A	A	A	B	B	
1. 事業の位置付け・必要性について	2.8	A	A	A	A	A	A	A	B	B	
2. 研究開発マネジメントについて	1.7	A	B	B	B	C	B	C	C	C	
3. 研究開発成果について	1.8	A	B	B	B	B	C	C	B	C	
4. 実用化、事業化の見通しについて	1.8	A	B	B	B	B	B	C	C	C	

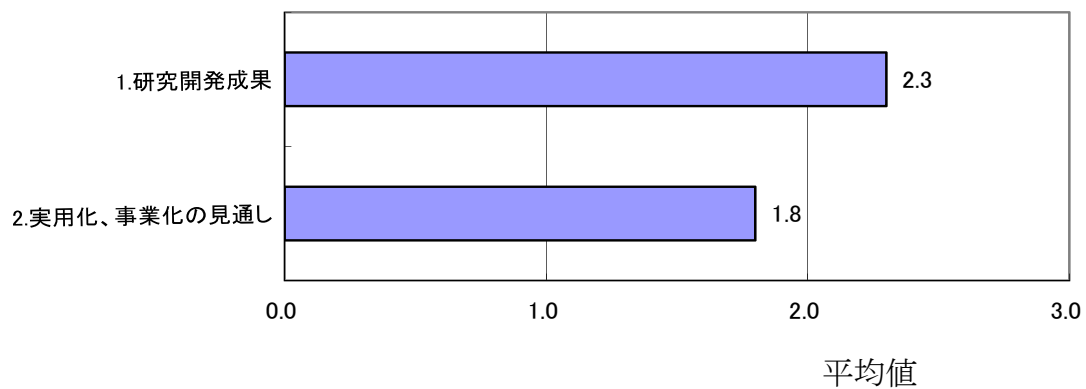
(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

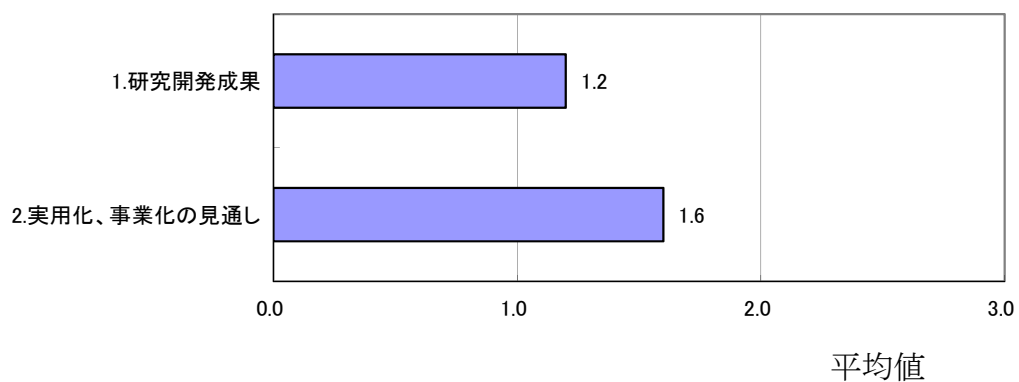
1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化、事業化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

評点結果〔個別テーマ〕

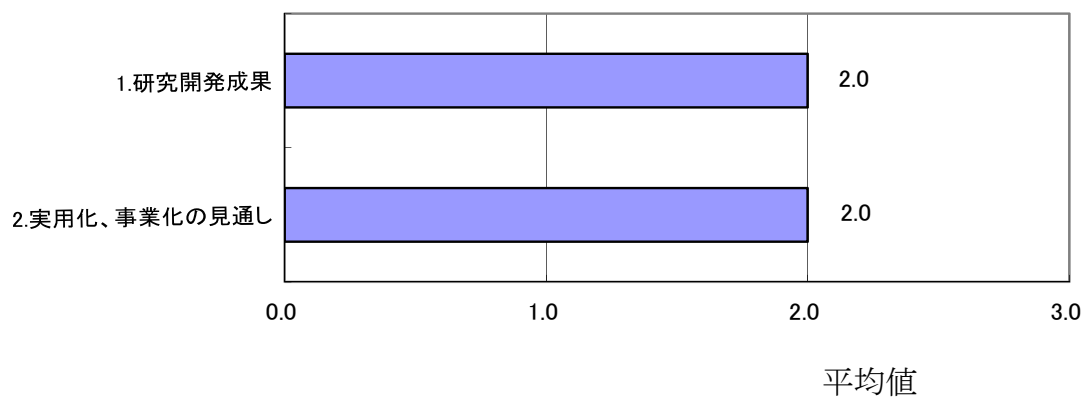
結晶シリコン太陽電池



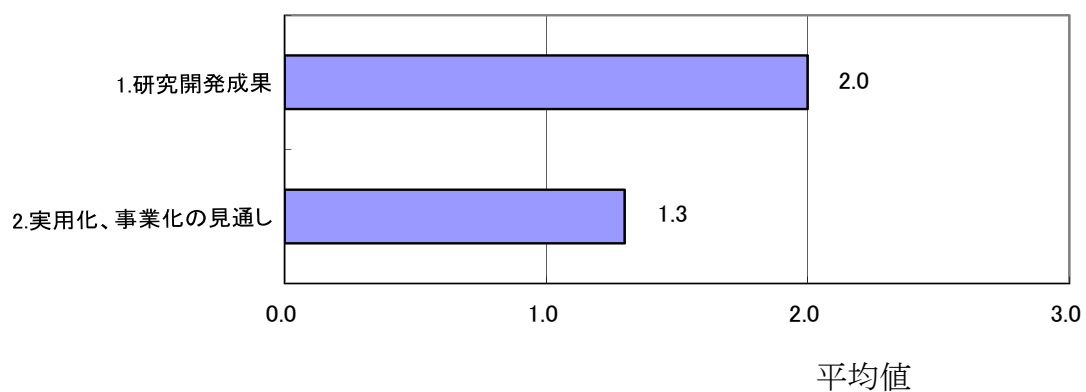
薄膜シリコン太陽電池



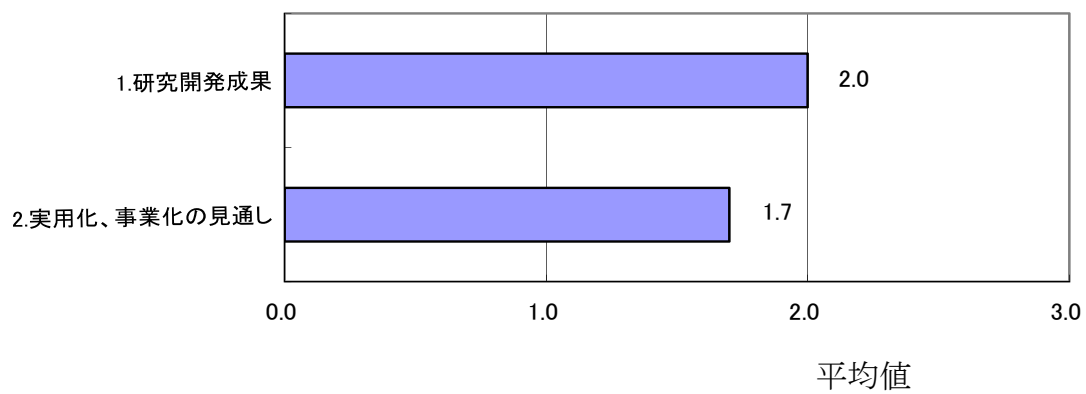
CIS 等化合物系太陽電池



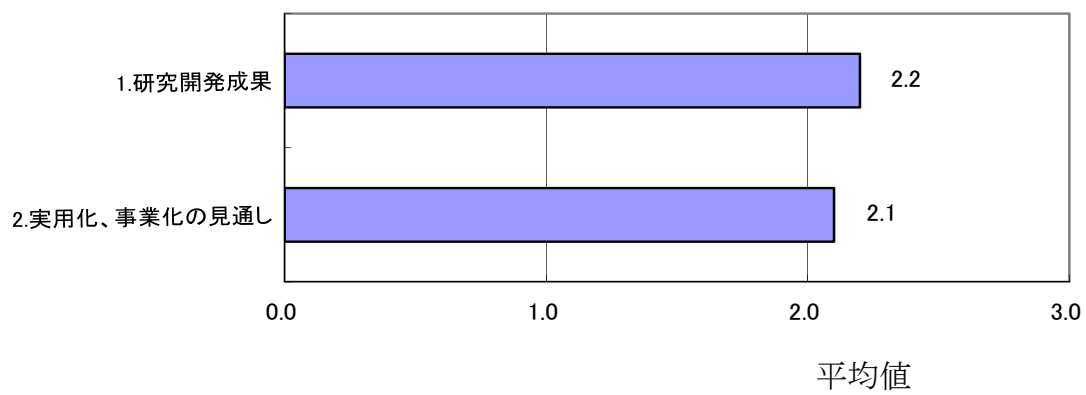
色素増感太陽電池



有機薄膜太陽電池



共通基盤技術



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)									
結晶シリコン太陽電池											
1. 研究開発成果について	2.3	A	A	A	B	B	B	B	A	C	
2. 実用化、事業化の見通しについて	1.8	B	B	B	B	B	B	B	C	C	
薄膜シリコン太陽電池											
1. 研究開発成果について	1.2	B	B	C	C	C	C	C	C	C	
2. 実用化、事業化の見通しについて	1.6	B	B	B	B	B	B	C	C	D	
CIS 等化合物系太陽電池											
1. 研究開発成果について	2.0	A	A	B	B	B	B	C	B	C	
2. 実用化、事業化の見通しについて	2.0	A	A	B	B	B	B	B	C	C	
色素増感太陽電池											
1. 研究開発成果について	2.0	A	B	B	A	B	B	B	B	D	
2. 実用化、事業化の見通しについて	1.3	A	B	B	C	C	C	C	C	D	
有機薄膜太陽電池											
1. 研究開発成果について	2.0	A	A	A	B	B	B	B	C	D	
2. 実用化、事業化の見通しについて	1.7	A	B	B	B	B	B	C	C	D	
共通基盤技術											
1. 研究開発成果について	2.2	A	A	A	B	B	B	B	B	C	
2. 実用化、事業化の見通しについて	2.1	A	A	A	B	B	B	B	C	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. 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、事業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