

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』
(平成22年度～平成26年度 5年間)
中間評価説明資料

議題4 プロジェクトの概要説明 (公開)
議題4-1 事業の位置付け・必要性、
研究開発マネジメントについて

NEDO
新エネルギー部

2012 (H24)年8月23日-24日

1

報告内容

I. 事業の位置付け・必要性について (NEDO 山田)

II. 研究開発マネジメントについて (NEDO 山田)

III. 研究開発成果について (豊田工大 山口教授)
(東京工大 黒川教授)

IV. 実用化の見通しについて (豊田工大 山口教授)
(東京工大 黒川教授)

2

I. 事業の位置付け・必要性について

I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

III. 研究開発成果について

IV. 実用化の見通しについて

I. 事業の位置付け・必要性について

－上位施策の概要 1－

「麻生内閣総理大臣スピーチ（新たな成長に向けて）」（2009年4月9日）
太陽電池の導入量を2020年までに20倍、2030年までに40倍とする目標が示された。

新成長戦略（基本方針）～輝きのある日本へ～（2009年12月30日閣議決定）
（グリーン・イノベーションによる成長とそれを支える資源確保の推進）
電力の固定価格買取制度の拡充等による再生可能エネルギー（太陽光、風力、小水力、バイオマス、地熱等）の普及拡大支援策や、低炭素投融資の促進、情報通信技術の活用等を通じて日本の経済社会を低炭素型に革新する。

「第3期科学技術基本計画」（2006年3月閣議決定）
総合科学技術会議において、太陽光発電が戦略重点科学技術の一つとして選定された。

エネルギー基本計画（2010年6月18日閣議決定）
基本的視点と目標：第1章、第2章
・エネルギーの安定供給確保（energy security）、環境への適合（environment）、市場機能（economic efficiency）の3Eの実現を図ることである。
・2030年に向け中長期的な視点で、エネルギー自給率を大幅向上（約18%→約4割）、エネルギー起源のCO₂の30%削減を目指す。
・エネルギー製品等の国際市場で、我が国企業群がトップクラスのシェアを獲得する。

目標実現のための取組：第3章 第2節 1. 再生可能エネルギーの導入拡大
太陽光発電は、今後、大幅な発電コストの低下が期待され、住宅・非住宅とも潜在的な導入量が大きく、産業の裾野が広い。一方、現状では発電コストが他の発電方式に比べて高い、という課題がある。

I. 事業の位置付け・必要性について

－上位施策の概要2－

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のが目的である。

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。

エネルギー技術戦略（技術戦略マップ2009）

③ 新エネルギーの開発・導入促進

太陽光、風力などの再生可能エネルギーの利用は、例えば、わが国の太陽光発電の導入量が世界のトップレベルとなるなど一定の実績を上げてきた。しかしながら、一次エネルギー供給に占める割合は依然として低い状況である。

太陽光発電については、わが国の太陽電池生産量、導入累積量は既に世界のトップレベルであるが、一層の導入拡大のためには、経済性の改善、変換効率の向上、原材料の供給安定化等、様々な課題がある。これらの課題解決のためには、シリコン系太陽電池としては、薄膜化によるシリコン使用量の低減や多接合などの高効率化が重要であり、非シリコン系太陽電池としては、化合物（CIS）系薄膜太陽電池、色素増感太陽電池等の高効率化、耐久性向上等に向けた技術開発が重要である。

I. 事業の位置付け・必要性について

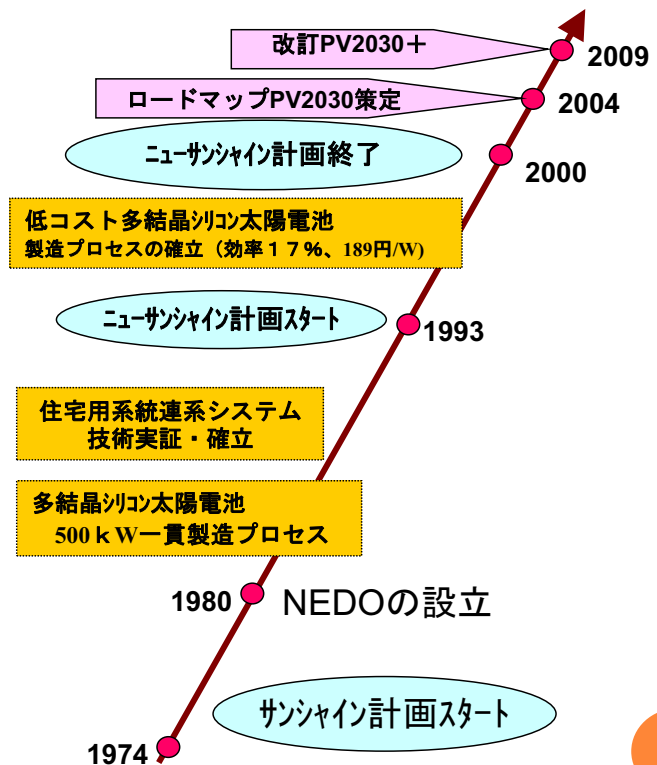
－公的関与の意義－

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）

太陽光発電はエネルギー・環境政策にとって重要な新エネルギー技術普及に向けた早期の低コスト化技術が必要



I. 事業の位置付け・必要性について

公開

—NEDO関与の意義—

マネジメント
プロセス

企画・立案

体制構築

事業推進

NEDOの
強み

- ✓産学官を取り纏めてロードマップを策定（事業環境の変化に即して改訂）
- ✓国策を盛り込んだ企画が可能

- ✓産学官を組み合わせた柔軟な体制を構築可能
- ✓30年以上に亘るコーディネート経験

- ✓公的機関としての中立性
- ✓独法制度を最大限に活かして柔軟に推進

長期間に亘る太陽電池の技術開発を牽引しているNEDOが関与するのが適切

マネジメントの
ポイント

- ✓業界全体のニーズを把握するために産学官のヒアリングを実施
- ✓PV2030+を踏まえた目標設定

- ✓複数の競合企業を、コンソーシアムに纏め上げ共通の技術目標に向けて研究開発を推進
- ✓企業、大学、公的研究機関でコンソーシアムを形成

- ✓大学及び公的研究機関の基礎研究成果を企業の事業化に活かせるように調整
- ✓必要に応じて加速資金を投入
- ✓事業環境の変化に即して追加公募を実施

7

事業原簿 I-1

I. 事業の位置付け・必要性について

公開

—PV2030+の改訂—

太陽光発電ロードマップ「PV2030」（NEDOが策定）

「太陽光発電を2030年までに主要なエネルギーの一つに発展させること」を目標に2004年にロードマップ（PV2030）を策定。

PV2030策定後の事業環境の変化

1. エネルギー資源問題の顕在化と対応
2. 地球温暖化問題の顕在化と太陽光発電の普及拡大政策
3. 欧州を中心とした爆発的な市場拡大と新興国の台頭

太陽光発電ロードマップ「PV2030+」（NEDOが改訂）

国際的な競争力を高めるために、太陽電池の更なる高効率化・低コスト化に加え、太陽電池に係る新たな部材の開発等に取り組む必要が生じた。そこで2009年にロードマップを改訂した。

8

事業原簿 I-1

I. 事業の位置付け・必要性について

－PV2030策定後の事業環境の変化－

1. エネルギー資源問題の顕在化と対応

- ・世界人口増加や新興国の経済発展から世界のエネルギー消費が増大している。
- ・2008年には原油価格が1バレル当たり140ドルを超えた。

2. 地球温暖化問題の顕在化と太陽光発電の普及拡大政策

- ・「Cool Earth－エネルギー革新技術計画」（2008年3月）
- ・「福田ビジョン（低炭素社会・日本を目指して）」（2008年6月）
- ・「麻生内閣総理大臣スピーチ（新たな成長に向けて）」（2009年4月）

3. 欧州を中心とした爆発的な市場拡大と新興国の台頭

- ・2003年から2007年の間に、国内導入量は約2倍に拡大したが、世界市場はドイツを中心に4倍の水準となった。
- ・国内生産量は2倍に増大したが、中国を中心とした生産量の増大によって、世界の生産量は5倍となり、日本のシェアが減少している。

(2003年)

PV累積導入量: 世界1,809MW・国内860MW
 PV年間導入量: 世界 488MW・国内223MW
 年間生産量 : 世界744MW
 日364・米103・欧193・ほか84MW
 年間生産能力: 世界1,280MW
 日520・米299・欧367・ほか95MW

(2007年)

PV累積導入量: 世界7,841MW・国内1,919MW
 PV年間導入量: 世界2,251MW・国内 210MW
 年間生産量 : 世界3,733MW
 日920・米266・欧1,063・ほか1,484MW
 年間生産能力: 世界7,093MW
 日1,555・米433・欧2,042・ほか3,063MW



事業原簿 I-1
 事業原簿 I-2

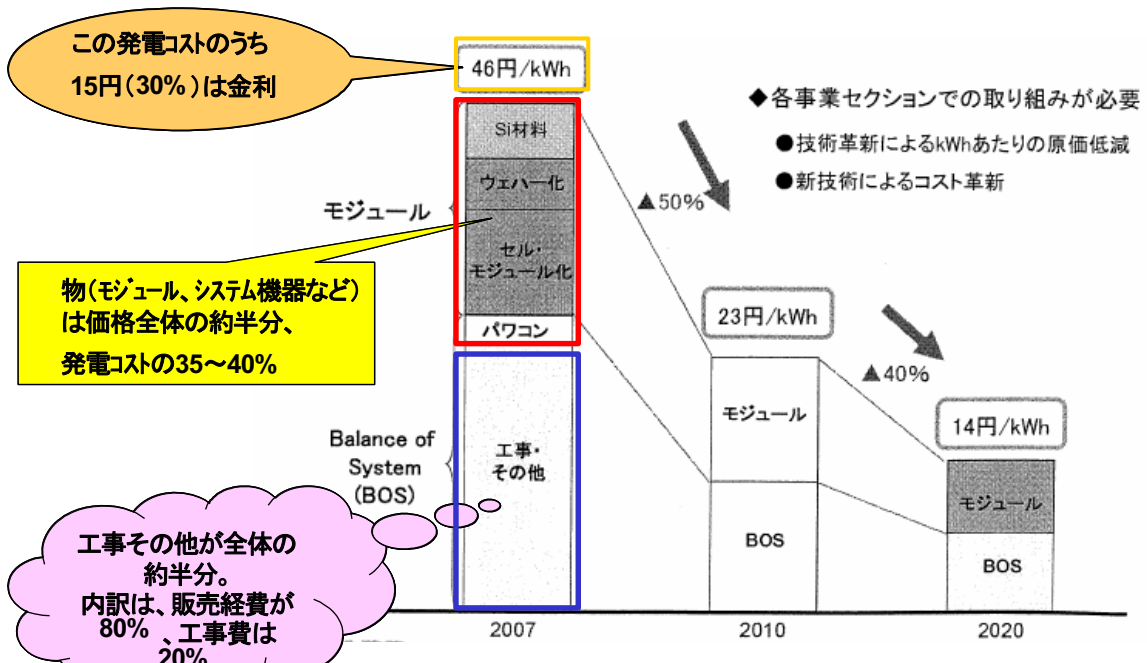
I. 事業の位置付け・必要性について

－太陽光発電システムの価格とこれによる発電コストの構成要因の概観－

＜太陽光発電システム価格の内訳例＞ 2007年(日本)

Sharp 浜野稔重: PV EXPO2008の基調講演を基に
 (樹資源総合システムにて作成)

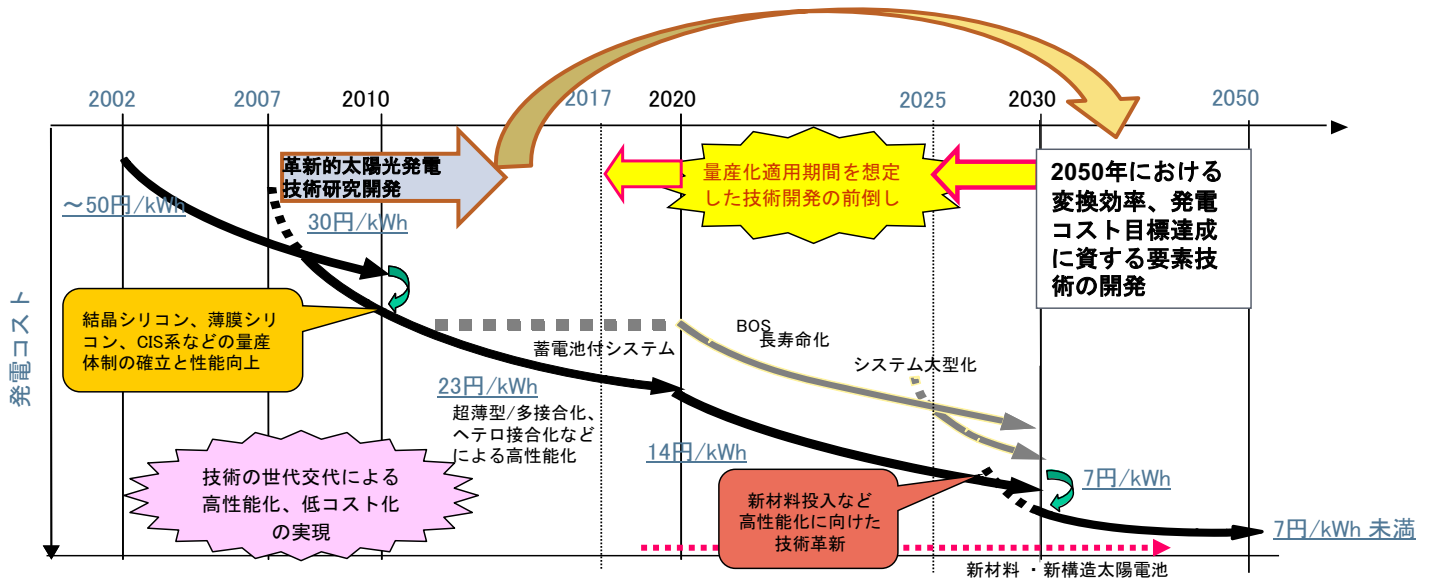
(金利は各要素の費用に含まれる。販売経費、手数料はその他の項目に、架台・工事費は全体の10%と想定)



太陽光発電コストの低減には、システム価格の低減が不可欠である

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	汎用電源未達 7円/kWh未達
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
国外向生産量（GW/年）	～1	～3	30～35	～300

I. 事業の位置付け・必要性について

－背景/PV2030(+)－

個別技術の開発目標	太陽電池 ¹⁾	現状（2009年度）		2017年		2025年		2050年
		モジュール（%）	セル ⁵⁾ （%）	モジュール（%）	セル ⁵⁾ （%）	モジュール（%）	セル ⁵⁾ （%）	モジュール（%）
結晶Si ²⁾	～16	25	20	25	25	(30)	40%の 超高効率 太陽電池 （追加開発）	
薄膜Si	～11	15	14	18	18	20		
CIS系	～11	20	18	25	25	30		
化合物系 ³⁾	～25	41	35	45	40	50		
色素増感	—	11	10	15	15	18		
有機系 ⁴⁾		5	10	12	15	15		

1)セルは技術の到達水準を示す指標で、研究室での小面積セル。モジュールは実用化技術段階。
 2)結晶シリコンは単結晶、多結晶などを区別せず、シリコン基板を用いた太陽電池として設定。
 3)集光時の変換効率。
 4)新しい太陽電池として有機系太陽電池にも開発目標を設定した。
 5)モジュール目標を達成するために最低限必要なセルの変換効率。

I. 事業の位置付け・必要性について

—基本計画内容と次世代高性能プロジェクトの位置づけ1—

基本計画の[研究開発計画]

研究開発項目①「革新的太陽光発電技術研究開発」（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業）

- (1) ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発
- (2) 高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発
- (3) 低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池の研究開発
- (4) 革新的太陽電池評価技術の研究開発
- (5) 高効率集光型太陽電池セル、モジュール及びシステムの開発（日EU共同開発）

研究開発項目②「太陽光発電システム次世代高性能技術の開発」

〔委託事業、（共同研究事業（NEDO負担率：2/3））〕

- (イ) 結晶シリコン太陽電池
- (ロ) 薄膜シリコン太陽電池
- (ハ) CIS等化合物系太陽電池
- (ニ) 色素増感太陽電池
- (ホ) 有機薄膜太陽電池
- (ヘ) 共通基盤技術 ← i) ~ iv)

中間評価の対象となる
研究開発テーマ

研究開発項目③「有機系太陽電池実用化先導技術開発」

有機系太陽光発電システムを設計・試作・設置、実使用環境下で発電量・耐久性等を実証・評価

I. 事業の位置付け・必要性について

—基本計画内容と次世代高性能プロジェクトの位置づけ2—

【基本計画の内容】

(1) 研究開発の目的

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。

(2) 研究開発の目標

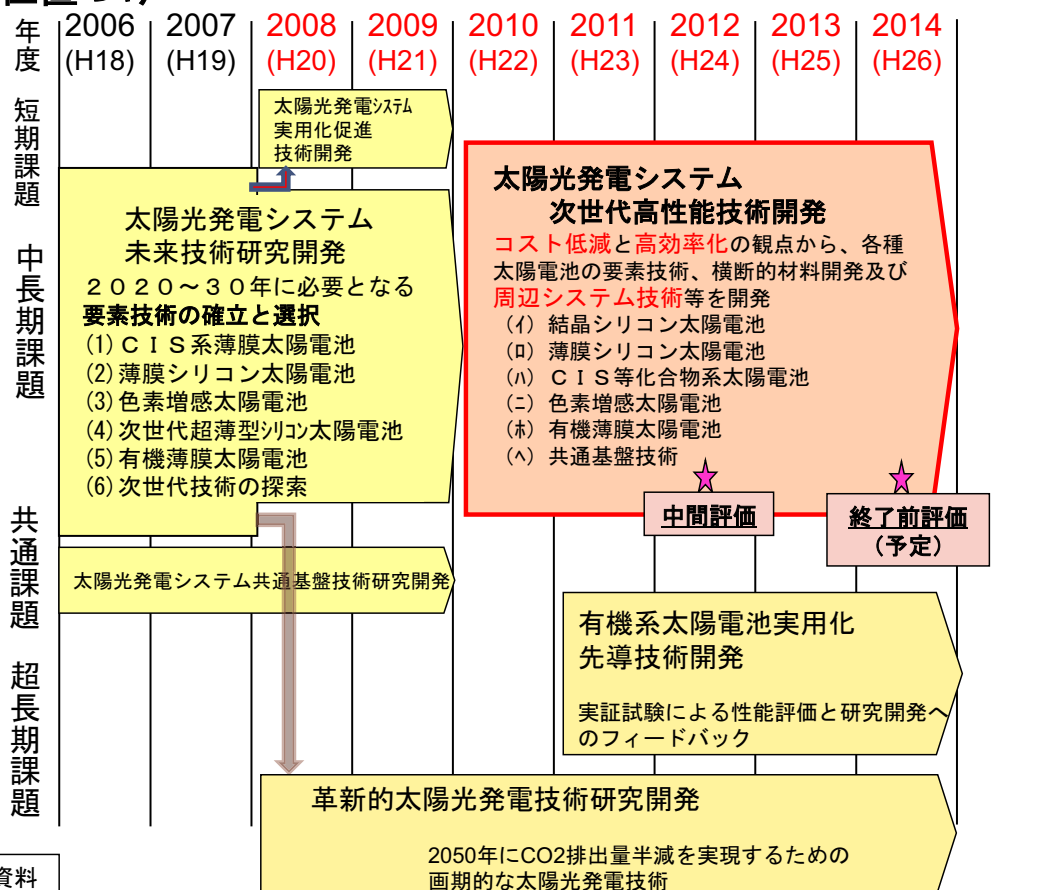
太陽光発電ロードマップに示された2020年の発電コスト14円/kWh、2030年の7円/kWh、2050年の7円/kWh未満達成に資する技術の開発を目標とする。

【次世代高性能プロジェクトの位置づけ】

太陽光発電の導入規模を2020年に現状の20倍（28GW）、発電コスト14円/kWhを達成するため、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。

I. 事業の位置付け・必要性について

－位置づけ－



事業原簿 添付資料

I. 事業の位置付け・必要性について

－「太陽光発電システム未来技術研究開発」の事後評価コメントへの対応－

【事後評価のコメント】

「太陽光発電システム未来技術研究開発」の事後評価コメントにおいては、「民間会社間の連携を強め、オールジャパン的な取り組みがあっても良いのではないかと考える。次に続くプロジェクトについては、企業チームと大学・国立研究所との有機的連携が強められれば、基礎研究成果を目こぼれなく知財化が可能となり、基礎研究成果の実用デバイスへの展開も円滑に進むものと考えられる」

【対応内容】

「結晶シリコン太陽電池」「薄膜シリコン太陽電池」「C I S・化合物系太陽電池」「色素増感太陽電池」「有機薄膜太陽電池」の各研究分野において、企業チームと大学・国立研究所との連携を強めた、オールジャパン体制を構築した。

【例】

- ▶ 「結晶シリコン太陽電池」では、豊田工業大学に太陽電池試作ラインを構築する事で、オールジャパン体制で参画している各機関が新規プロセスや材料を評価出来るようにした。
- ▶ 「薄膜シリコン太陽電池」では、国内の主要な薄膜シリコン太陽電池メーカー全てが技術研究組合に参画することで、技術的な情報を共有しつつ競争的に研究開発を推進している。

II. 研究開発マネジメントについて

I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

III. 研究開発成果について

IV. 実用化の見通しについて

II. 研究開発マネジメントについて

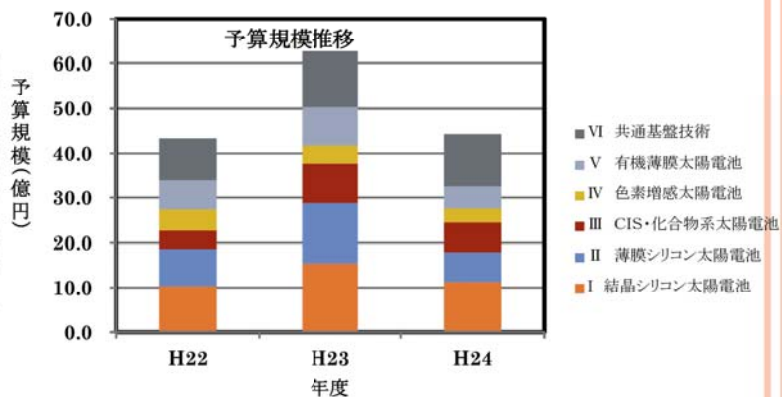
—太陽光発電システム次世代高性能技術開発PJ立ち上げと予算規模—

✓プロジェクトの企画に際して、110事業者に対するヒアリングを行い、プロジェクトの基本計画を策定した。

✓公募の結果、41件（175事業者（再委託事業者含む））に及ぶ提案が寄せられた。基本計画にある必須課題の開発を行うため、21件のテーマを採択することにした。

研究開発予算(実績)の推移(単位:億円)

年度	H22	H23	H24	総額
I 結晶シリコン太陽電池	10.3	15.4	11.3	37.0
II 薄膜シリコン太陽電池	8.3	13.4	6.6	28.3
III CIS・化合物系太陽電池	4.1	8.9	6.6	19.6
IV 色素増感太陽電池	4.7	4.0	3.1	11.8
V 有機薄膜太陽電池	6.6	8.6	5.0	20.2
VI 共通基盤技術	9.2	12.4	11.6	33.2
計 特別会計(需給勘定)	43.2	62.7	44.2	150.1



Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—実施体制（全体） 1—

NEDO

プロジェクトリーダー：豊田工業大学 山口教授

実用化PVのコスト競争力強化を図る低コスト化等 次世代の低コスト太陽電池の実用化に目処

プロジェクトリーダー：豊田工業大学 山口教授

(イ) 結晶シリコン太陽電池
→低コストシリコン製造プロセス、効率向上等

プロジェクトリーダー：豊田工業大学 山口教授

(ニ) 色素増感太陽電池
(ホ) 有機薄膜太陽電池
→効率・寿命向上、コスト低減、システム化

プロジェクトリーダー：豊田工業大学 山口教授

(ロ) 薄膜シリコン太陽電池
→All-Japanでの薄膜製造プロセスの共同開発

評価技術の国際標準、材料・構造革新等

プロジェクトリーダー：東京工業大学 黒川教授
共通基盤(評価技術・リサイクル技術等)

プロジェクトリーダー：豊田工業大学 山口教授

(ハ) CIS等化合物太陽電池
→CIS薄膜の低コスト化、集光型PV対応

プロジェクトリーダー：豊田工業大学 山口教授
共通基盤(共通材料・部材・機器システム等)

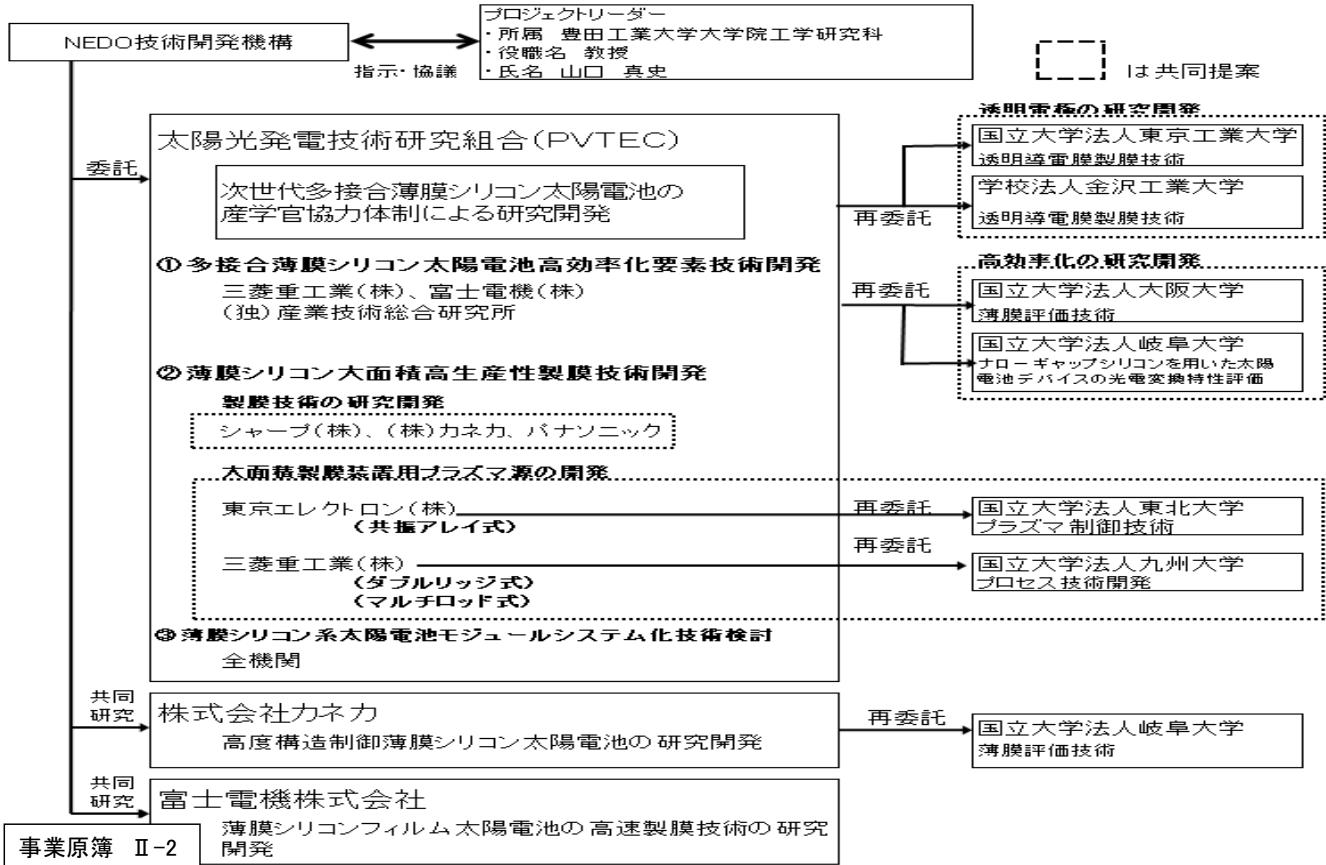
Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—実施体制 結晶シリコン太陽電池—



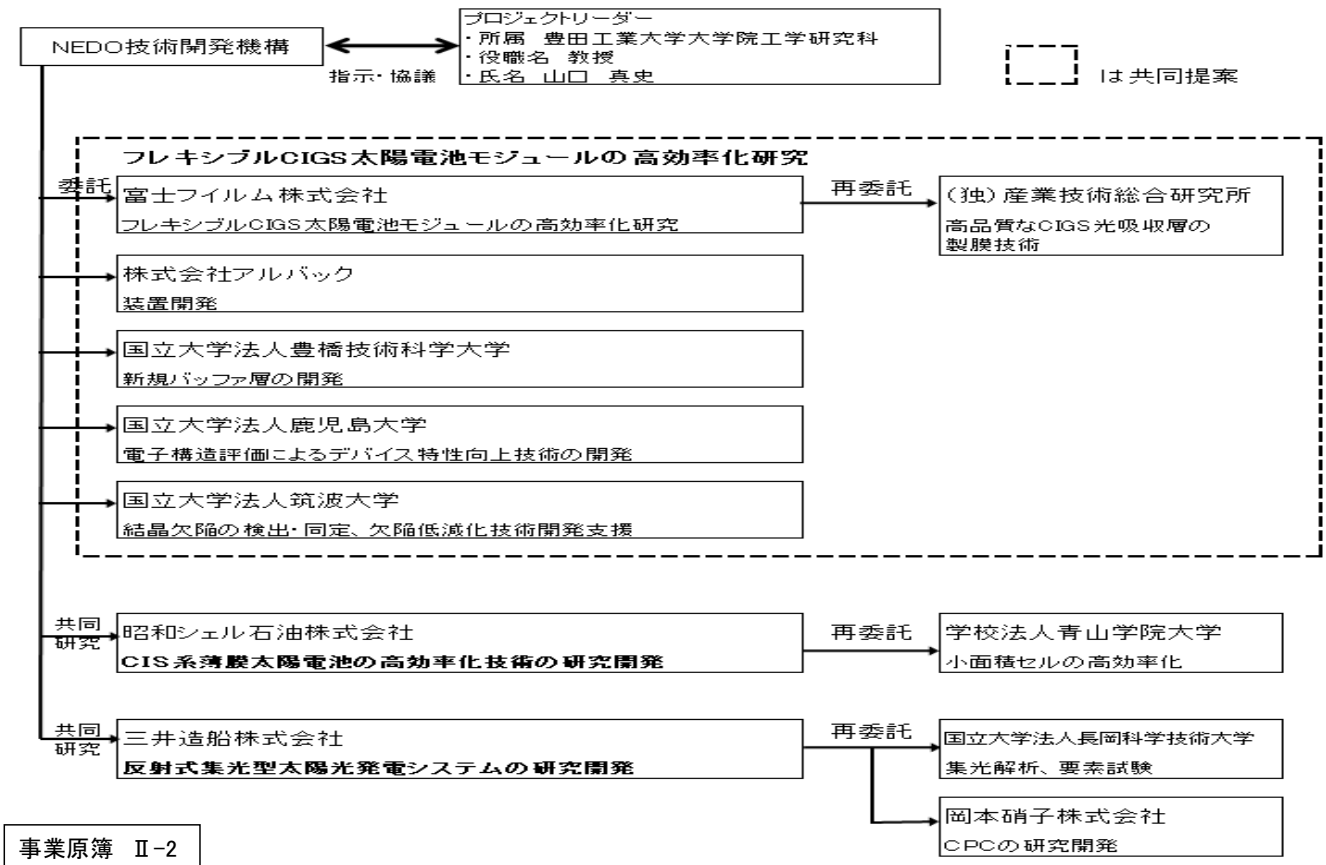
Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—実施体制 薄膜シリコン太陽電池—



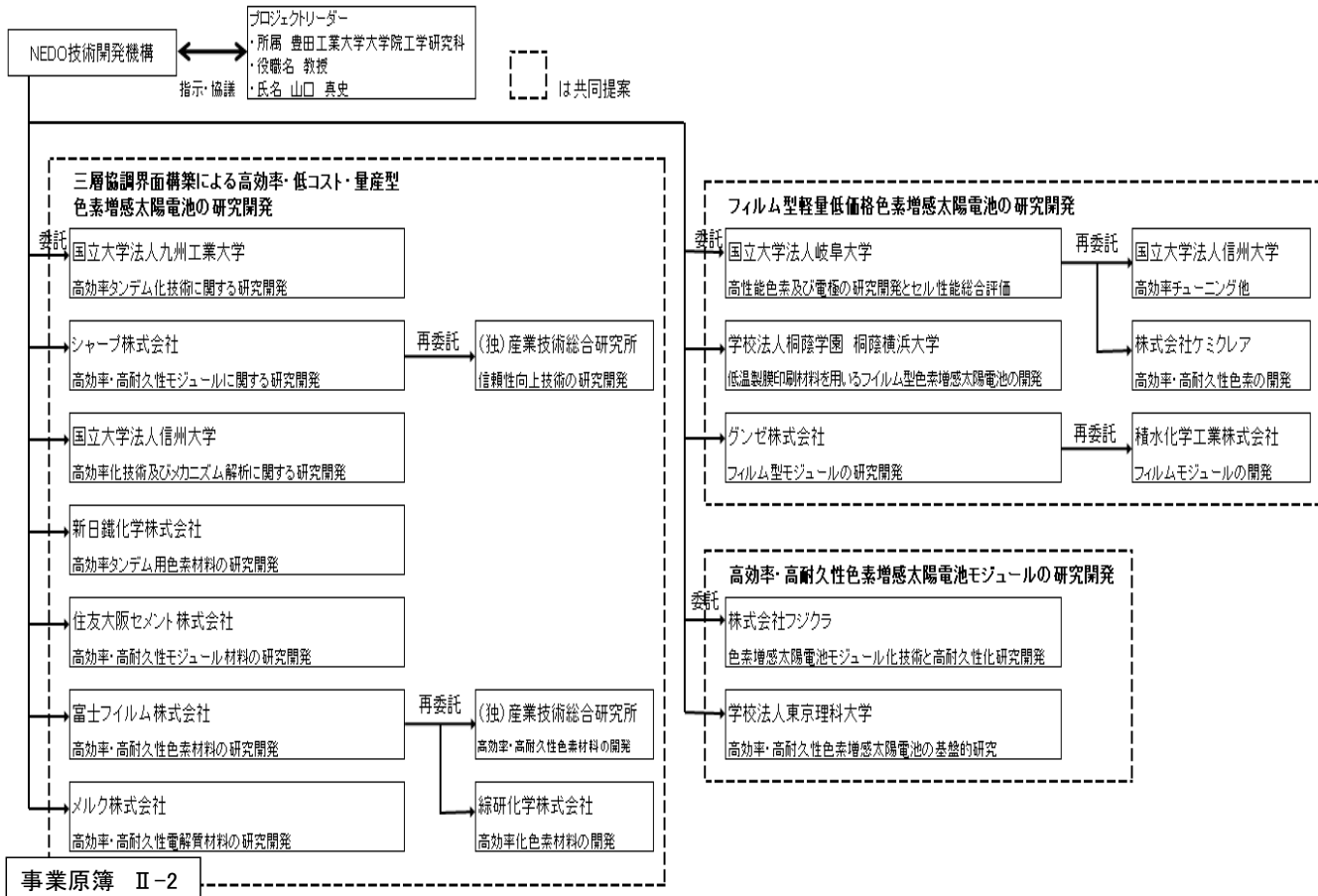
Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—実施体制 C I S等化合物系太陽電池—



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—

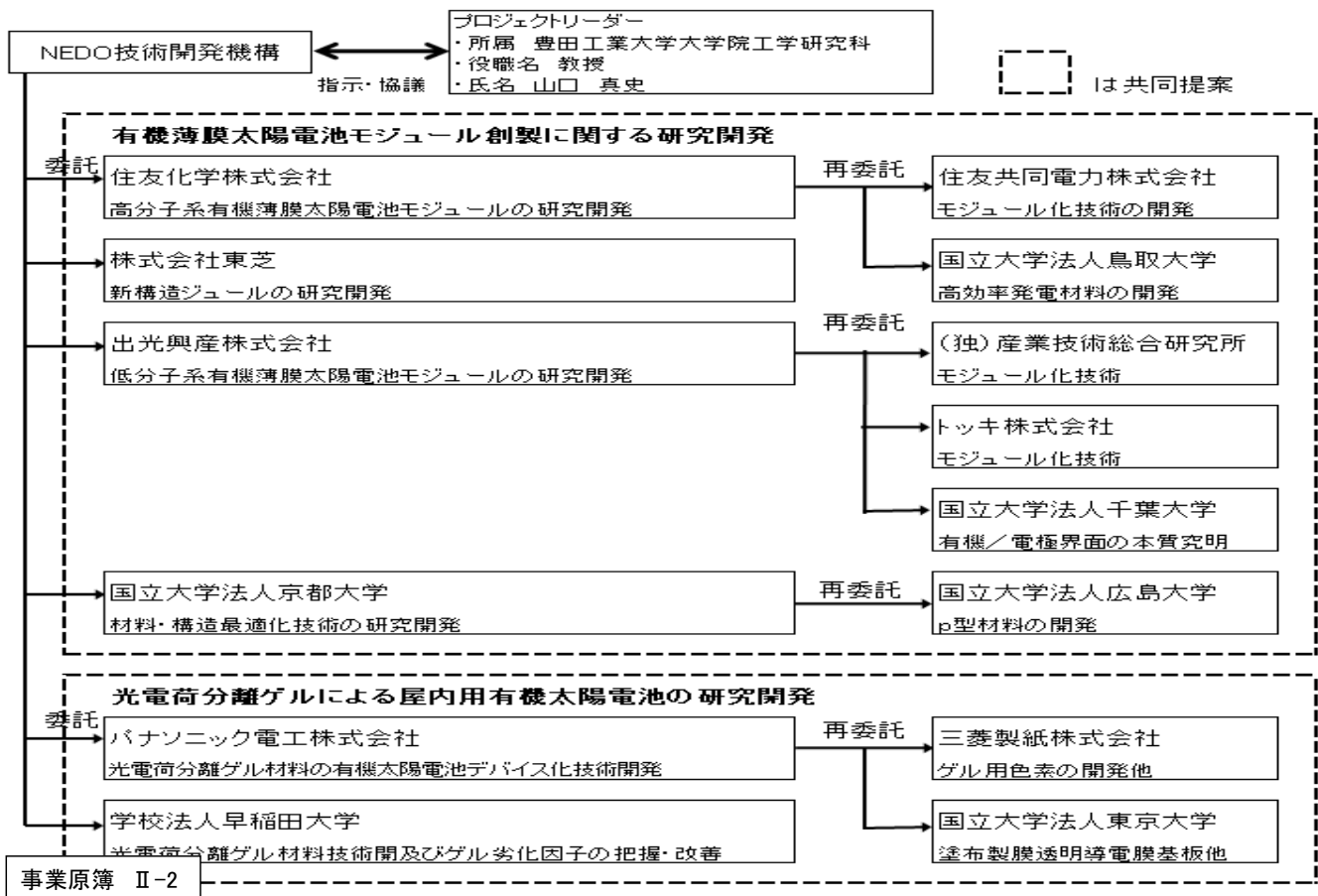
公開



23

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて —実施体制 有機薄膜太陽電池—

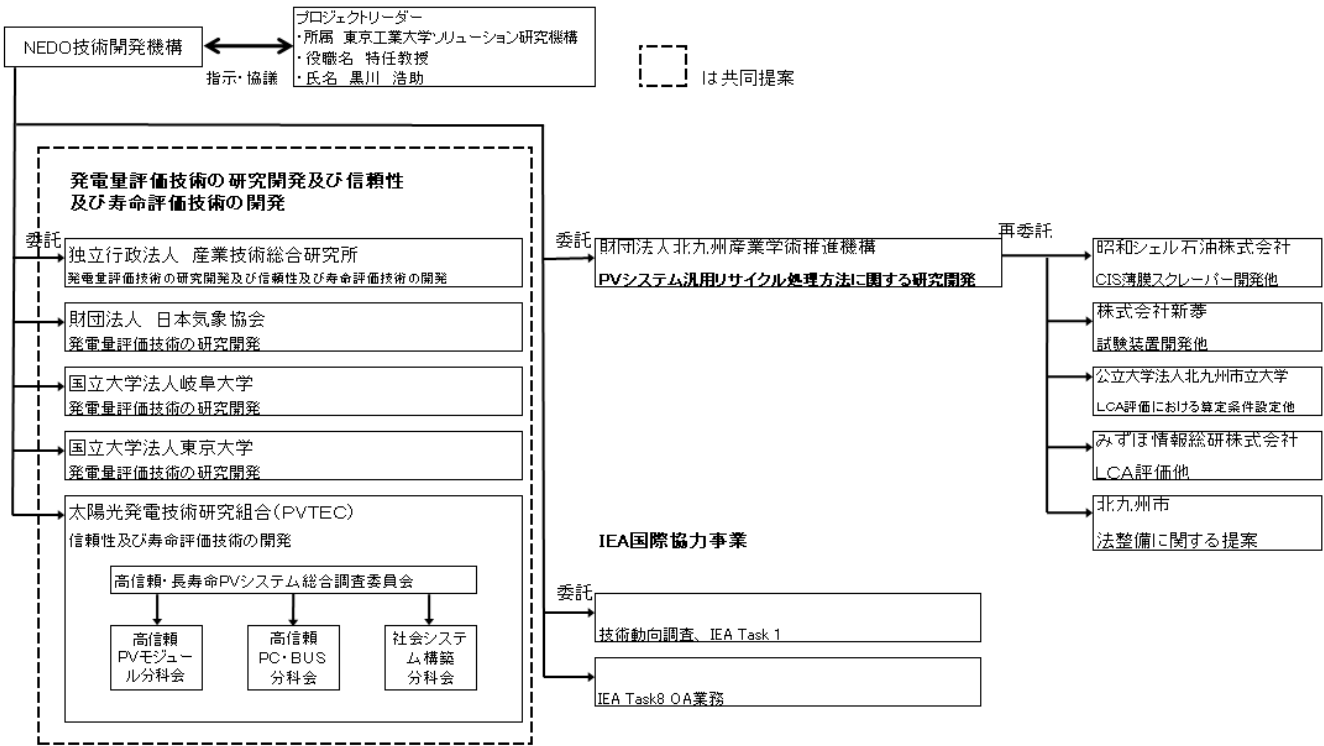
公開



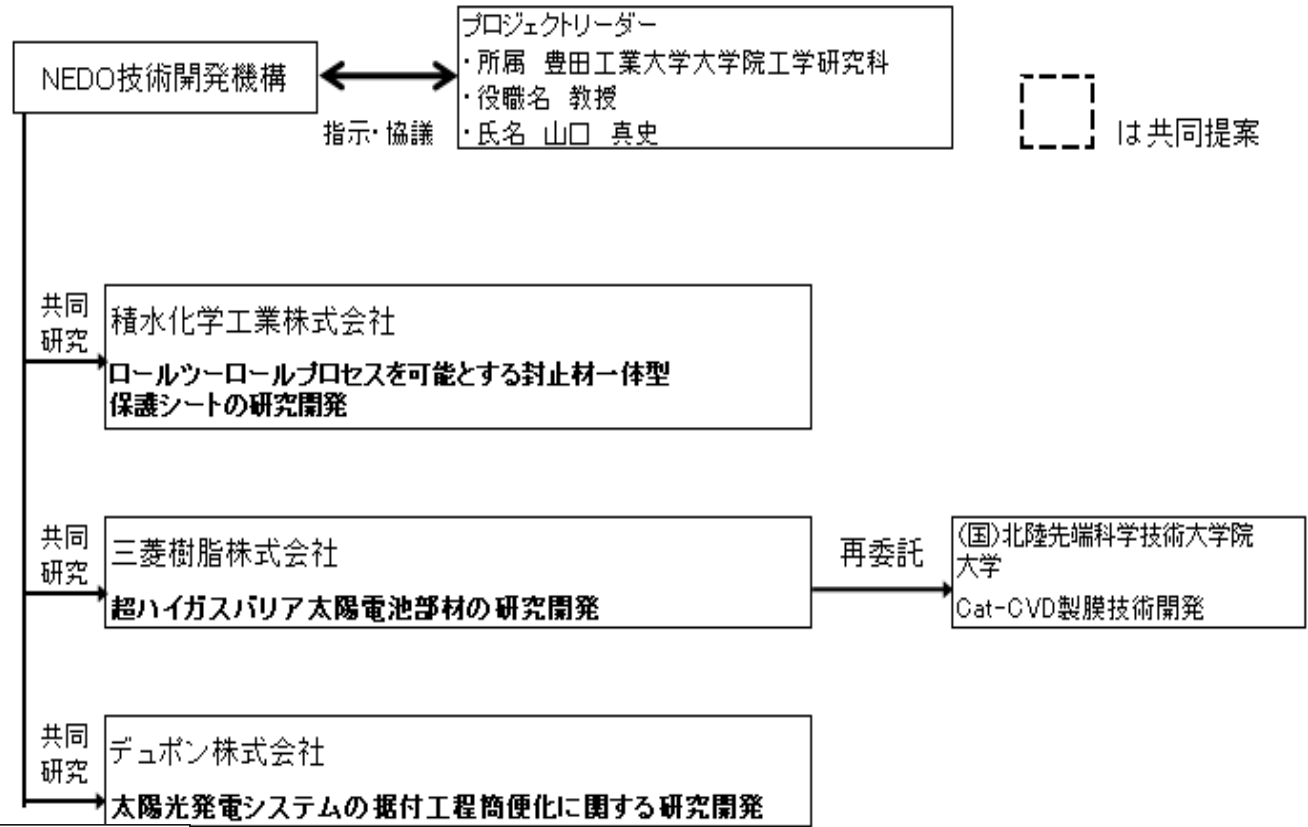
24

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて —実施体制 共通基盤技術（その1）—

研究開発項目（へ）共通基盤技術 1



Ⅱ. 研究開発マネジメントについて —実施体制 共通基盤技術（その2）—



Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—事業の主な目標—

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立することを目標とする。

開発目標 (抜粋)	研究開発項目	中間年度における開発目標(平成24年度末)	最終年度における開発目標(平成26年度末)
	結晶シリコン太陽電池	・厚さ100μm程度、15cm角程度のセルにおいて変換効率20%、モジュールでの変換効率18%以上を達成する。	・厚さ100μm程度、15cm角のセルにおいて、変換効率25%以上、モジュールの変換効率20%以上を達成する。
	薄膜シリコン太陽電池	・30×40cm程度の基板に製膜した2接合以上の多接合薄膜シリコン太陽電池においてモジュール変換効率13%以上(安定化効率)を達成する。 ・装置の設計・作製と条件出しを完了し、任意サイズの基板において製膜速度1.0nm/sec以上を達成する。	・30×40cm基板に製膜した2接合以上の多接合薄膜シリコン太陽電池においてモジュール変換効率14%以上(安定化効率)を達成する。 ・幅1m以上の基板において製膜速度2.5nm/sec以上、膜厚分布±5%以下を達成する。
	CIS等化合物系太陽電池	・サブモジュール(30cm角程度)で変換効率17%以上を達成する。 ・小面積セル(1cm角程度)で変換効率22%以上を達成する。	・サブモジュール(30cm角程度)で変換効率18%以上を達成する。 ・小面積セル(1cm角程度)で変換効率25%以上を達成する。

事業原簿 II-2

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—事業の主な目標—

開発目標 (抜粋)	研究開発項目	中間年度における開発目標(平成24年度末)	最終年度における開発目標(平成26年度末)
	色素増感太陽電池	・セル変換効率(安定化効率) 11%(1cm角程度)以上 ・モジュール変換効率(安定化効率) 7%(30cm角程度)以上	・セル変換効率(安定化効率) 15%(1cm角程度)以上 ・モジュール変換効率(安定化効率) 10%(30cm角程度)以上
	有機薄膜太陽電池	・セル変換効率(安定化効率) 8%(1cm角程度)以上 ・モジュール変換効率(安定化効率) 6%(30cm角程度)以上	・セル変換効率(安定化効率) 12%(1cm角程度)以上 ・モジュール変換効率(安定化効率) 10%(30cm角程度)以上
	共通基盤技術	・スペクトルを含めた日射量のデータベースを構築する。 ・地域の日射量・気象データから発電量を推定する技術を開発する。 20~30年の屋外曝露に相当する屋内での寿命評価試験方法等について、モジュール及びシステムとして基本的な評価技術を開発し、規格化に向けた技術要件を整理する。 ・新たな種類の太陽電池にも対応したリサイクル関連技術を確立する。	

事業原簿 II-2

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

— 加速・拡充 —

太陽電池種類	主な予算増額
結晶シリコン太陽電池	増額金額： 91百万円（平成22年11月） 内容： より実的な太陽電池試作ラインを構築するために必要な装置を導入した。 効果： コンソで開発した要素技術が、セルの変換効率向上にどの程度寄与するか確認可能となった。
薄膜シリコン太陽電池	増額金額： 250百万円（平成24年4月） 内容： 競合企業（シャープ、パナソニック、カネカ）が共同で活用している製膜装置（G5サイズ）を改造した。 効果： 製膜装置の改造が今年度中に実現することで、研究開発の加速が期待できる。
CIS等化合物系太陽電池	増額金額： 31百万円（平成23年9月） 内容： フレキシブルCIGS太陽電池の量産試作装置を改造した。 効果： フレキシブルCIGS太陽電池の基板の加熱時間を短縮でき、基板搬送が安定化した。
	増額金額： 28百万円（平成24年3月） 内容： CIGS太陽電池のライフタイムやバンドギャップなどの正確な評価が可能な測定装置を導入した。 効果： サブモジュールの変換効率の更なる向上が期待できる。
色素増感太陽電池	増額金額： 52百万円（平成23年9月） 内容： 均一性のある大面積モジュールの作製を可能とする装置を導入した。 効果： 世界で初めて50cm角モジュールを実現するとともに、変換効率6.7%を達成した。
有機薄膜太陽電池	増額金額： 65百万円（平成23年9月） 内容： 均一性のある大面積モジュールの作製を可能とする装置を導入した。 効果： 20cm角モジュールで世界最高となる変換効率6.6%を達成した。

29

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

— 追加公募 —

世界の太陽光発電市場の急拡大に伴い、世界規模で熾烈な開発競争が繰り広げられている。世界競争に打ち勝っていくための競争力を高めるため太陽電池の更なる高効率化・低コスト化に加え、太陽電池に係る新たな部材の開発等に取り組む必要が生じた。そこで、2012年6月に13.8億円（契約予定額[平成24年度分]）の追加公募を実施し、重要課題の7件を採択した。追加公募では、特に下記の研究開発に重点を置いた。

- 太陽光発電システムの市場競争力を高めるため、新たな着想、方式、材料等を用いた太陽電池モジュールの低コスト化、高効率化、長寿命化に資する研究開発
- 太陽光発電システムの周辺機器、施工・工法、共通部材等の低コスト化・長寿命化に資する研究開発（モジュール価格の低下により、太陽光発電システムの周辺機器、施工・工法、共通部材等のコストの割合が大きくなっており、この分野での低コスト化の取り組みが十分進んでいないため）

太陽電池種類	内容
結晶シリコン太陽電池	事業名：超低コスト高効率Agフリーヘテロ接合太陽電池モジュールの研究開発 実施者：（委託先）株式会社カネカ（再委託先）独立行政法人産業技術総合研究所
	事業名：銅ペースト量産化技術と試験・評価方法に関する研究開発 実施者：（委託先）ナミックス株式会社（委託先）独立行政法人産業技術総合研究所
	事業名：赤外線FZ法によるN型四角形状シリコン単結晶育成方法の研究開発 実施者：（委託先）株式会社クリスタルシステム（委託先）国立大学法人山梨大学
CIS等化合物系太陽電池	事業名：CIGS薄膜太陽電池モジュールにおける低コスト化技術の開発 実施者：（共同研究先）ホンダソルテック
	事業名：CZTS薄膜太陽電池の高効率化技術の研究開発 実施者：（委託先）昭和シェル石油、産業技術総合研究所、鹿児島大学、筑波大学、龍谷大学（再委託先）東京工業大学、立命館大学
共通基盤技術	事業名：次世代長寿命太陽電池モジュールの研究開発 事業者：（共同研究先）日清紡ホールディングス株式会社、ポリプラステックス株式会社
	事業名：ドレスト光子利用太陽電池技術の研究開発 事業者：（委託先）ナノフォトニクス工学推進機構、三菱化学株式会社、東京大学

30

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

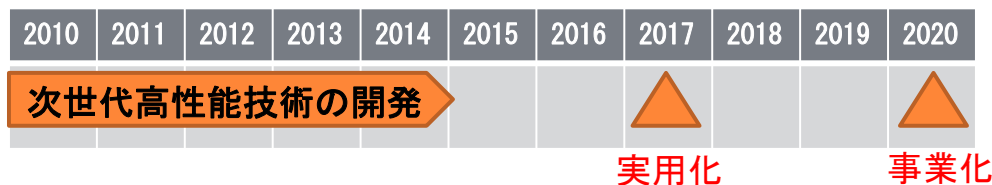
—各種太陽電池 及び 共通基盤技術 の「実用化」と「事業化」の定義—

- ・「**実用化**」とは、下表の変換効率と同等以上のモジュールやセルを**少量生産**することであり、2017年の実現を目標とする。
- ・「**事業化**」とは、下表の変換効率と同等以上のモジュールやセルを**量産**することであり、2020年の実現を目標とする。

表 各種太陽電池の実用化の基準

太陽電池	2017年	
	モジュール(%)	セル(%)
結晶Si	20	25
薄膜Si	14	18
CIS系	18	25
化合物系 ^(※)	35	45
色素増感	10	15
有機系	10	12

(※)集光時の変換効率



Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—研究開発の運営管理—

研究開発全体の管理・執行に責任と決定権をもつNEDOは、プロジェクトリーダーと密接な関係を維持しつつ、研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施した。具体的には、プロジェクト開始の平成22年度から現在に至るため継続して、年3回の進捗報告会を開催した（開催日：平成23年3月、7月、11月、平成24年2月）。

進捗報告会	主な指導内容
結晶シリコン太陽電池	（平成23年7月）研究開発に参画している大学、独法は企業が使いたくなる技術開発に注力し、常に産業界にフィードバックすることを念頭に開発に取り組むように指示した。 （平成24年2月）Rワイヤーの開発についてはウェハの切断速度は生産性に直結するので、目標の切断速度の達成に向け解決法を最優先で検討するように指示した。
薄膜シリコン太陽電池	（平成23年7月）コンソーシアムにおける大学の役割が不明確なので、企業が担当するプロジェクトへの貢献を可視化するように指示した。 （平成24年2月）薄膜シリコン材料だけでなく、変換効率に影響を与える透明導電膜の開発にも注力するよう、指示した。
CIS等化合物系太陽電池	（平成23年11月）フレキシブル太陽電池の市場規模や製品ニーズについて調査を行い、フレキシブル太陽電池の必要性を明確にするように指示した。 （平成24年2月）CIS薄膜の構造評価等が不十分なので、大学や産総研からバックアップを受けるよう、実施者（企業）へ指示した。
色素増感太陽電池	（平成22年7月）コンソーシアムの枠を超えて、相互の意見交換を活性化させ、全体として研究開発をスピードアップさせることを指示した。 （平成23年11月）製品のターゲットと事業化時期を明確にした上で、ユーザー開拓を進めるとともに、性能を上げるための原理を早急に明確化することを指示した。
有機薄膜太陽電池	（平成23年11月）光電変換材料の基本特性からセル特性を推定する評価手法を検討すること。 （平成24年2月）アモルファスに対する優位性を明確にすると共に、コスト試算と市場性の評価を進めること。
共通基盤技術	（平成23年3月）ロールツー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展開として、結晶シリコンについても検討するよう指示した。 （平成24年3月）発電量予測技術に関して、予測技術のユーザーとして、電力事業者に加え、地域のエネルギーマネジメント業者や事業プランナー等への展開も視野に入れるよう、指示した。

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

公開

—情勢変化への対応—

○昨今の太陽光発電への期待や全量買い取り制度の施行に伴い、発電量予測に対する需要が急増している。

→平成23年度までに、結晶シリコン太陽電池モジュールの発電量を、日射量をベースに5%以内の精度で予測可能とするなどの成果が得られた。そこで、産業技術総合研究所の予算を31百万円増額し、膨大なデータ処理を必要とする気象パラメータを高速に分析する装置を導入することで発電量予測モデル構築のための研究開発を加速させた。

○世界の太陽光発電市場の急拡大に伴い、世界規模で熾烈な開発競争が繰り広げられている。

→世界の開発競争に打ち勝っていくためには、太陽電池の更なる高効率化・低コスト化に加え、太陽電池に係る新たな部材の開発等に取り組む必要が生じた。そこで、2012年6月に13.8億円（契約予定額[平成24年度分]）の追加公募を実施し、重要課題の7件を採択した。

33

事業原簿 Ⅱ-3

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
資料6-2

公開

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』 (平成22年度～平成26年度 5年間) 中間評価説明資料

議題4 プロジェクトの概要説明 (公開)
議題4-2 研究開発成果、事業の見通しについて
(セル/モジュール開発)

豊田工業大学
山口 真史 教授
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リーダー

2012 (H24)年8月23日-24日

1

Ⅲ. 研究開発成果について

I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

Ⅲ. 研究開発成果について

IV. 実用化の見通しについて

II. 研究開発マネジメントについて（補足）

《実施方針》
 NEDO主催による進捗報告会（テーマ全体会議）を3回／年に開催し、委託先から進捗状況や目標到達の可能性を報告、討論によって問題点を洗い出し、PLが指導、推進する。

中間評価 委員	
庭野 道夫	東北大学 教授
工藤 一浩	千葉大学 教授
垣内 弘章	大阪大学 准教授
白井 肇	埼玉大学 教授
瀬川 浩司	東京大学 教授
高木 晋也	㈱NTTフシリテーズ 課長
高橋 光信	金沢大学 教授
富田 孝司	スマートソーラーインターナショナル㈱社長
廣瀬 文彦	山形大学 教授

太陽光発電システム普及委員会にて、日本企業の優位性確保の方策、今後の技術開発の重点化、震災復興への貢献等を審議

H23年度末のPLの指導「中間目標で見極めがあるため、最終目標の明確化、早期中間目標達成と実用化時期を明確化のこと」

H22 採択審査委員会	
山本 高勇	福井大学 教授
石原 好之	同志社大学 教授
勝本 信吾	東京大学 教授
工藤 一浩	千葉大学 教授
瀬川 浩司	東京大学 教授

進捗報告会		
プロジェクトリーダー	山口 真史	豊田工業大学
結晶Si系	大下 祥雄	豊田工業大学
薄膜Si系	近藤 道雄	産業技術研究所
CIS・集光系		
色素・有機系		
プロジェクトリーダー	黒川 浩助	東京工業大学
リサイクル・システム評価		
モジュール部材	両PL、共同で指導	

H24 採択審査委員会	
山本 高勇	福井大学 教授
工藤 一浩	千葉大学 教授
小野塚	
渡辺	

名称	報告会 開催数		
	2010 (H22FY)	2011 (H23FY)	2012 (H24FY)
技術分科会→進捗報告会 (各6分野それぞれで開催)	1	3	3 (予定)
成果報告会	1	1	1

'09/6 (H21) 太陽光発電ロードマップPV2030+策定 (今後の太陽光発電の技術開発の方向性を明示)

'10/2 (H22) 太陽光発電技術委員会にてH22基本計画・実施方針について審議

委託先公募終了

2020頃～実用化

事業完了
事後評価予定

事業スタート

中間評価

追加公募 締切

'10/5

'10/6

'11/4

'12/5

'12/6

2012 (H24FY)

2011 (H23FY)

2010 (H22FY)

2013 (H25FY)

2014 (H26FY)

2015

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて(補足)

公開

未来技術開発プロジェクトの反省点

(事後評価委員会コメントを踏まえて)

ーコンセプト：結晶シリコン太陽電池ー

この分野は世界の技術開発情勢が大きく変化していることを考えると、例えば、薄型結晶シリコン系など、研究開発強化をすべきであったし、状況の変化に機動的に対応した計画の見直し等も図られるべきであった。

⇒各企業独立の技術開発ではなく、大学、国研、企業が連携して、アイデアを出し合う、オールジャパンで研究開発を推進することとした。
また、コンソーシアムリーダーのリーダーシップを期待。

4

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて(補足)

公開

未来技術開発プロジェクトの反省点

(事後評価委員会コメントを踏まえて)

ーコンセプト：薄膜シリコン太陽電池ー

バルク系より低コストで製造できなければ意味がないことから、どの程度の厳密さで成膜条件を制御する必要があるのか、また、超薄型シリコン太陽電池に比べて、コスト競争力はどの程度見込めるのか検討するべきである。

⇒薄膜製造装置開発を含めて、オールジャパンで研究開発を推進することとした。
また、コンソーシアムリーダーのリーダーシップを期待。

5

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて（補足）

公開

未来技術開発プロジェクトの反省点

（事後評価委員会コメントを踏まえて）

ーコンセプト：CIS等化合物系太陽電池ー

目標設定について、高効率と軽量基板の目標が発電コストにどのような貢献をするのかが不明であり、合理性を説得できていない。

また、主流のシリコン系に対して、In資源枯渇・高騰の懸念もあるCIS系を開発する位置づけについて具体性が欠ける。

⇒ソーラーフロンティアが、CIS系の大量生産に着手しており、年産10GWレベルまでは、資源問題はないとの試算もあり、当面、その様子を見ることとした。

但し、CIS系代替材料の研究開発も支援することとした（JST-CREST、NEDOプロ）。

6

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて（補足）

公開

未来技術開発プロジェクトの反省点

（事後評価委員会コメントを踏まえて）

ーコンセプト：色素増感太陽電池ー

本プロジェクトでは、変換効率向上の開発研究を展開しているが、新規色素の開発から新規パッシベーションまで、いずれも基礎的レベルであり、再現性や信頼性などの点を考えると、実用化レベルにまで高めるためには、解決すべき課題が山積している。各々の取り組みで優位性を主張するだけの際立った成果は得られておらず、本プロジェクトの成果から次の展開につながる方向性を見いだせていない。

⇒実用化のためには、高性能化と長寿命化が必須であり、そのように指導している。

また、常に、参画機関の連携を指示している。

平成24年度スタートの「有機系太陽電池事業化先導技術開発」による実用化の加速を期待している。

7

未来技術開発プロジェクトの反省点
 （事後評価委員会コメントを踏まえて）

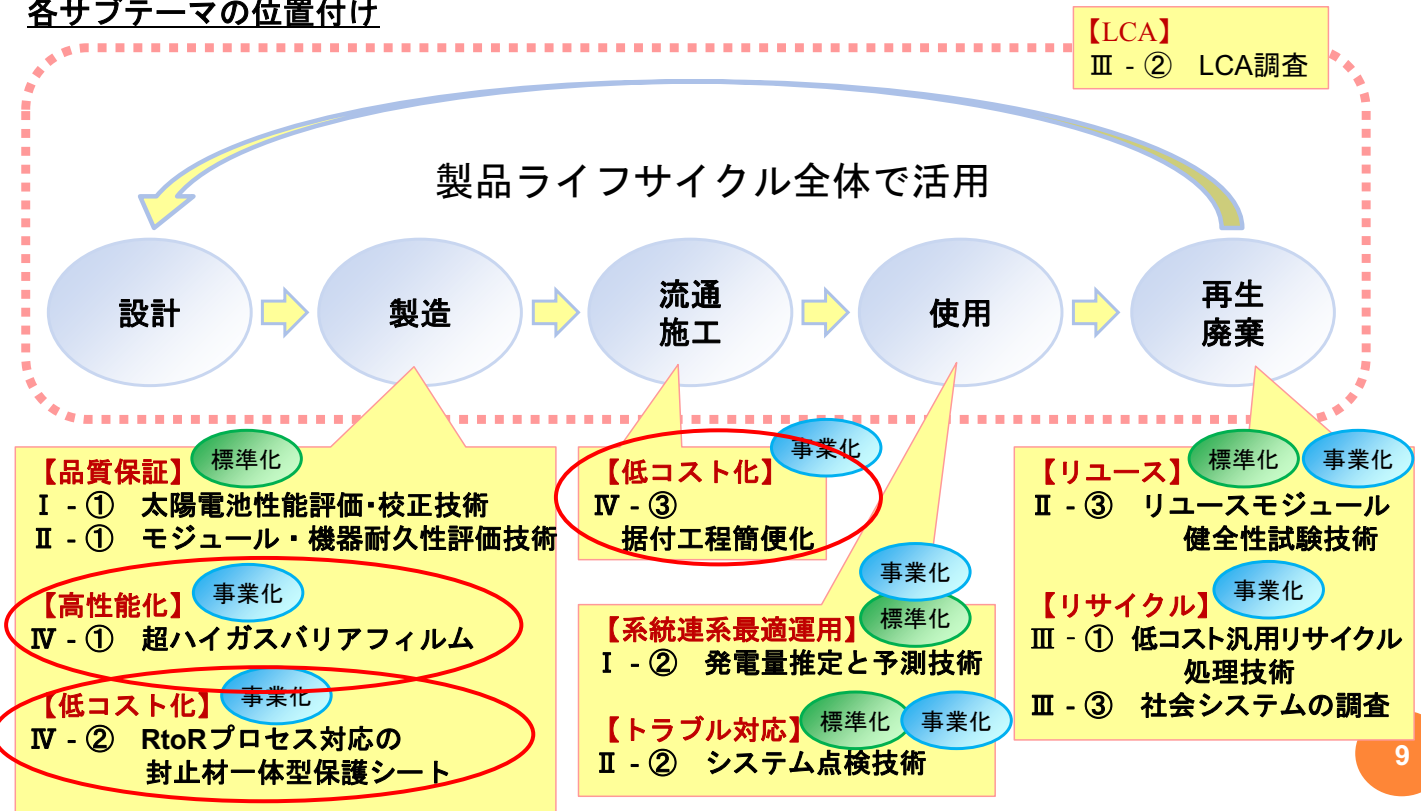
ーコンセプト：有機薄膜太陽電池ー

「本プロジェクトで得られた成果が次の展開や研究開発の方向性を明らかにできたか」という点から見ると、その成果ははなはだ疑問である。複数の研究グループの研究開発の成果が、総合された最終的な成果として活かされておらず、各研究機関の有機的／実質的な連携が進められたのか不明である。また、現状の技術水準や材料技術、研究内容から考えて、他のプロジェクトに要する研究開発費用と比べて経費がかかり過ぎである。

⇒実用化のためには、高性能化と長寿命化が必須であり、そのように指導している。
 また、常に、参画機関の連携を指示している。
 平成24年度スタートの「有機系太陽電池事業化先導技術開発」による実用化の加速を期待している。

ーコンセプト：共通基盤太陽電池ー

各サブテーマの位置付け



Ⅲ. 研究開発成果について

(イ) 結晶シリコン太陽電池-1 (豊田工業大学コンソ) 中間目標の達成度

公開

研究課題	目標	成果	達成度	中間目標を達成するための今後の課題
1) 低コスト原料技術	・評価技術の確立 ・原料評価	純度99%以下の国産原料を99.5%以上に精製	◎	
2) 低コスト単結晶・高品質多結晶技術	・炭素濃度 $< 5 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ ・キャリアライフタイム $> 100 \mu \text{sec}$	・炭素濃度 $< 2 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ ・キャリアライフタイム $> 200 \mu \text{sec}$	○ ○	
3) 薄型スライス技術	・ウェハ厚 $< 120 \mu \text{m}$ ・カーフロス $< 120 \mu \text{m}$	・ウェハ厚 $120 \mu \text{m}$ ・カーフロス $100 \mu \text{m}$	◎ ◎	
4) 高効率・低コスト太陽電池技術	・100 μm 太陽電池 ・セル効率 20% ・モジュール効率 18%	・プロセス確立 ・セル効率 22.1% ・モジュール効率 17.3%	○ ○ (△)	現在開発中の要素技術の統合

事業原簿 Ⅲ-2-(イ)-A-1

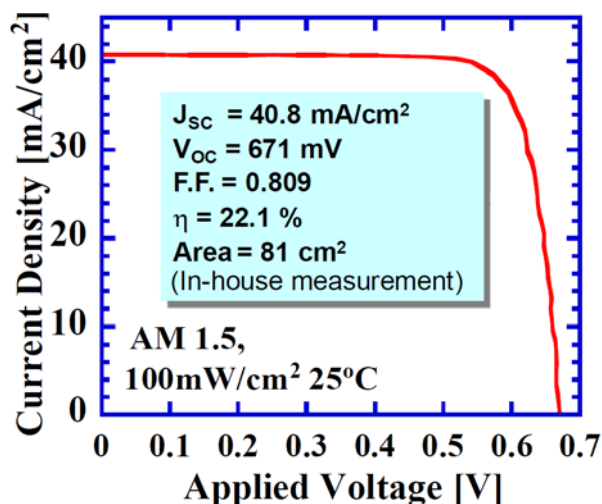
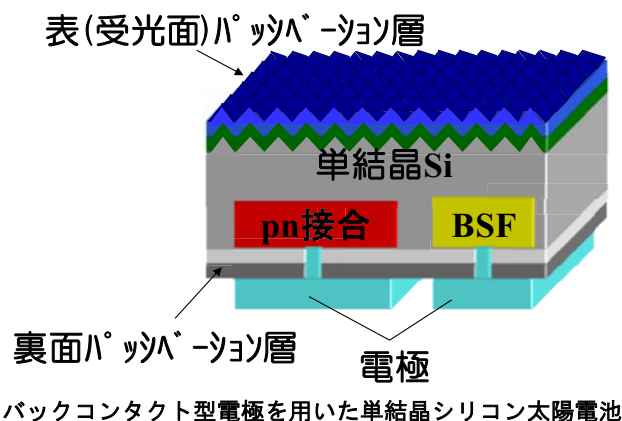
◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み(今年度中)、×未達

これまでの主な成果 (結晶シリコン太陽電池)

公開

セル変換効率22.1%^{※1}を単結晶シリコンバックコンタクト型で達成 (豊田工業大学コンソ)

二次元デバイス・シミュレーションの結果、裏面p+・n+層間にn-層を挿入することによってBSF効果が高まり、特性が向上する可能性が得られた。これに基づいてセルを試作し、90mm角(81cm²、220 μm 厚)で変換効率22.1%を達成した。



試作したバックコンタクト型セルのIVデータ

※1 90mm角(81cm²、220 μm 厚)セルでのシャープ自社測定結果。

事業原簿 Ⅲ-2-(イ)-A-1

Ⅲ. 研究開発成果について

(イ) 結晶シリコン太陽電池-2 中間目標の達成度

公開

研究課題		目標	成果	達成度	中間目標を達成するための今後の課題
コベルコ 科研 (金沢工 大)	マルチワイ ヤーソーによ るシリコンウエ ハ切断技術の 研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ウエハ厚130μ m ・カーフロス<120μ m ・表面粗さ≤0.5μ m ・切断速度≥0.3mm/min 	<ul style="list-style-type: none"> ・ウエハ厚130μ m ・カーフロス<120μ m ・表面粗さ0.4~1.0μ m ・切断速度0.2mm/min 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ○ △ △ 	<ul style="list-style-type: none"> ・切断サイクル数 の最適化 ・低粘度加工油 の最適化
新日本 ソーラー シリコン (東邦チタ ニウム)	太陽電池用ポ リシリコンのシ リコン原料転 換の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ・シリカ塩化の生産性 0.7トン/m²/h ・四塩化珪素の品質 純度6N ・シリコン単結晶の品質 10Ω・cm 	<ul style="list-style-type: none"> ・0.88トン/m²/h ・純度6N 	<ul style="list-style-type: none"> ◎ ○ △ 	12年8月 達成見込
太平洋セ メント (弘大、東 大)	シリコンの革 新的精製技術 の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・高純度原料の開発 B, P<1ppm ・シリカの直接還元プロ セスの開発 ・Si精製プロセスの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・シリカ:B<0.05, P<1 カーボン:B<1, P<0.1 ・ハイブリッド加熱法の 開発 ・目標脱P率に近い96% 達成。脱B50%を確認 	<ul style="list-style-type: none"> ○ × △ 	<ul style="list-style-type: none"> ・生産量が課題 (10gオーダー)

事業原簿 Ⅲ-2-(イ)-B-1
事業原簿 Ⅲ-2-(イ)-C-1
事業原簿 Ⅲ-2-(イ)-D-1

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み（今年度中）、×未達

12

Ⅲ. 研究開発成果について

(ロ) 薄膜シリコン太陽電池-1 (PVTECコンソ) 中間目標の達成度

公開

	目標	成果	達成度	中間目標を達成するための今後の課題
多接合薄 膜シリ コン太 陽電 池の高 効率化	・アモルファスシリコントップセルで 安定化効率 11%以上	・トライオード成膜法より、i層250nmにお いて、初期効率10.7%、安定化効率9.6%、 エッチングガラス基板によるダブルテキ スチャTCOにより、i層300nmにおいて、 初期効率11.7%、安定化効率9.6%	△	・①トライオード成膜光安定化膜 技術とダブルテキスチャTCO技術 の融合による高電流・高安定効率 化、②p/i界面バッファ層の光安 定化。
	・微結晶シリコン或いは微結晶シリ コンゲルマニウム単接合で短絡電 流32mA/cm ² 以上	・微結晶SiGeセルで、酸素添加によりJsc を5mA/cm ² 改善、厚さ3.4μ m、Ge濃度 10%セルで27.5 mA/cm ² 、新規開発ハニ カムテクスチャ型反射基板を用いたサブ ストレート型μ c-Si単接合セル(膜厚 2μ m)で、Jsc27.7mA/cm ²	△	・①ハニカムテクスチャ基板およ びダブルテキスチャTCOへの微結 晶SiGe膜適用、②表面TCO、裏面 電極、ドーピング層の寄生吸収ロ スを低減、③ハニカムテクスチャ 技術の透明樹脂やバックシート転 写等によるスーパーストレート構 造への展開
薄膜シリ コン 大面積 高生産性 製膜 技術開発	・新規なカソード電極を用い、VHFプラズ マ周波数(60MHz以上)に対応する波長λ に対して長さ1/4λ 以上、幅1/10λ 以上 の電極を用いてμ c-Si薄膜の製膜速度 1.5nm/s以上、±10%以下の膜厚均一性 を達成しうる、±10%以内のプラズマパラ メーターの均一性	・共振電極対アレイ方式を用いた可視化 装置 (2.2m×0.56m電極)で、長辺方向 に定在波が立たない事を目視確認し、H ₂ プラズマのOES計測にて、H _α 強度: ±9.85%以下、電界強度:±8.8%以下達成。 ダブルリッジ導波管方式を用いた装置は、 L方向は、位相変調時にTWCにプラズマ が局在化するため改良中。	○	・ダブルリッジ導波管方式につい ては、①位相変調時にTWCにプラ ズマが局在化しないような導波管 の改良、②高圧力下で均一なプラ ズマ生成をできるような導波管の 改良およびプロセス条件の調整、 ③均一なプラズマを生成可能なプ ロセス条件範囲の把握
	・マルチロッド電極を用いた第5世代(以下、 G5)相当サイズ(1.1m×1.4m)ガラス基板処 理可能な装置において、μ c-Si製膜にお いて±10%以下の膜厚均一性	・従来よりも高度な制御法を適用した位 相変調法により平均製膜速度2nm/sec 以上で膜厚分布±9.9%を達成(検討開始 時の膜厚分布±15%)	○	

事業原簿 Ⅲ-2-(ロ)-A-1
事業原簿 Ⅲ-2-(ロ)-B-1

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み（今年度中）、×未達

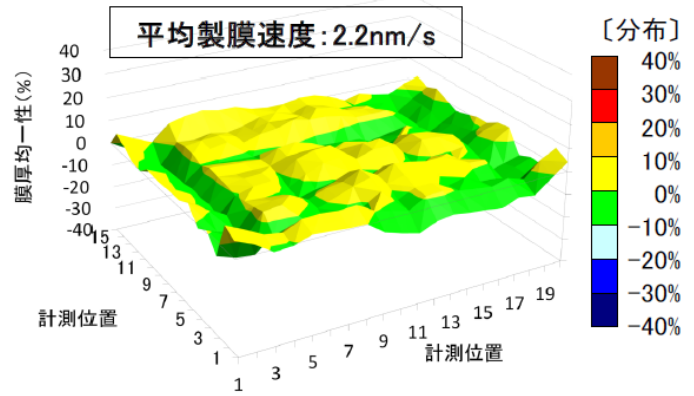
13

**大面積高生産性製造装置の開発で、膜厚均一性±10%以内を達成
(太陽光発電技術研究組合コンソ)**

マルチロッド電極を用いた第5世代相当サイズ(1.1m×1.4m)のガラス基板を処理できるCVDチャンバーを開発。平均製膜速度2.2nm/sで、膜厚均一性±9.9%※1を達成し、平成24年度中間目標を達成した。



第5世代サイズガラス基板を処理できる開発したCVDチャンバー



高周波数条件で試作したパネルの膜厚分布の様子

※1 膜厚の最も薄い箇所と厚い箇所との数値比較による。

Ⅲ. 研究開発成果について

(口) 薄膜シリコン太陽電池-2

中間目標の達成度

研究課題	目標	成果	達成度	中間目標を達成するための今後の課題
カネカ 高度構造制御 薄膜シリコン 太陽電池の開発	<ul style="list-style-type: none"> サブモジュール(サイズ20cm×20cm)にて安定化効率15% 実機サイズモジュール(サイズ980×950mm)にて安定化後120W 	<ul style="list-style-type: none"> 透明電極の凹凸形状の制御によるミドル層、およびボトム層感度向上。2接合セルに適用し、変換効率13.2%。 新規欠陥低減処理により、3接合セルの光安定化後保持率を93%から97%に向上。 世界で初めて大面積3接合モジュール(a-Si/a-SiGe/μc-Si)を作成。 1420×1100mm: 作製 980×950mm: 115W 	<ul style="list-style-type: none"> △ ○ 	<ul style="list-style-type: none"> 透明電極凹凸形状制御技術の3接合への適用。 ミドル層の高品質化 透明電極凹凸形状制御技術ならびに新規欠陥低減処理技術の大面積化
富士電機 薄膜シリコン フィルム太陽電池の 高速製膜技術の研究	<ul style="list-style-type: none"> 結晶質Si系単接合セルの変換効率$\geq 9.5\%$(製膜速度$\geq 2.0\text{nm/s}$) 多接合太陽電池で初期効率$\geq 14\%$、安定化効率$\geq 13\%$(製膜速度、結晶質系$> 2.0\text{nm/s}$、非晶質系$> 0.67\text{nm/s}$) a)直列接続による出力低下$\leq 15\%$ b)湿潤試験での出力低下$\leq 10\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> μc-Si:Hセルで変換効率9.5%(製膜速度2.2nm/s) 3接合太陽電池で初期効率12.6%、製膜速度はμc-Si:2.2nm/s、a-Si:0.83nm/s a)直列接続による出力低下:20% b)高温高湿通電試験での出力低下:4% 	<ul style="list-style-type: none"> ○ △ △ 	<ul style="list-style-type: none"> a-Si:Hセルの高効率化 電流マッチング 透明電極やトンネル接合層の改善 a)新型直列接続構造による損失低減

Ⅲ. 研究開発成果について

(ハ) CIS等化合物系太陽電池 (CIS系)

中間目標の達成度

公開

研究課題		目標	成果	達成度	中間目標を達成するための今後の課題
昭和シェル石油 (青学大)	CIS系薄膜太陽電池の高効率化技術の研究開発	・30cm角程度のサブモジュールで変換効率17%	<ul style="list-style-type: none"> ・$V_{oc} \times J_{sc}$向上のためのp型CIS系光吸収層の高品質化技術、高品質接合界面形成技術、基板面内分布の改善技術、デバイス設計技術、光学設計技術の開発 ・中間目標を大幅に超え、最終目標まであと少しとなる17.8%を達成した。 ・禁制帯プロファイル制御、新規界面制御技術により、CdSバッファセルで18.8% (真性変換効率19.7%)、Cdフリーバッファセルで18.4% (真性変換効率19.3%)を達成した。 	◎	<ul style="list-style-type: none"> ・禁制帯幅プロファイルの最適化 ・界面および粒界再結合の低減、アルカリ金属添加技術の開発
		・1cm角程度の小面積セルで変換効率22%		×	
富士フィルム、(アルバック、鹿児島大、筑波大、豊橋技科大、産総研)	フレキシブルCIGS太陽電池モジュールの高効率化研究	・フレキシブルCIGS太陽電池の高効率化	<ul style="list-style-type: none"> ・10×10cmサイズで効率15.9% ・フレキシブル基板向け集積プロセスの構築完了 ・30cmライン立ちあげ完了 ・CIGS工程までロールtoロールプロセス化完了 ・高速成膜時の電流リークを解消するプロセスを構築 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・大面積均一成膜プロセスの構築 ・ガラス基板にて実現した小セル効率19.8%、小面積サブモジュール効率17.1%の技術導入
		10×10cmサイズにて効率17% 30×30cmサイズにて効率16% ・フレキシブルCIGS太陽電池製造技術の構築 CIGS工程までをロールtoロールプロセス化 CIGS光吸収層の高速成膜技術の構築		○	

16

事業原簿 Ⅲ-2-(ハ)-A-1
事業原簿 Ⅲ-2-(ハ)-B-1

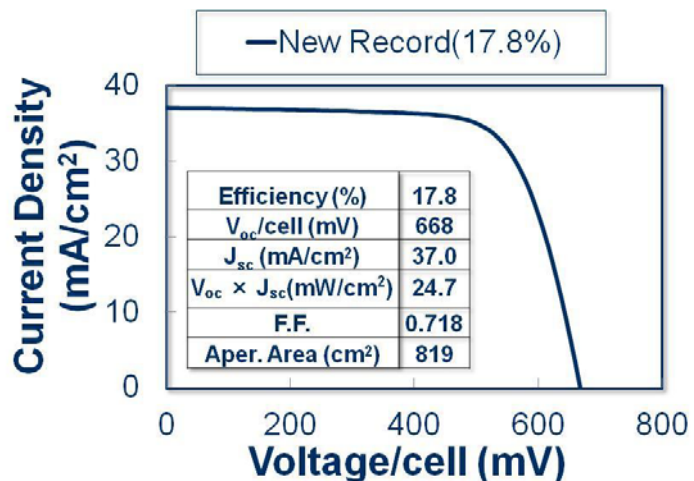
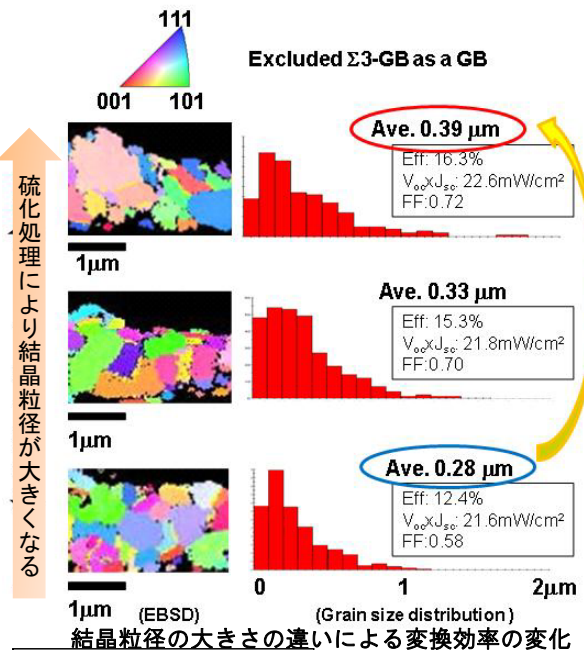
◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み (今年度中)、×未達

これまでの主な成果 (CIS等化合物系太陽電池)

公開

サブモジュール変換効率17.8%※1を光吸収層の改良により達成 (昭和シェル石油)

p型CIS系光吸収層作製プロセスである硫化処理を改良し結晶粒径を大きくすることで、キャリア収集効率を改善。また、デバイス設計を見直し、パターニングを最適化することで、30cm角サブモジュールで世界最高効率17.8% (自社測定)を達成した。



試作したサブモジュールのIVデータ

17

事業原簿 Ⅲ-2-(ハ)-A-1

※1 昭和シェル石油自社測定。サブモジュールサイズでは、CIS系太陽電池として世界最高効率。

Ⅲ. 研究開発成果について

(ハ) CIS等化合物系太陽電池 (集光型)

中間目標の達成度

公開

研究課題		目標	成果	達成度	中間目標を達成するための今後の課題
三井造船 (長岡技 科大、岡 本硝子)	反射式集 光型太陽 光発電シ ステムの 研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 集光技術 集光倍率>500倍、 光学効率>70%、 モジュール効率>25%、 許容角>±1° 放熱技術 機構技術 実証データ取得 コスト試算 	<ul style="list-style-type: none"> 集光技術 集光倍率:640倍、光学効率:82%、 モジュール効率:27%、許容角 >±1.33° 放熱技術、機構技術の見通し 	○	<ul style="list-style-type: none"> 実証試験継続 低コスト化
			<ul style="list-style-type: none"> 実証データ未取得 設備コスト試算:4億円/MW (コスト競争力が課題) 	△ △	

18

事業原簿 Ⅲ-2-(ハ)-C-1

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み (今年度中)、×未達

Ⅲ. 研究開発成果について

(二) 色素増感太陽電池 中間目標の達成度

公開

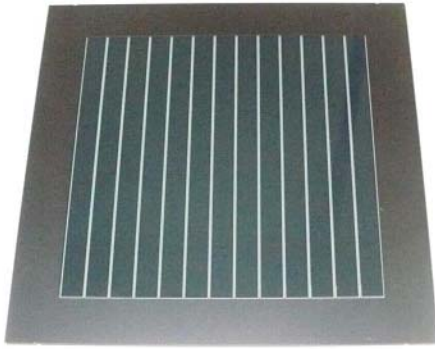
研究課題		目標	成果	達成度	中間目標を達成するための今後の課題
シャープ、九工 大 信州大、新 日鐵、住友大 阪セメント、富 士フィルム、メ ルク、産総研、 綜研化学)	ガラス基板型 色素増感太 陽電池	<ul style="list-style-type: none"> シングルセル効率11% (1cm角) モジュール効率7% (30cm角) JIS C8938試験(A-2,A- 5,B-2)後の相対効率低 下10%以下 	<ul style="list-style-type: none"> セル効率11.0%達成(1cm角 AIST測 定)、セル効率11.1%(新規色素) (1cm角 自社測定)、△ G低減可能材 料の設計指針の確立 	○	<ul style="list-style-type: none"> 設計指針に添っ た材料開発、セル 変換効率15%の実 証 30cm角相当モ ジュールでの実証
			<ul style="list-style-type: none"> モジュール効率9.1%(20cm角 自社測 定)、9.0%達成(15cm角 AIST測定) 7%サブモジュールで低下率10%以 内を達成(見込み) 	○ △	
グンゼ(山形大 桐蔭横浜大、 岐阜大、ケミク レア、積水化学 信州大)	プラスチック 基板型色素 増感太陽電 池	<ul style="list-style-type: none"> 100cm²フィルムモジュール で変換効率5% 効率的なモジュール製造 技術の開発 JIS規格C8938試験にお いて、初期効率低下10% 以内 	<ul style="list-style-type: none"> セル効率6.1%(TiO₂型)、5.3%(ZnO) モジュール効率4.0%(TiO₂)、3.1%(ZnO) プリントラミ法によるモジュール製造技 術を構築。 	× ○	<ul style="list-style-type: none"> Jsc、Vocの向上 バリア性の向上 高耐久電解液の 開発
			<ul style="list-style-type: none"> サーマルショック:クリア、耐光試験 500h、高温高湿試験60°C-90°Cクリア、 85°C-85%未達(高信頼度化が課題) 	×	
フジクラ(東理 大)	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	<ul style="list-style-type: none"> セル効率11%(1cm角) モジュール効率7% (30cm角) JIS C8938試験後の相 対効率率低下10%以下 	<ul style="list-style-type: none"> 5 mm角セル(自己測定): 11.8%、1 cm 角セル(AIST測定): 10.5% 25cm角のモジュールにてアパー チャー効率7.4% 効率7.2%の25cm角のモジュールで、耐 湿性試験(85°C、85%RH、1000時間)での 性能低下3%達成。 	△ ○ ○	<ul style="list-style-type: none"> AIST測定を実施 予定 50 cm角を検討中。 現状η (ap) = 6.7%。 現行各試験での 性能低下抑制ほぼ 終了。複合条件、 長期の試験の実施。

事業原簿 Ⅲ-2-(二)-A-1
事業原簿 Ⅲ-2-(二)-B-1
事業原簿 Ⅲ-2-(二)-C-1

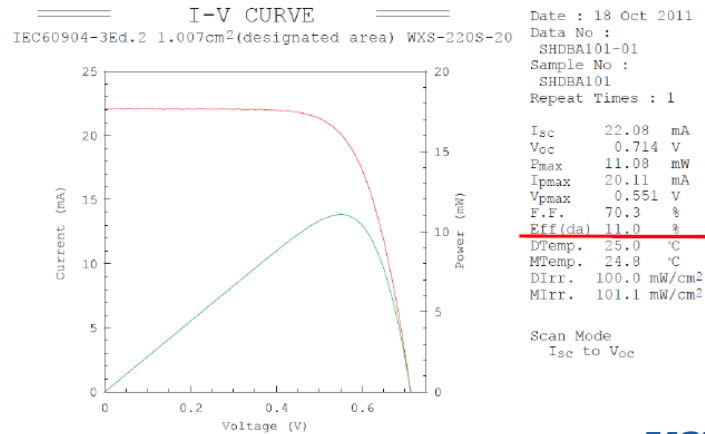
◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み (今年度中)、×未達

セル変換効率11.0%※1（世界最高効率）を成膜方法の改良と基板低抵抗化技術で達成（シャープコンソ）

多孔性絶縁層材料と導電層材料の均一成膜技術を開発するとともに、色素離脱防止技術・イオン拡散抵抗抑制技術を開発することで、1cm角セルで変換効率11.0%を達成。さらに、高密度集積化技術を開発することで、10cm角サブモジュールで変換効率9.2%※2を達成した。



開発した10cm角サブモジュール



試作した1cm角セルのIV測定結果



事業原簿 Ⅲ-2-(二)-A-1

※1 1cm角セルでのAIST測定。1cm角以上のサイズでは、色素増感太陽電池として世界最高効率。
※2 AIST測定。

Ⅲ. 研究開発成果について

(ホ) 有機薄膜太陽電池 中間目標の達成度

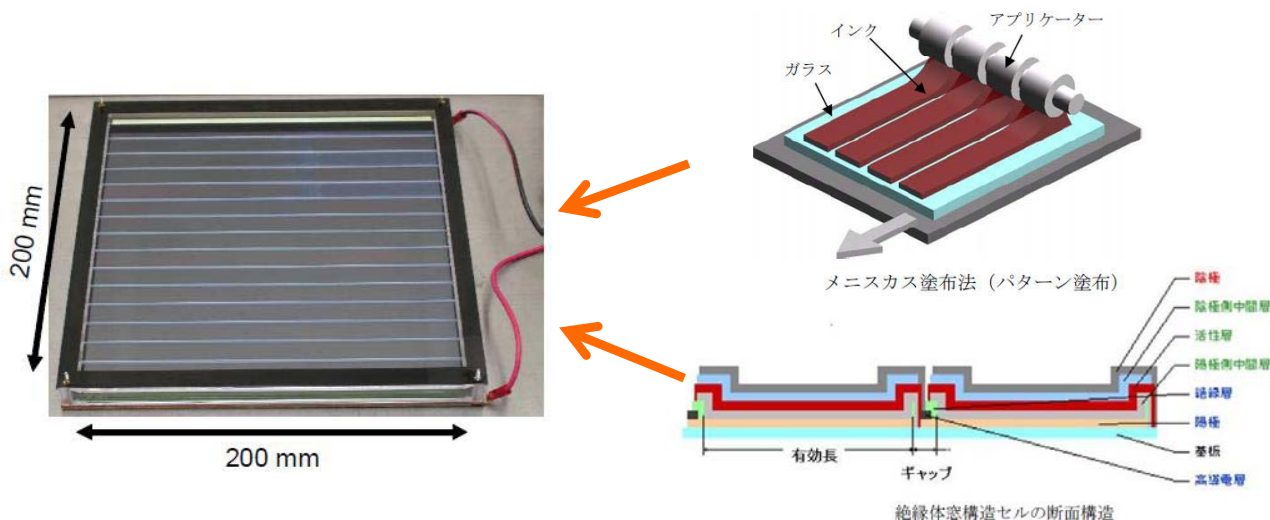
研究課題	目標	成果	達成度	中間目標を達成するための今後の課題
東芝(住友化学、出光興産、京大) 汎用型有機薄膜太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> セル効率>8%(1cm角) モジュール効率>6%(30cm角) JIS規格C8938の環境試験耐久性試験において相対効率低下10%以内 	<ul style="list-style-type: none"> 9.05%(1cm角) 6.6%(20cm角) 温度サイクル・温湿度サイクル試験は低下8.5%及び5.5%で達成。他は低下19~30%で未達。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ △ △ 	<ul style="list-style-type: none"> 今年度中に30cm角の試作に着手する予定。 ①封止技術の改善、②耐熱材料の導入、③プロセス雰囲気制御に取り組み、24年度内に目標達成を目指す。
パナソニック(早大、東大、三菱製紙) 光電荷分離ゲルによる屋内用有機太陽電池の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 変換効率向上:可視光下で20%(12μW/cm²)の実現 耐久性向上:加速試験での相対効率低下10%以内 低コスト化:①透明導電膜基板(80%T10Ω/□)、②多孔質集電電極(空隙率80%以上) 蓄電機能付与:1.26mWhの蓄電機能実現 	<ul style="list-style-type: none"> 変換効率10.5%(6.1μW/cm²)実現 高Voc相対効率低下10%以内実現、電解液保持率95%@500hrの実現 ①40%T10Ω/□実現、②89%空隙率実現。孔径分布と素子特性との相関把握。 ラジカルポリマーで1.32mWh実現、急速放電(100mA)に優れた蓄電機能確認 	<ul style="list-style-type: none"> △ △ △ ○ 	<ul style="list-style-type: none"> 色素光学損失排除、高分子ゲル構造制御 電解液組成、色素固定官能基改良評価中 ①SiO₂配列技術確立、②孔径分布制御 (・デモ品にて機能検証)

事業原簿 Ⅲ-2-(ホ)-A-1
事業原簿 Ⅲ-2-(ホ)-B-1

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み（今年度中）、×未達

サブモジュール変換効率6.2%※1（世界最高効率）を有機半導体材料と成膜技術の開発で達成（東芝・住化・出光コンソ）

長波長吸収に優れた縮環構造を有するドナー・アクセプター型有機半導体ポリマーを開発するとともに、ナノ層分離構造の最適化・電荷輸送層の改善を図り、1cm角セルで変換効率8.03%※2を達成。さらに、メニスカス塗布、開口率を大きくする絶縁体窓構造セルの設計をはじめとする高密度集積化技術を開発することで、20cm角サブモジュールで変換効率6.2%を達成した。



事業原簿 Ⅲ-2-(ホ)-A-1

※1 東芝自社測定。サブモジュールサイズでは、有機薄膜太陽電池として世界最高効率。
 ※2 東芝自社測定。

Ⅲ. 研究開発成果について

(へ) 共通基盤技術-モジュール部材 中間目標の達成度

研究課題	目標	成果	達成度	中間目標を達成するための今後の課題
積水化学 ロールツー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	<ul style="list-style-type: none"> 高速封止材 保護層 封止材／保護層一体化 ロール封止技術 リジッドPVへ展開 	<ul style="list-style-type: none"> タクトタイム削減に成功 高バリア(≤10⁻²g/m²/day)保護層達成 封止材／保護層一体化 世界初となるロール封止に成功(市場検証が課題) 封止速度高速化は20倍を達成 長期信頼性1000時間合格。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ○ ○ ○ ○ 	<ul style="list-style-type: none"> 長期信頼性継続確認 実用化へ向けたロール封止機構確立
三菱樹脂 超ハイガスバリア太陽電池部材の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> Cat-CVD複合膜による超ハイガスバリアフィルム 耐候性バックシート、フロントシート 耐熱性耐候性基材 	<ul style="list-style-type: none"> 積層構造検討により現時点で水蒸気透過度10⁻⁵g/m²/day台を達成 選定耐候性基材とバリア材の組合せによって長期信頼性の高いバックシート構成とすることが可能。 中間目標線膨張係数<20ppm/°C(～200°C)、熱収縮率<0.1%(200°C)を達成 	<ul style="list-style-type: none"> △ ○ ○ 	<ul style="list-style-type: none"> 低コスト化、量産化 長期信頼性確保 市場検証
デュポン 据付工程簡便化に関する研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 部品点数削減>50%、据付作業に必要な人員・時間の低減>20% 耐久性10～20年相当 軽量化 モジュールの耐久性高温高湿試験(85°Cx85%RH、1000時間)後に出力低下5%以下 	<ul style="list-style-type: none"> ボルトナットレスで部品点数が最大62%削減された据付部品プロトタイプを開発 IEC61730準拠の火炎伝播試験クラスCに合格。高温高湿試験3000hで91%の引張強度を維持することを確認 従来構造比約50%の軽量化を達成。 高温高湿試験1000時間・温度サイクル試験200サイクルに合格(出力低下5%以下) 	<ul style="list-style-type: none"> ◎ ○ ○ ○ 	<ul style="list-style-type: none"> 長期信頼性確保 モジュールメーカー、システムインテグレーターとの協業による製品開発

事業原簿 Ⅲ-2-(へ)-A-1
 事業原簿 Ⅲ-2-(へ)-B-1
 事業原簿 Ⅲ-2-(へ)-C-1

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み（今年度中）、×未達

ボルトレス・ナットレス



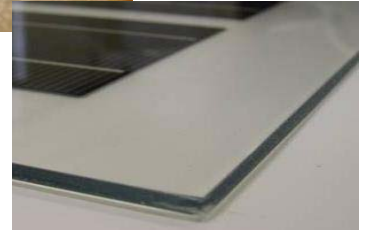
PVモジュールをファスナーのように取り付け可能なゴム・樹脂フレーム

樹脂ならではの自由な形状を利用し、フレームを屋根にはめ込む樹脂据付部材

軽量・フレームレス



アイオノマー樹脂封止材



軽量化・フレームレスモジュール

アイオノマー樹脂封止材によりフレームレス化・軽量化されたPVモジュール

事業原簿 Ⅲ-2-(へ)-C-1

Ⅲ. 研究開発成果について

研究開発成果のまとめ

(数値目標に対して)

(1) 結晶シリコン太陽電池

(2) 薄膜シリコン太陽電池

(3) C I S 等化合物系太陽電池

(4) 色素増感太陽電池

(5) 有機薄膜太陽電池

(6) 共通基盤一モジュール部材

コスト低減

高効率化

△

○

○

△

○

◎

△

△

△

△

適用性

性能、機能

△

○

色素、有機系の電力コスト低減のためには、長寿命化が必須

(H24年度末見込み)

◎ : 大幅達成 ○ : 達成
△ : 達成見込み (今年度中)
× : 未達

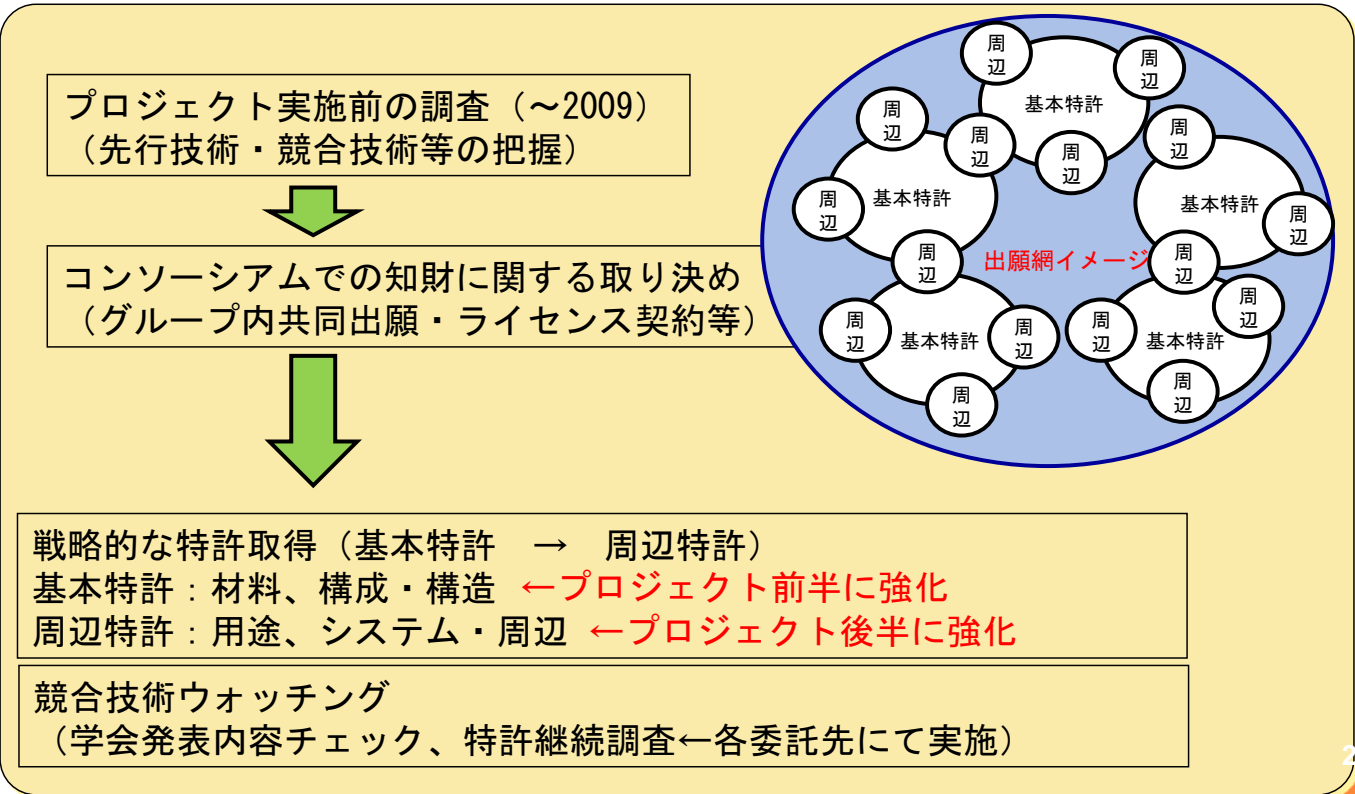
◆積極的な特許出願や学会発表等の実施（実施者）

（2012年6月末時点）

テーマ	特許出願		論文 (査読付)	研究発表・講演	新聞・雑誌等への掲載	受賞実績	展示会への出展
	国内	外国					
結晶シリコン太陽電池	31	0	54	236	3	7	9
薄膜シリコン太陽電池	15	4	34	160	4	5	7
C I S等化合物系太陽電池	8	0	26	102	6	5	0
色素増感太陽電池	52	3	45	173	13	10	18
有機薄膜太陽電池	57	20	70	243	12	9	6
共通基盤技術（共通部材のみ）	65	12	0	5	1	0	3
計	228	39	229	919	39	36	43

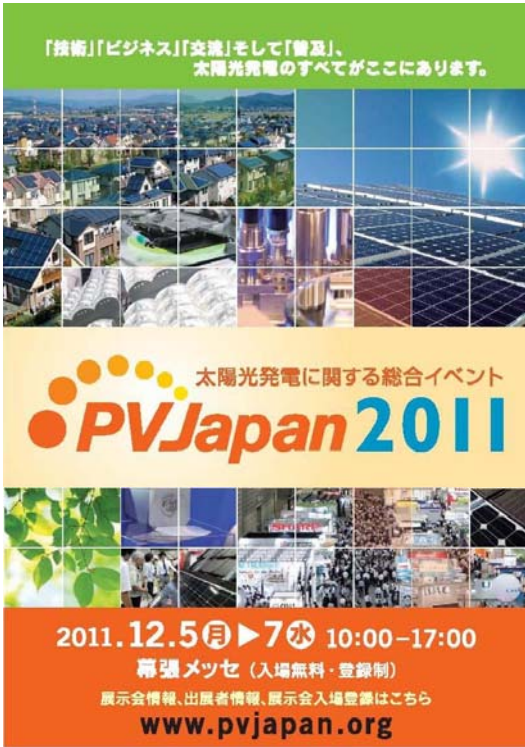
◆公表チャンネルを利用した事業の広報（推進者NEDO）

- ・ NEDOホームページ
- ・ 事業紹介パフレット
- ・ 学会、展示会、シンポジウム等での発表
- ・ NEDO成果報告会
- ・ 雑誌等への寄稿



各種主要な展示会への積極的な参加

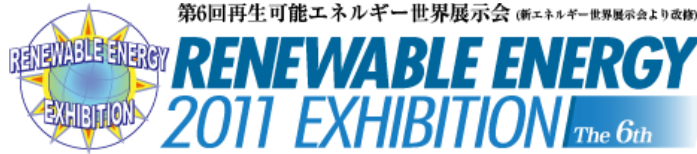
「技術」「ビジネス」「交流」そして「普及」、
 太陽光発電のすべてがここにあります。



太陽光発電に関する総合イベント
PVJapan 2011


2011.12.5日▶7日 10:00-17:00
 幕張メッセ (入場無料・登録制)
 展示会情報、出展者情報、展示会入場登録はこちら
www.pvjapan.org

日本国内最大級の各種展示会 “PVJapan ” , ” PV EXPO” , “RE2011” に積極的に出展。パネル展示以外にも、プロジェクト参加の研究者が講演者として選抜され、研究内容を積極的に発信。



数々の受賞： (例) PVSEC AWARD、PVSEC SPECIAL AWARD
 (ヒルトンシーホーク、福岡、2011年11月28日)

The 21st Photovoltaic Science and Engineering Conference
 The PVSEC AWARD RECIPIENT



Dr. Makoto TANAKA
 SANYO Electric Co., Ltd

- Outstanding research achievements on HIT solar cell.
- World Record: Voc > 740 mV and conversion efficiency > 23 %.
- Brought up his team and reputable and worldwide-known unique technology.

結晶Si分野

The 21st Photovoltaic Science and Engineering Conference
 The PVSEC SPECIAL AWARD RECIPIENTS




Mr. Jun ARAI Showa Shell Sekiyu K.K.
Mr. Shigeaki KAMEDA Solar Frontier K.K.
Dr. Katsumi KUSHIYA

- Outstanding effort for realizing World-leading Industry by CIGS solar cell.
- High efficiency and low-cost CIGS production line.
- 1 GW annum CIGS production plant in Miyazaki.
- Global business promotion at a speed and scale as the energy enterprise toward EU, Middle East, India, US, etc.

CIS分野

The 21st Photovoltaic Science and Engineering Conference
 The PVSEC SPECIAL AWARD RECIPIENT



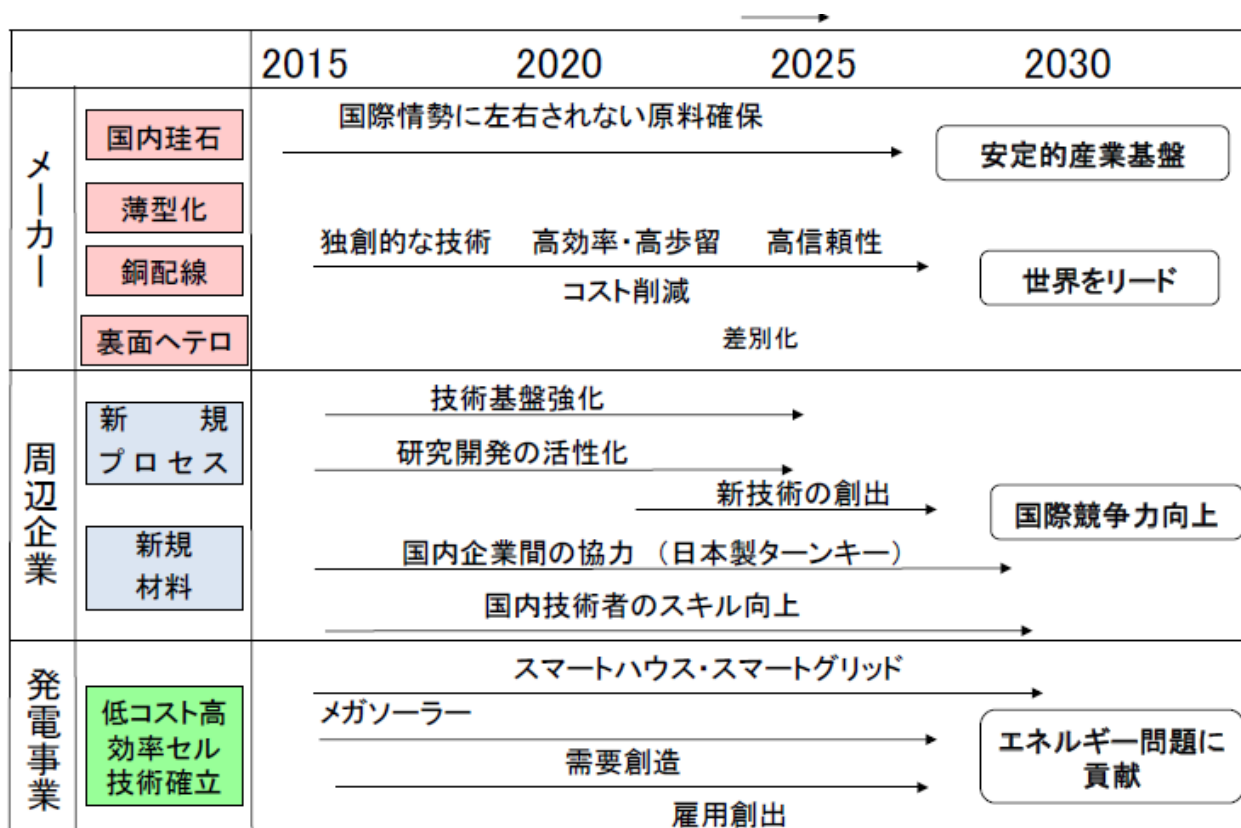
Dr. Yoshihisa TAWADA
 Kaneka Corporation

- Outstanding contribution on industrial evolution by the technology of Amorphous Si on Poly-silicon Tandem Modules with 12 % efficiency.
- Early work on a-SiC/a-Si hetero-junction solar cell.
- New entry from a different field of industry to Solar PV business

薄膜Si分野

Ⅲ. 研究開発成果について
 一波及効果－（結晶シリコン分野）

公開



30

Ⅲ. 研究開発成果について
 一成果の最終目標の達成可能性－ 1 －

公開

テーマ	最終目標(平成26年度末)	達成見通し
結晶シリコン太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> ・低コスト原料技術 ・低コスト単結晶・高品質多結晶技術 ・薄型スライス技術 ・セル効率25%、モジュール効率20% 	<ul style="list-style-type: none"> ・目標達成済み、更なる低コスト化に注力 ・小型結晶で達成済み、大型結晶での達成 ・一部達成済み、更なる薄型化と高品質化 ・各先端材料・プロセスの統合
薄膜太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> ・アモルファスシリコントップセルで安定化効率12%以上 ・微結晶シリコン或いは微結晶シリコンゲルマニウム単接合で短絡電流35mA/cm²以上 ・新規カソード電極を用い、VHFプラズマ周波数(60MHz以上)に対応する波長λに対して、第8.5世代(G8.5)サイズ(2.2m×2.5m)の長さに対応可能となる長さ1/2λ以上、幅1/4λ以上の電極を用いてμc-Si薄膜の製膜速度2nm/s以上、±10%以下の膜厚均一性 ・サブモジュール(20cm角)で安定化効率17% ・実用化サイズモジュール(142cm×110cm)で安定化後200W ・多接合太陽電池サブモジュール安定化効率≥12%、製膜速度:結晶質系>2.0nm/s、非晶質系>0.67nm/s、面積≥100cm² 	<ul style="list-style-type: none"> ・世界トップの光劣化を抑制する製膜技術を有することより、その原理追求と合金系への展開や、光マネジメント技術の更なる向上により、目標達成が可能。 ・エッチングガラス基板を用いたダブルテクスチャTCO基板といった革新的技術やハニカムテクスチャといった世界最高レベルの光閉じ込め基板を有することより、更なる寄生吸収ロスの低減や微結晶シリコンゲルマニウムの膜質向上により目標達成が可能。 ・微結晶シリコン膜の高速製膜と高デバイス性能の実証を優先的に実施することにより、本方式の実用性を実証。 ※ 処理面積速度を向上するという観点より、大面積化ではない他の方法による可能性も検討する。 ・3段タンデムをベースに、本成果を適用する事で、安定化後効率16%は達成可能。 ・事業競争力の向上のため、今後は実用化モジュールに注力。安定化後200W(13.6%)の達成見込み。 ・μc-Siセル効率改善、直列接続構造損失低減により、多接合セルで安定化効率13%の達成見込み。

31

Ⅲ. 研究開発成果について
 - 成果の最終目標の達成可能性 - 2 -

公開

テーマ	最終目標(平成26年度末)	達成見通し
CIS等化合物太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> ・30cm角サブモジュール変換効率18% ・1cm角の小面積セルで変換効率25% ・30×30cmのサブモジュールで、効率18% ・事業化に必要な製造タクト、歩留まりを有するロールtoロールプロセスの実現 ・CPV発電コスト<22円/kWh ・平均発電効率25%の安定稼働 	<ul style="list-style-type: none"> ・既に17.8%を達成しており、デバイス設計を見直すことで、18%超の目標は、確実に達成可能である。 ・達成は極めて困難であり、現実的目標22%としたい。 ・ワイドギャップCIGS太陽電池の高効率化技術を導入することで目標達成を見込む。 ・最も難易度が高いCIGS光吸収層については要素検討が完了。前半プロセスまでの製造タクト短縮技術は目標達成見込み。 ・設備コスト3億円/MWの達成の見通し。米国サンベルト地帯で、最終目標達成可能。 ・不具合を潰し、米国での実証試験で、最終目標を達成可能
色素増感太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> ・シングルセル効率15% (1cm角) ・モジュール効率10% (30cm角) ・JIS C8938試験(A-2,A-5,B-2)後の相対効率低下10%以下 	<ul style="list-style-type: none"> ・数値目標: J_{sc} 22mA, V_{oc} 0.98V, FF 0.70, $\eta = 15\%$ ・バルキールテニウム(又は鉛体長波長化バルキー有機色素) + コバルト鉛体レドックス対 + 高結晶酸化チタン ・モジュール効率9%を達成しているため、ユニットセル効率を約1%向上させることにより、目標達成可能。 ・大面積モジュールとして50 cm角を検討。 ・劣化メカニズム等の解明、高効率・高耐久性色素材料開発により、劣化防止対策の見通しをつけることは可能。 今後、複合条件やより長期の試験も検討。

32

Ⅲ. 研究開発成果について
 - 成果の最終目標の達成可能性 - 3 -

公開

テーマ	最終目標(平成26年度末)	達成見通し
有機薄膜太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> ・セル効率12%以上(1cm角) ・モジュール効率10%以上(30cm角) ・JIS規格C8938環境試験、耐久性試験において相対効率低下10%以内 ・屋内有機太陽電池性能向上 ・耐久性向上 ・低コスト化 	<ul style="list-style-type: none"> ・V_{oc}, J_{sc}, FF向上と、タンデム開発で達成する。 ・セル12%の高効率材料と開口率極大化、最適素子設計、光マネジメントにより、10%達成。 ・封止技術、デバイス構造、耐光性、耐熱性の方策と基礎的劣化解析により、相対効率低下10%以内を達成。 ・屋内有機太陽電池 <ul style="list-style-type: none"> ・色素光学損失排除、高分子ゲルイータ構造制御 ・電解液組成、色素固定官能基改良評価中 ・①SiO₂配列技術確立、②孔径分布制御
共通基盤技術 (モジュール部材)	<ul style="list-style-type: none"> ・RtoRプロセス対応の封止材一体型保護シート保護層の量産、接着信頼性確認、ロール封止 ・超ハイガスバリアフィルム ・Cat-CVD複合膜による超ハイガスバリアフィルム、耐熱性耐候性基材、の基本構成確立 ・据付工程簡便化 ・モジュール取り付け工程(20%削減)簡便化、開発据付部品、および、モジュール構成を組み合わせた太陽光発電システムとして、10~20年相当以上の耐久性の達成 	<ul style="list-style-type: none"> ・高バリア性保護層の安定生産、接着信頼性の長期耐久試験合格、ロール封止高速化の達成、を目指す。 ・大型量産機導入への新規性膜ユニット導入、高耐候性シートの実用により、目標性能達成見込み。RtoRプロセスでの量産化条件最適化により達成見込み。 ・モジュールメーカー、システムインテグレーターとの協業を通しての最適化で、目標達成が可能。10年以上の屋外使用実績のある樹脂の分析、加速劣化試験と屋外耐用年数の相関を取ることで、目標達成が可能。

33

IV. 実用化の見通しについて

I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

III. 研究開発成果について

IV. 実用化の見通しについて

34

IV. 実用化の見通しについて —実用化の可能性—

(1) 結晶シリコン太陽電池

- ・高効率・低コスト・高信頼性太陽電池による差別化が可能(世界技術ロードマップに対する前倒しによる製造コストの半減、創造的技術による高性能化(25%))
- ・逐次実用化(各社既存品の高度化、ならびに次世代製品へのフィードバック)
- ・2030年 >3兆円産業への貢献

(2) 薄膜シリコン太陽電池

- ・逐次実用化(各社既存品の高度化、ならびに次世代製品へのフィードバック)
- ・大型薄膜堆積装置の実用化
- ・他の薄膜系太陽電池、オプトエレクトロニクス、ディスプレイ分野等への適用可能。
- ・フレキシブル薄膜太陽電池の実用化(300MWの市場、2015年)

(3) CIS 等化合物系太陽電池

- ・本成果の量産技術開発後、逐次実用化
- ・フレキシブル薄膜太陽電池の実用化(300MWの市場、2015年)
- ・2015年度から、定格32kWのCPV機を月産12台の事業を開始予定(米国市場が主)

(4) 色素増感太陽電池

- ・色素増感太陽電池の実用化には、長期安定性の実証が不可欠で、時間を要する。
- ・有機エレクトロニクス分野への波及効果
- ・フィルム型を屋内用途としての量産化検討を進める(2015年～、100億円市場)

(5) 有機薄膜太陽電池

- ・電子機器組込型、屋内設置型、屋外設置型を含め、2014年度から、製品化検討を開始し、2016年度からの事業展開を目指す。
- ・有機エレクトロニクス分野への波及効果

(6) 共通基盤 —モジュール部材

- ・RtoRプロセス対応の封止材一体型保護シートは、2015年頃より、a-Si、CIGSへ適用
- ・超ハイバリアシートは、2015年度、100億円販売を目指す。薄膜Si、CIGS系への貢献
- ・モジュールメーカー、システムインテグレーターと連携して、簡便据付システムを製品化する。

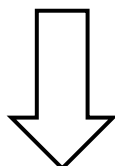
プラットフォームを通じた開発機関の協力に基づく先進技術の統合

高効率・低コスト・高信頼性太陽電池の実現

製品目標コスト 54円/W

原料コスト:1/2、基板厚:100μ m、変換効率:25%

各社既存品の高度化、ならびに次世代製品へのフィードバック

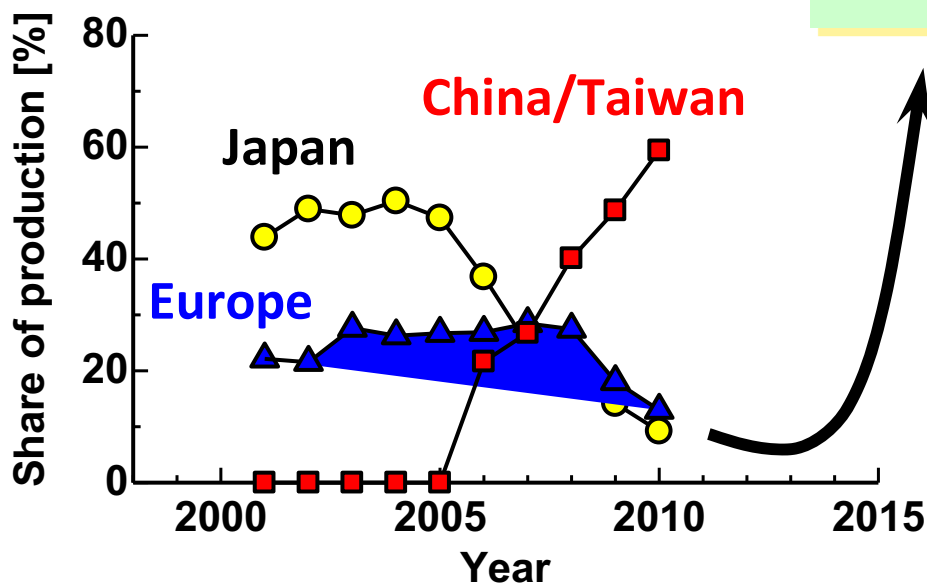


<NEDOのミッション>

- ・ 産業技術の国際競争力強化
- ・ エネルギー・地球環境問題の解決

1. 高効率・低コスト・高信頼性太陽電池による差別化
2. 2030年 >3兆円産業への貢献
3. 開発技術の既存品製造ラインへの投入、ならびに次世代製品製造技術の立ち上げ ⇒ 速やかな波及効果
4. 世界技術ロードマップに対する前倒しによる製造コストの半減、および創制的技術による高性能化(25%) ⇒ 国際競争力向上

太陽電池産業のV字回復への貢献



奪われたシェアの
奪還・V字回復

- 低コスト化 65円/Wp
- 高効率化 25%
- 高信頼性 30年
- ⋮
- ⋮

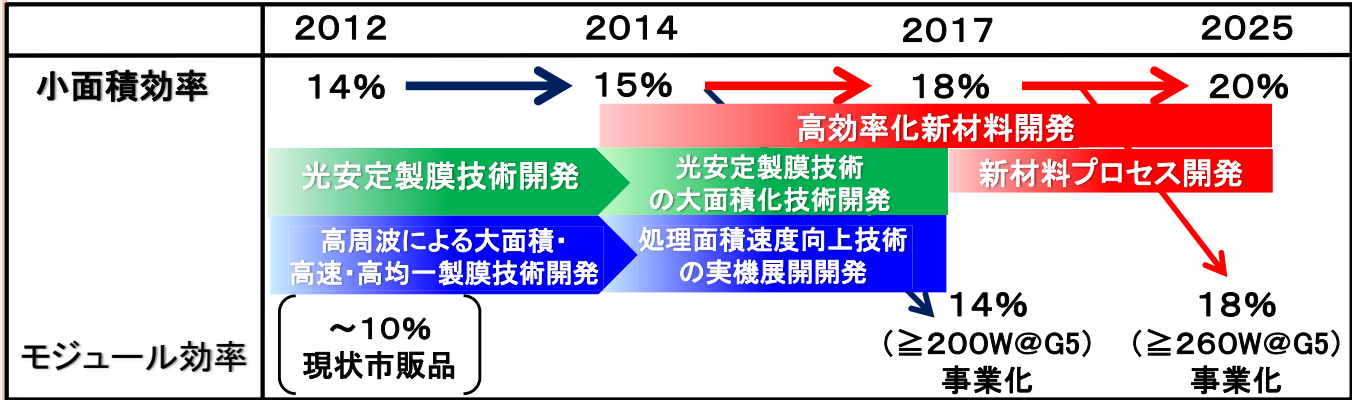
技術ロードマップの前倒し
 独自技術の開発

順次実用化

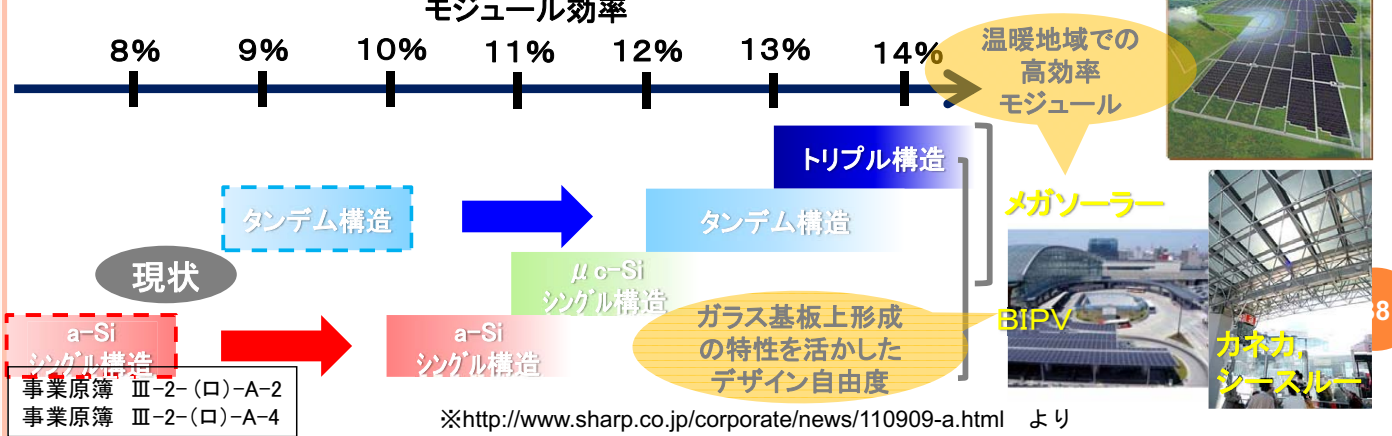
IV. 実用化の見通しについて
 - 薄膜シリコン太陽電池の例に -

公開

■ 技術ロードマップ(PV2030+)に基づく事業化までのシナリオ

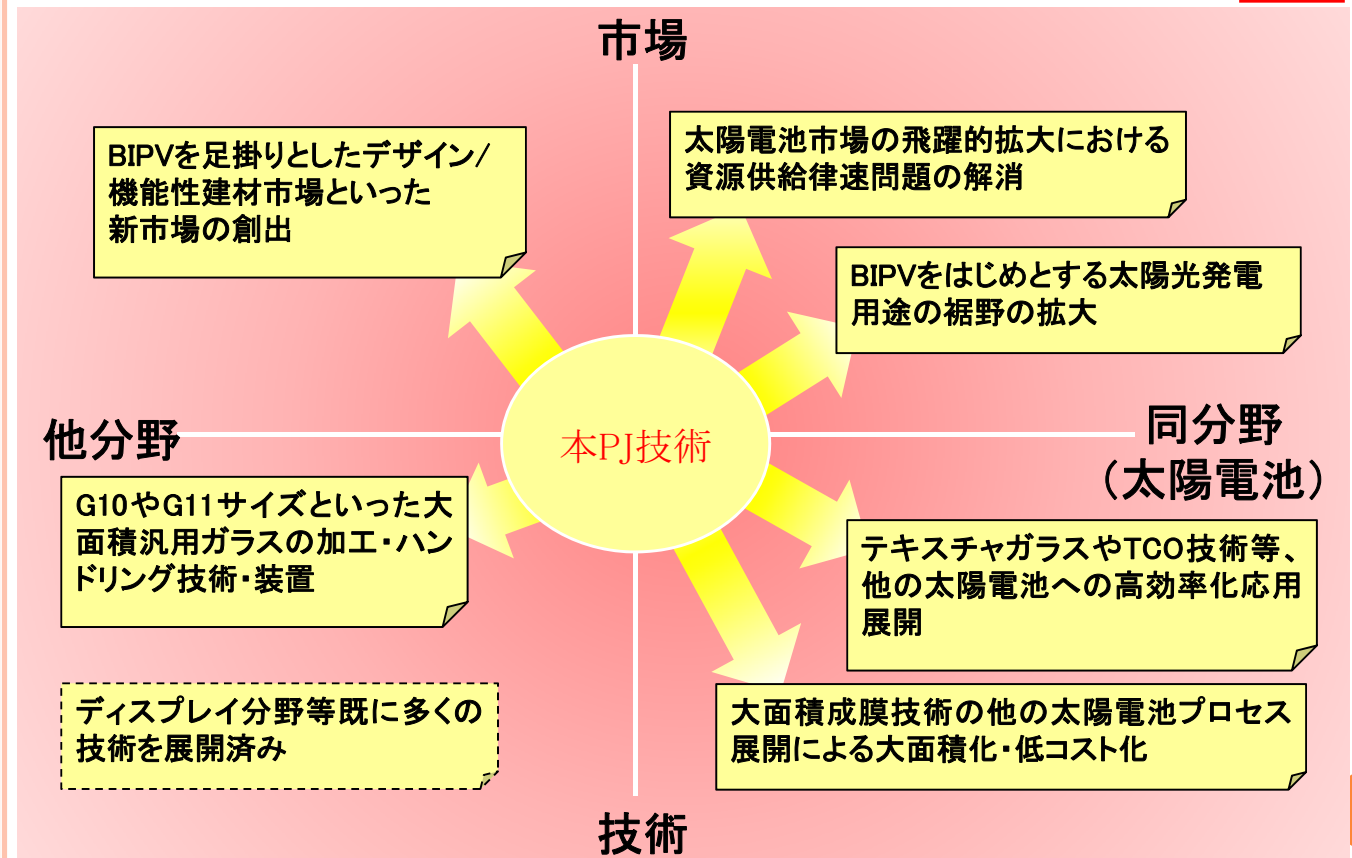


■ 事業化イメージ(2017)



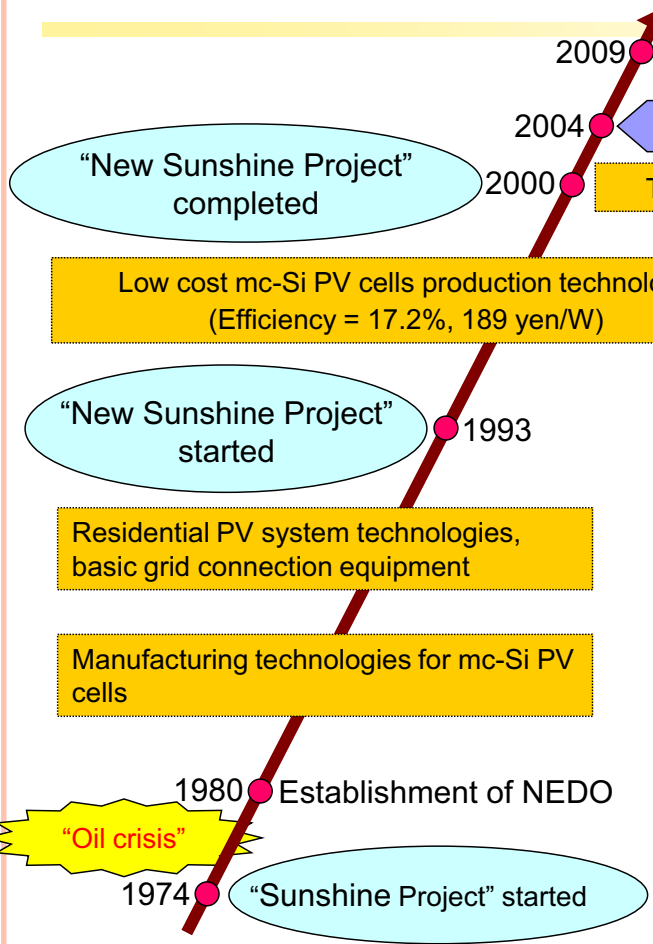
IV. 実用化の見通しについて 波及効果：薄膜シリコン太陽電池の例

公開



Progress of PV R&D in Japan

公開



2009 Roadmap "PV2030+"
 2004 Roadmap "PV2030"

Thin-film Si PV cells (140 yen/W), CIS PV cells

Low cost mc-Si PV cells production technology
 (Efficiency = 17.2%, 189 yen/W)

"New Sunshine Project" started
 Residential PV system technologies,
 basic grid connection equipment

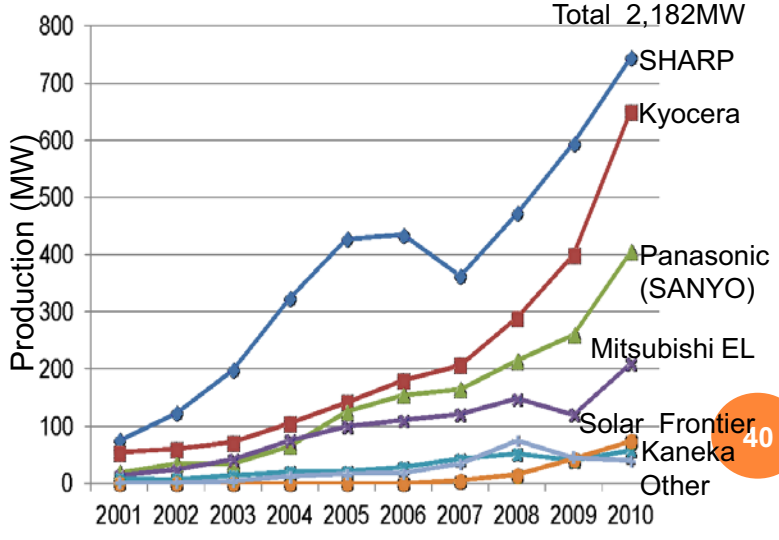
Manufacturing technologies for mc-Si PV cells

1980 Establishment of NEDO

"Oil crisis"

1974 "Sunshine Project" started

PV cell production (Japan)



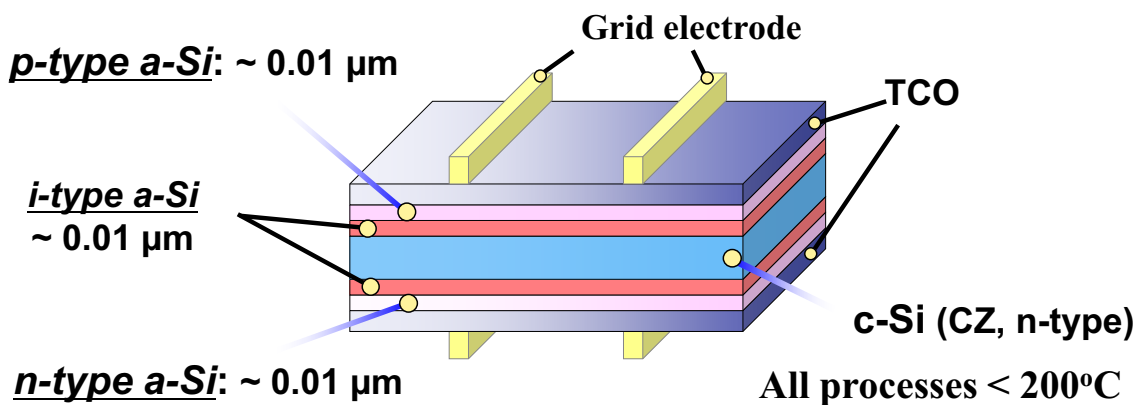
Source : PVNews April 2009, May 2010, May 2011

Structure of a HIT solar cell



公開

HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin-Layer)



Features

- High conversion efficiency** (R&D: 23%, Products: 20.2%)
- Excellent temperature coefficient**
 (Good power-generating performance in summer)
- Suitable for thinner c-Si wafer**
 (One of the solutions for the Si shortage problem)



Recent Success of R&D in Japan

February 2011

World's Largest CIS PV Production Capacity Realized

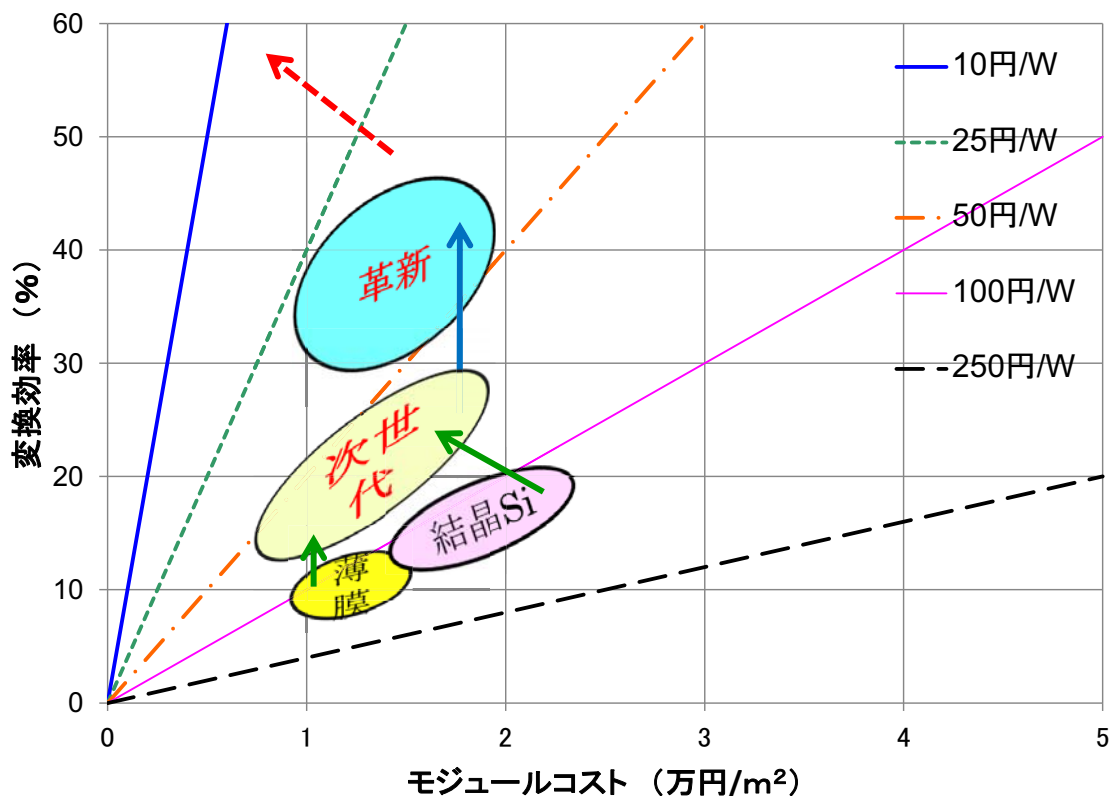


<http://www.solar-frontier.com/>

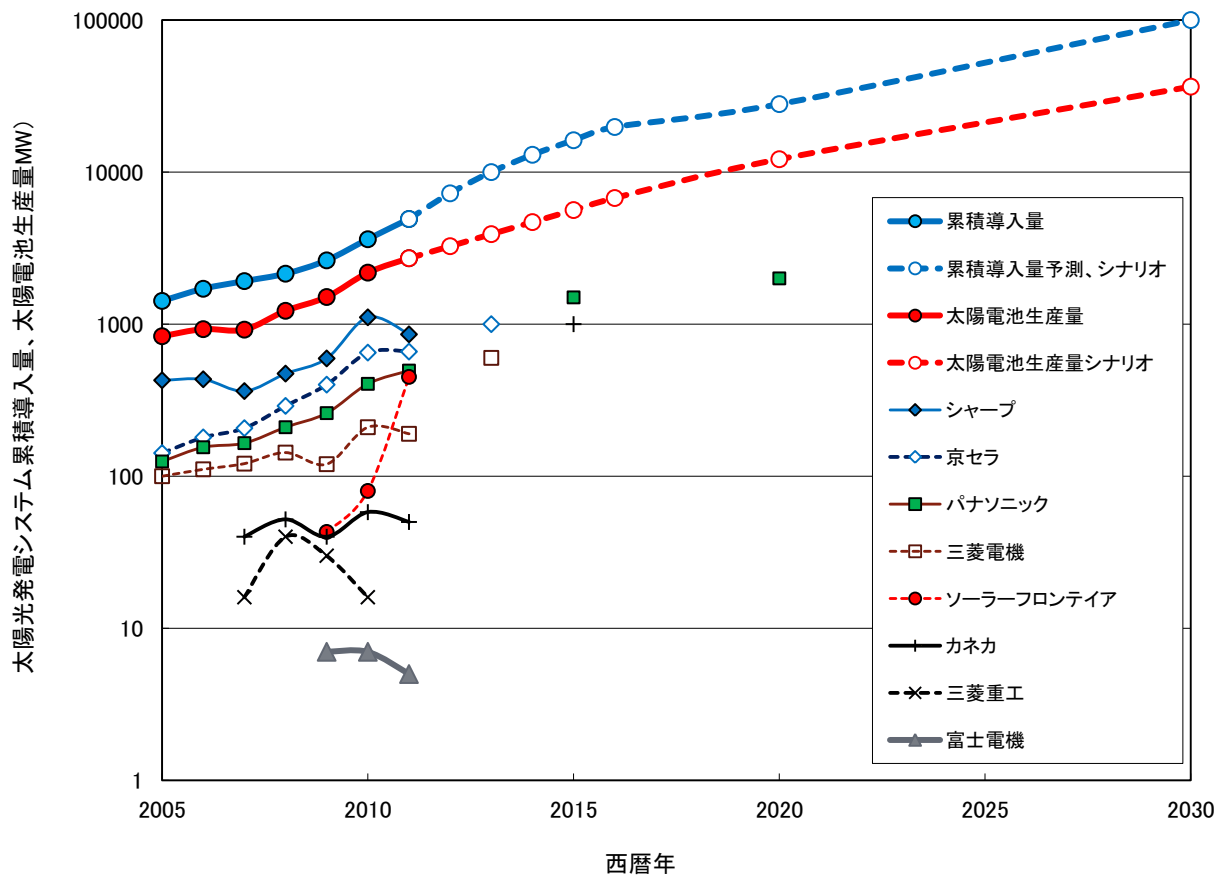


Solar Frontier has constructed a factory with a production capacity of 900 MW per year in Kunitomi, Miyazaki Prefecture, Japan.

Solar modules produced at this factory include the results of NEDO's long-term CIS PV technology R&D that has been entrusted to the Showa Shell Sekiyu group since 1993.



太陽電池の高効率化、低コスト化の今後の方向



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
 資料 6-3

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』
 (平成22年度～平成26年度 5年間)
中間評価説明資料

議題4 プロジェクトの概要説明 (公開)
 議題4-3 研究開発成果、事業の見通しについて
 (共通基盤技術)

東京工業大学
 黒川 浩助 特任教授
 2012 (H24)年8月23日-24日

Ⅲ. 研究開発成果について

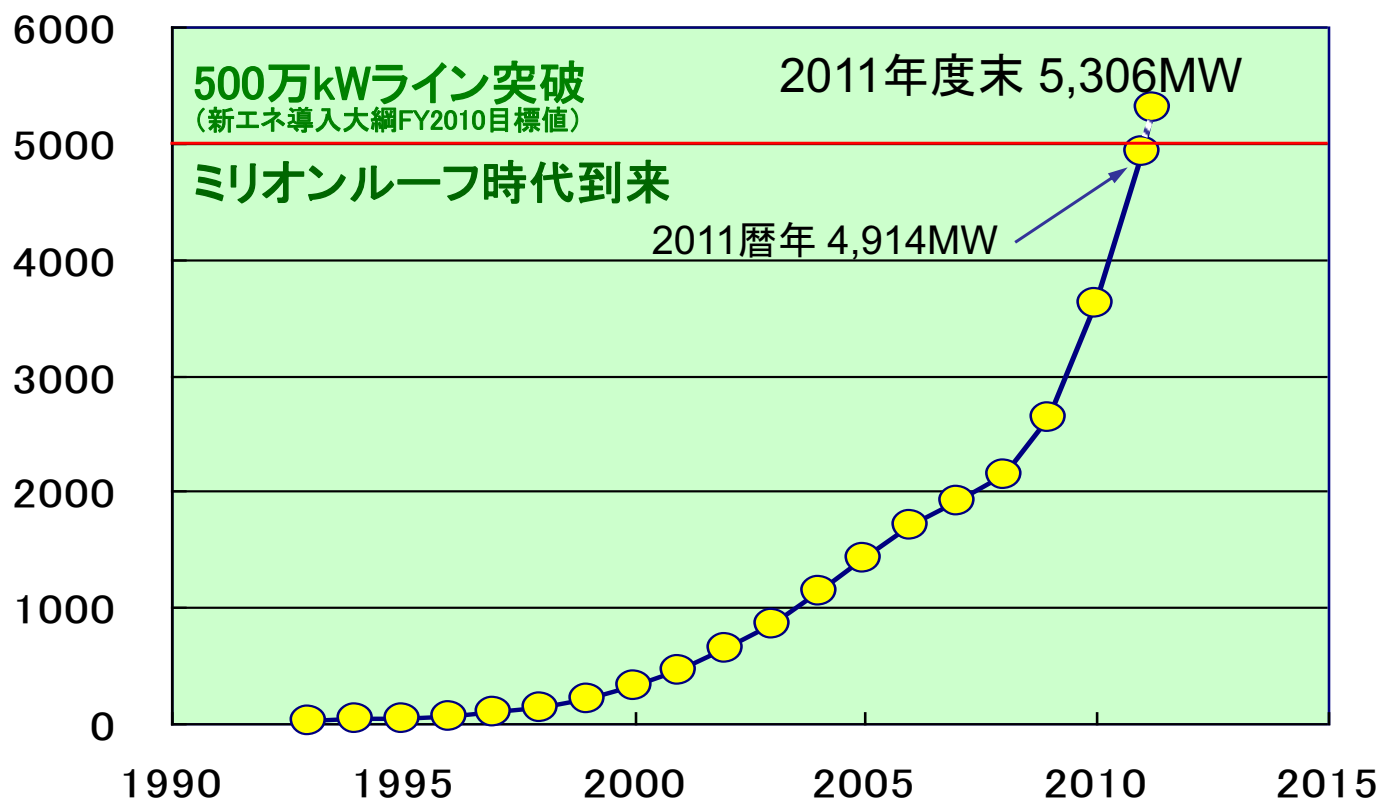
I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

Ⅲ. 研究開発成果について

IV. 実用化の見通しについて

日本累積導入量 (MW)



[データ] IEA PVPSによる2011年(暦年)までの累積値に、
JPEAIによる2011年度4Q実績の国内導入値を加えたもの
© kurochans-net 2012, Tokyo

太陽電池の性能・発電量・寿命・モジュール健全性評価技術開発

- ①発電量評価技術
- ②信頼性・高耐久性評価技術
- ③基盤技術開発戦略の研究

- ①産総研, 岐阜大, 東京大, 気象協会
- ②産総研, PVTEC
- ③PVTEC

・PVシステムの利用拡大、技術発展に必要な基本データの整備・リユース技術を開発

PVシステム汎用リサイクル処理手法に関する研究開発

- ①低コスト汎用リサイクル処理技術
- ②パイロットプラント仕様作成、LCA評価

- ①北九州産業学術推進機構
- ②(再委託)昭和シェル石油, 新菱, 北九州市立大, 北九州市環境局, みずほ総研

・将来のPVシステム大量廃棄を控え、リサイクル技術を開発

IEA国際協力事業及び標準化支援事業等

- ①技術動向調査 (※今回評価対象外)
- ②IEA国際協力事業 (※今回評価対象外)
- ③標準化支援事業 (※今回評価対象外)

- ①資源総合システム
- ②資源総合システム, みずほ総研, NEDO
- ③JEMA, 光産業技術振興協会

・PVに係る情報の収集と発信

Roll-to-Roll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

- 新規ポリマーによる封止材開発
- ナノコンジット技術による保護シート
- 封止材・保護層の一体化

積水化学

・Roll-to-Rollプロセスを実現可能とする材料の開発

超ハイガスバリア太陽電池部材の研究開発

- ①超ハイガスバリアバックシート、フロントシートの開発
- ②Cat-CVDによる超ハイガスバリア技術

- ①三菱樹脂
- ②北陸先端大(再委託)

・PV以外にも応用が期待できるハイガスバリア部材の開発

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

- 据付部品の機能複合化
- 耐久性、据付作業延べ時間削減効果の検証

デュポン

・据付に係るコストの大幅削減に寄与する

事業の位置づけ・必要性

各テーマの出口イメージ

国家標準・国際標準化 (デジュール)

JIS・IEC提案

JIS・IEC提案

共通技術の事業化基盤整備 (デファクト)・民間認証

I - ロ) 太陽電池性能評価・校正技術

II - イ) モジュール・機器耐久性評価技術

II - ロ) システム点検技術

I - イ) 発電量推定と予測技術

III-① リユースモジュール健全性試験技術

III-② システム汎用リサイクル処理手法

再生エネ利用促進・21世紀持続可能性

社会システム

共通技術事業化

セル・モジュール

システム

リサイクル

高性能機器製造

性能評価・品質管理

システム設計

システム運用

大量導入への社会基盤

設置時の性能予測および保証値設定

運用時の性能確保・予測

大量導入への社会基盤

要素技術開発

基盤技術開発

基盤整備

利用者の視点: kWからkWhへ

社会インフラニーズとの融合

雇用創造・国際競争力の強化

環境親和性・資源有効利用

Ⅲ. 研究開発成果について

公開

(へ) 共通基盤技術 中間目標の達成度

<p>I. 発電量評価技術の開発</p>	<p>目標</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池実効性能評価(kW): IEC規格等現行規定条件の実効性能影響定量化; 屋外高精度測定結果の補正技術開発; 絶対放射計・絶対分光感度法一次校正技術; 二次基準モジュール相対分光感度測定 ・発電量推定(kWh): モード発電量を5%未満精度の測定算出法開発; 日射スペクトルデータ全国整備のための測定法を開発 ・予測技術: 数値予報気象データから出発し, 分散発電量予測・広域予測モデルを適用して, 太陽光発電電力量を予測するとともに予測結果を電力システム運用計画へ反映する手法を開発 	
		成 果	達成度
<p>I - 口) 太陽電池性能評価技術 (AIST)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池性能評価技術: IEC規格等現行条件で5%以上差が出るケースあり; 各種モジュール分光感度温度依存性高精度測定方法を開発 ・屋外高精度性能評価技術: 現状屋外性能評価技術の測定誤差検証 (Isc: 1~3%; Voc: ~1%) ・各種新型太陽電池性能評価技術の研究開発: NEDO開発品等各種190件測定・高精度化要素技術開発; IEC 60904-8 (分光感度測定法) 等標準化提案; モジュール欧米亜国際比較測定等により整合性・課題明らかに ・基準太陽電池校正技術: 精密構造型WRR絶対放射計を実現・実証; 絶対分光感度法による一次校正技術; 二次基準モジュール相対分光感度測定相対精度1%達成・屋外高精度性能評価技術 	○
<p>I - イ) 発電量推定と予測技術</p>	<p>(次ページに記載)</p>		○

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

6

Ⅲ. 研究開発成果について

公開

(へ) 共通基盤技術 中間目標の達成度

<p>I. 発電量評価技術の開発 (つづき)</p>	<p>目標</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池実効性能評価: IEC規格等現行規定条件の実効性能影響定量化; 屋外高精度測定結果の補正技術開発; 絶対放射計・絶対分光感度法一次校正技術; 二次基準モジュール相対分光感度測定 ・発電量推定: モード発電量を5%未満精度の測定算出法開発; 日射スペクトルデータ全国整備のための測定法を開発 ・予測技術: 数値予報気象データから出発し, 分散発電量予測・広域予測モデルを適用して, 太陽光発電電力量を予測するとともに予測結果を電力システム運用計画へ反映する手法を開発 	
		成 果	達成度
<p>I - イ)-a. 発電量定格技術 AIST, JWA</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・発電量定格方式研究開発(AIST): 結晶Si系モード発電量を±5%未満の精度で測定・算出可能な手法を開発・検証した。 ・日射スペクトル全国データ整備(JWA): モデル開発今年度前半見込み; 日射量観測気象官署(約50地点)1年分の日射スペクトルデータを2013年2月に完成見込み 	○
<p>I - イ)-b. 発電量予測技術 AIST, GU, JWA, UT, MRI</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・分散・広域発電量予測(AIST): 試作モデルの分散予測誤差0.15kWh/kW、広域予測誤差約0.07kWh/kW ・気象パラメータ予測技術(MRI): 数値予報モデルパラメータに基づく日射量予測誤差の大きな日について詳細分析・各パラメータ影響度評価 ・分散日射量予測技術(GU): 空間分解能1kmで気象パラメータの推定を可能とした。33時間先での直達・散乱日射スペクトル強度を予測可能 ・広域日射量予測技術(JWA): 衛星日射量メッシュを作成・精度向上中 ・分散・広域発電量応用評価技術(UT): 電力システム解析・評価モデル開発完了し国内一部地域分析可能に; システム安定性・経済性なども考慮した発電予測要求仕様を検討・設定中 	○

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

7

Ⅲ. 研究開発成果について

(へ) 共通基盤技術 中間目標の達成度

Ⅱ. 信頼性および寿命評価技術の開発	目標	成果	達成度
		<ul style="list-style-type: none"> ・モジュール機器・耐久性評価: 屋外曝露試験データ劣化要因分析; 劣化メカニズム解明; 部材を含む屋内寿命評価試験法開発; システム長寿命化高機能材料の寿命試験方法確立; 関連規格化推進 ・システム点検技術: システム発電データ収集; オンサイト気象センサ点検で発電性能10%低下検出可能手法開発; 次世代モジュール・システム高信頼性実現のための基盤技術開発調査 	
モジュール機器・耐久性評価技術 II-イ)-a 高信頼性モジュール認証試験技術(PVTEC) II-イ)-b 新規信頼性試験方法の開発(AIST)		<ul style="list-style-type: none"> ・高信頼性モジュール認証試験技術: PVシステム文献調査を実施, 26サイト事例収集; モジュール出力と, ストレス(紫外線、モジュール温度、温度差、湿度)の関係分析; 劣化事象発生要因を推定 ・新加速試験技術の研究開発: サイクリック試験・逆バイアス定電流試験による実使用条件下外観劣化(焦げ、膨らみ)・IV特性劣化対応性; 加速試験としての有効性確認; フルサイズモジュール確認・要件抽出; 加重抜重方式の実験評価。 ・モジュール内水蒸気浸入経路調査方法: 透過率10-2g/m²dayまでの浸入経路調査; テストモジュールの作製法確立; 信頼性改善に有用な新知見 	○
II-ロ) システム点検技術(AIST, PVTEC) II-ハ) 次世代基盤技術開発調査(PVTEC)		<ul style="list-style-type: none"> ・限られた屋外IVカーブ測定データから標準条件への換算法として, AISTオリジナルの線形内挿法を適用・体系化を実施 ・モジュール・BOS, 社会システムの各々: 劣化要因評価・劣化実態, 解決のための開発コスト算定, 社会シス改良による優位性向上分析 	○

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

Ⅲ. 研究開発成果について

(へ) 共通基盤技術 中間目標の達成度

Ⅲ. PVシステム汎用リサイクル処理手法に関する研究開発	目標	成果	達成度
		<ul style="list-style-type: none"> ・ H28に寿命を迎えるEoLモジュール大量廃棄(推定量: 18MW)その後年々増大; リサイクル市場の整備は必須 ・ リユースモジュールに要求される性能:: 最も基本的な要求である絶縁性能を決定したガイドライン案の策定に必要なデータを提供 ・ 低コスト汎用リサイクル処理関連基本技術を確立: 新型太陽電池にも対応したリサイクル ・ LCA調査: LCA評価の見直し; 新型太陽電池・廃棄を含めたLCA評価 ・ 社会システムの調査・提案: 広域対象のリサイクル処理に必要な社会システムの提案 	
III-① リユースモジュール健全性試験技術(PVTEC)		<ul style="list-style-type: none"> ・ 絶縁性能の要求値の決定に必要なデータを収集 ・ 世界に先駆けモジュールのリユースに関する検討を開始 	△
III-②a 低コスト汎用リサイクル処理技術の基本技術開発(北九州産業学術推進機構)		<ul style="list-style-type: none"> ・ 共通処理部(アルミ枠解体装置、バックシート切削装置、EVA加熱処理装置)、個別処理部(GS膜スクレーパー)を試作、初期目標達成見通し ・ 年間処理量2MW相当試作装置による試験結果をベースに、200MW処理ケースを試算し、処理コスト約4.9円/W、さらに回収金属売却費用を考慮すれば4円/W以下となる見込みを得た 	○
III-②b LCA調査(再委託)みずほ総研		<ul style="list-style-type: none"> ・ 従前に実施されたエネルギー原単位・CO₂排出係数に関するLCA評価を最新データで見直し; 結晶シリコン太陽電池のLCA評価を実施 	△
III-②c 社会システムの調査・提案(再委託)昭和シェル石油, 新菱, 北九州市立大, 北九州市環境局, みずほ総研		<ul style="list-style-type: none"> ・ 運用を含めた処理センター設置構想: 広域ロジスティクス基本モデルの構築; 現行法規制の緩和等の法整備に関する提案など専門委員会で審議済み ・ 家電リサイクルシステムを参考に、回収ロジスティクス基本モデルを構築 ・ また、回収に関わる廃棄法を調査し、課題を整理、社会システム整備上の必須事項を専門委員会で議論済み 	○

◎ 大幅達成、○達成、△達成見込み、×未達

Ⅲ. 研究開発成果について

－成果発表－

◆積極的な特許出願や学会発表等の実施（実施者）（2012年7月末時点）

テーマ	特許出願		論文 (査読付)	研究発表・講演	新聞・雑誌等への掲載	受賞実績	展示会への出展
	国内	外国					
I) 発電量評価技術の開発 II) 信頼性及び寿命評価技術の開発	1	0	16	55	2	5	1
III) PVシステム汎用リサイクル 処理手法に関する研究評価	1	0	0	0	1	0	3
計	2	0	16	55	3	5	4

◆公表チャンネルを利用した事業の広報（推進者NEDO）

- ・ NEDOホームページ
- ・ 事業紹介パフレット
- ・ 学会、展示会、シンポジウム等での発表
- ・ NEDO成果報告会
- ・ 雑誌等への寄稿

Ⅳ. 実用化の見通しについて

I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

III. 研究開発成果について

IV. 実用化の見通しについて

IV. 実用化の見通しについて

『I) 発電量評価技術の開発』

- ・太陽電池性能評価技術および発電量推定技術：規格審議，国内・アジア地域内および欧米との国際比較測定等進行中
JIS・IEC規格による実用化，国際整合性検証によるPV導入への貢献
- ・基準太陽電池校正技術：基準セル校正に適用済み，校正技術の高度化，校正技術および基準セルの国際的普及が見込まれる
- ・発電量予測技術：気象パラメータ予測モデルの気象庁モデルへの展開，
様々なレベル(分散/広域)での予測と電力システム解析評価モデルの社会インフラ化

『II) 信頼性及び寿命評価技術の開発』

- ・高信頼性モジュールの認証試験技術：長期信頼性に関する要求を付加した規格・モジュールの認証制度の確立が見込まれる
- ・新規信頼性試験方法の開発：実使用下で起こる劣化現象を屋内試験する加速試験の手法を提供，
JIS, IEC規格(61215,61646,61730等)への標準化
- ・システム点検技術：ガイドライン公開，信頼性向上によるPV導入への貢献

テーマ	NEDO開発品 新型太陽電池等測定	規格化		基準セル校正
		JIS	IEC	
I) 発電量評価技術の開発	190	5	1	111
II) 信頼性及び寿命評価技術の開発				

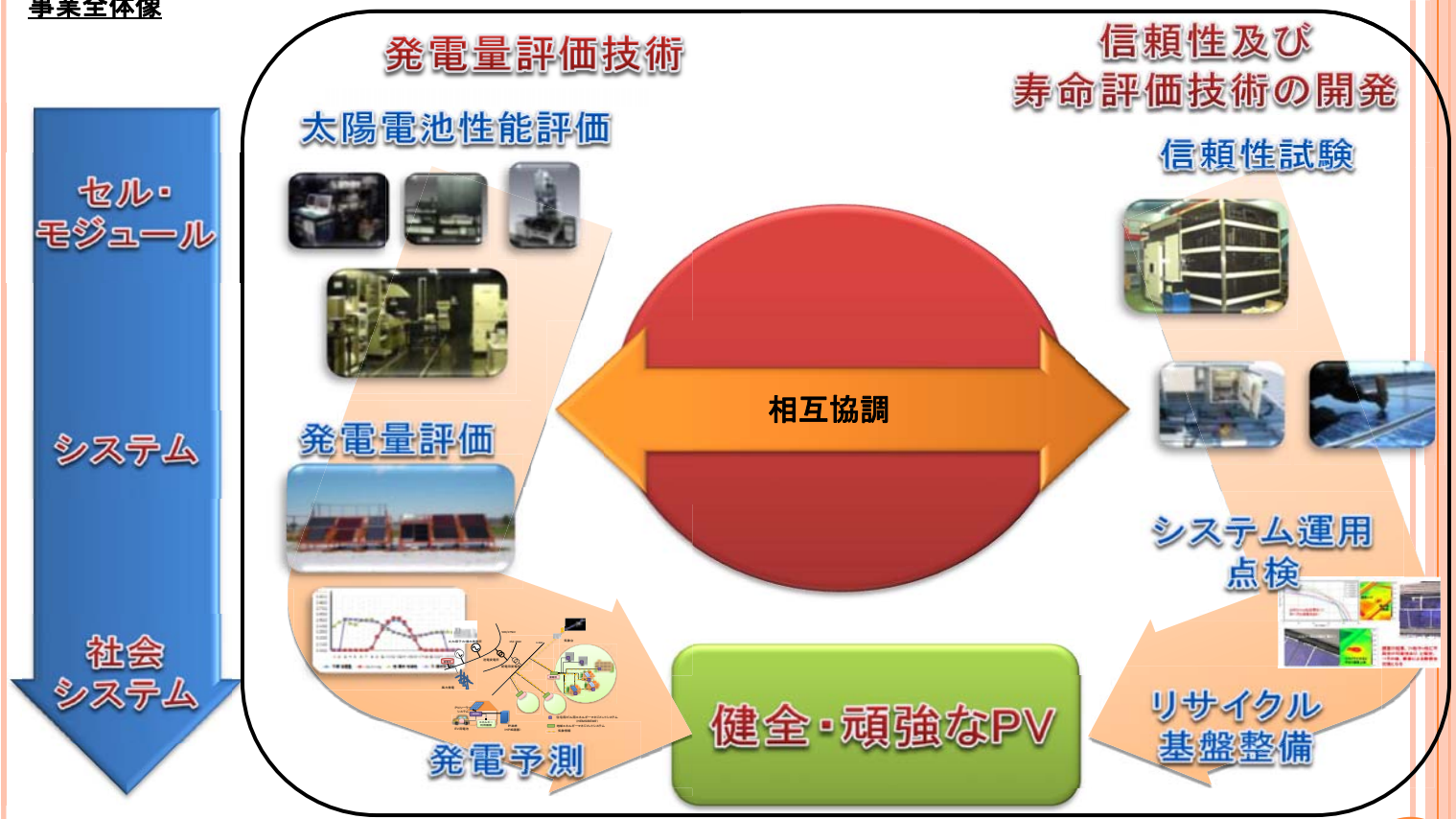
(2012年7月末時点)

『III) PVシステム汎用リサイクル処理手法に関する研究評価』

- ・PVシステム汎用リサイクル処理手法：2017年に技術研究組合を運営母体としたリサイクル処理センターを設立
九州/中国地方を主対象に，EoLのPVシステムのリサイクル処理を行う年間処理量最大6MWラインを導入し，社会実験を実施
(2018年の国内廃棄パネルの推定量18MWの1/3に相当する規模)
国内全国への展開，EUや米国，発展途上国など海外への展開
- ・リユースモジュールの健全性試験技術：ガイドライン公開，信頼性向上によるPV導入への貢献

事業の位置づけ・必要性

事業全体像

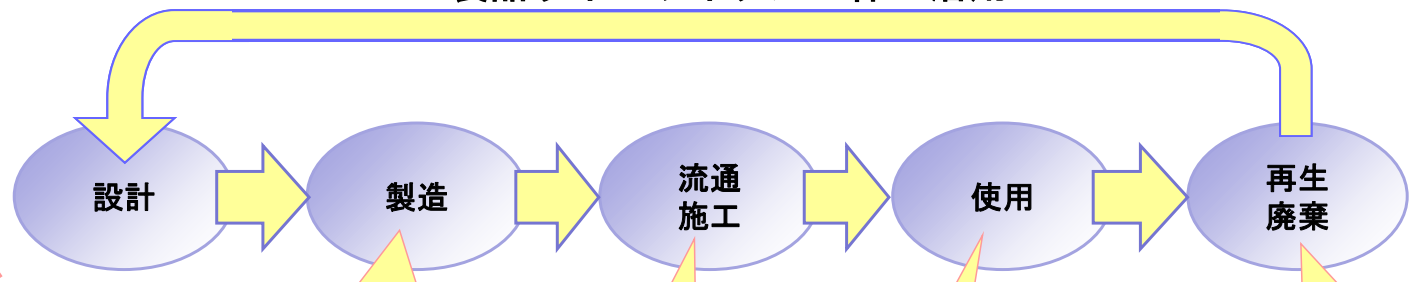


NEDOプロ内での位置付け

－ コンセプト：共通基盤太陽電池 －

製品ライフサイクル全体で活用

【LCA】
Ⅲ LCA調査



【品質保証】 標準化 事業化

- I -ロ) 太陽電池の性能評価
- II -イ) モジュール・機器耐久性評価技術

【高性能化】

- IV -① 超ハイガスバリアフィルム

【低コスト化】 事業化 でふあくと

- IV -② RtoRプロセス対応の封止材一体型保護シート

事業化 でふあくと

事業化 標準化

【低コスト化】 事業化 標準化

- IV -③ 据付工程簡便化

事業化 標準化 スマグリ波及

【系統連系最適運用】

- I -イ)b. 発電量予測技術

【トラブル対応】

- II -ロ) システム点検技術

事業化 標準化

標準化 事業化

【リユース】 標準化 事業化

- Ⅲ リユースモジュール健全性試験技術

事業化 標準化

【リサイクル】 事業化 標準化

- Ⅲ 低コスト汎用リサイクル処理技術
- Ⅱ -ハ) 社会システムの調査