

太陽エネルギー技術研究開発
『革新的太陽光発電技術研究開発』
(平成20年度～平成26年度 7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 事業の位置づけ・必要性について
研究開発マネジメントについて

N E D O
新エネルギー部
平成24年8月21日

1/27

報告内容

I. 事業の位置づけ・必要性について (N E D O 山田)

II. 研究開発マネジメントについて (N E D O 山田)

III. 研究開発成果について (N E D O 小間)

IV. 実用化の見通しについて (N E D O 小間)

2/27

I. 事業の位置づけ・必要性について

I. 事業の位置づけ・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

3/27

I. 事業の位置づけ・必要性について

－上位施策の概要－

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。

Cool Earth-エネルギー革新技术計画（経済産業省 2008年3月制定）

エネルギー分野において、世界トップ水準の技術を有する我が国は、世界をリードできる技術分野に研究開発資源を重点化し、技術開発を加速・推進することにより、我が国の競争力を強化・維持しつつ、技術は我が国の貴重な資源であるとの認識に立った上で、国際的な連携を強力に推進し、世界全体での2050年までの大幅削減に積極的に貢献していくことが必要である。2050年の大幅削減に向け我が国として重点的に取り組むべき技術を特定した上で、長期にわたる技術開発を着実に進めるためのマイルストーンとして、各技術の開発に向けたロードマップを作成した。（抜粋）

4/27

I. 事業の位置づけ・必要性について

公開

－上位施策の概要－

Cool Earth－エネルギー革新技術計画（2008年3月）

－計画の狙い－

- 「世界全体の温室効果ガス排出量を2050年までに半減」という長期目標達成に向け、
 - ・従来の延長線上にない革新的なエネルギー技術開発が不可欠。
 - ・我が国が誇る世界トップ水準のエネルギー技術によって、世界をリード。
- このため、重点的に取り組むべき技術を特定、ロードマップを作成するとともに、国際連携のあり方を検討。

－重点的に取り組むべき「21」のエネルギー革新技術－



5/27

事業原簿 I-1

●上記21技術のうち、19技術についてNEDOで研究開発を推進

I. 事業の位置づけ・必要性について

公開

－「太陽エネルギー技術研究開発」基本計画の概要－

目的：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要望されている。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な普及を図ること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。

太陽光発電の急速な普及を背景に、海外においても、太陽光発電技術の開発が精力的に取り組まれており、太陽光発電ロードマップ（PV2030+）で示された技術課題の解決に向け、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り始めており、我が国の地位確立のためには、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（以下、「NEDO」という。）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とともに、社会の共通基盤として情報の整備、提供を通じて、行政、産業界、地域住民等の間で科学的知見に基づいた正確かつ適切な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。

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。

内容：

- 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） [委託事業]
- 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（負担率：2/3）]
- ③ 有機系太陽電池実用化先導技術開発 [助成事業（負担率：2/3）]

6/27

事業原簿 I-1

I. 事業の位置づけ・必要性について

公開

— 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)

7/27

I. 事業の位置づけ・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

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

- 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
- 国研、大学、企業等でコンソーシアムを形成

- 国研及び大学の基礎研究成果を、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

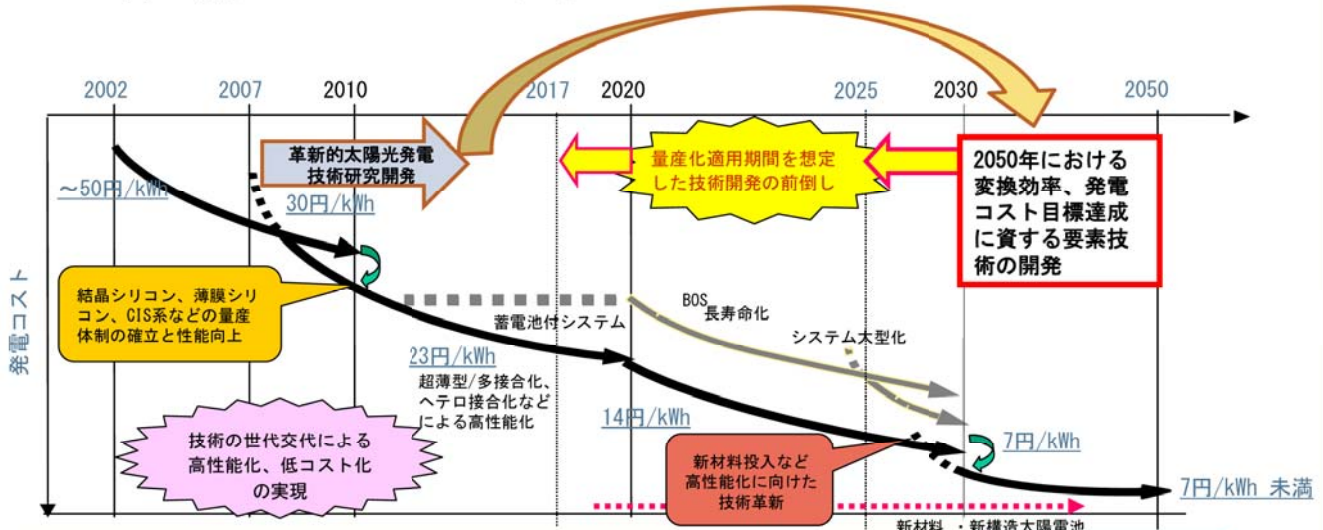
長期的視野に立った技術開発戦略「太陽光発電ロードマップ（PV2030+）」に沿った技術開発

8/27

I. 事業の位置づけ・必要性について

公開

- 背景/PV2030 (+) -



実現時期 (開発完了)	2010~2020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	汎用電源未満 7円/kWh未満
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

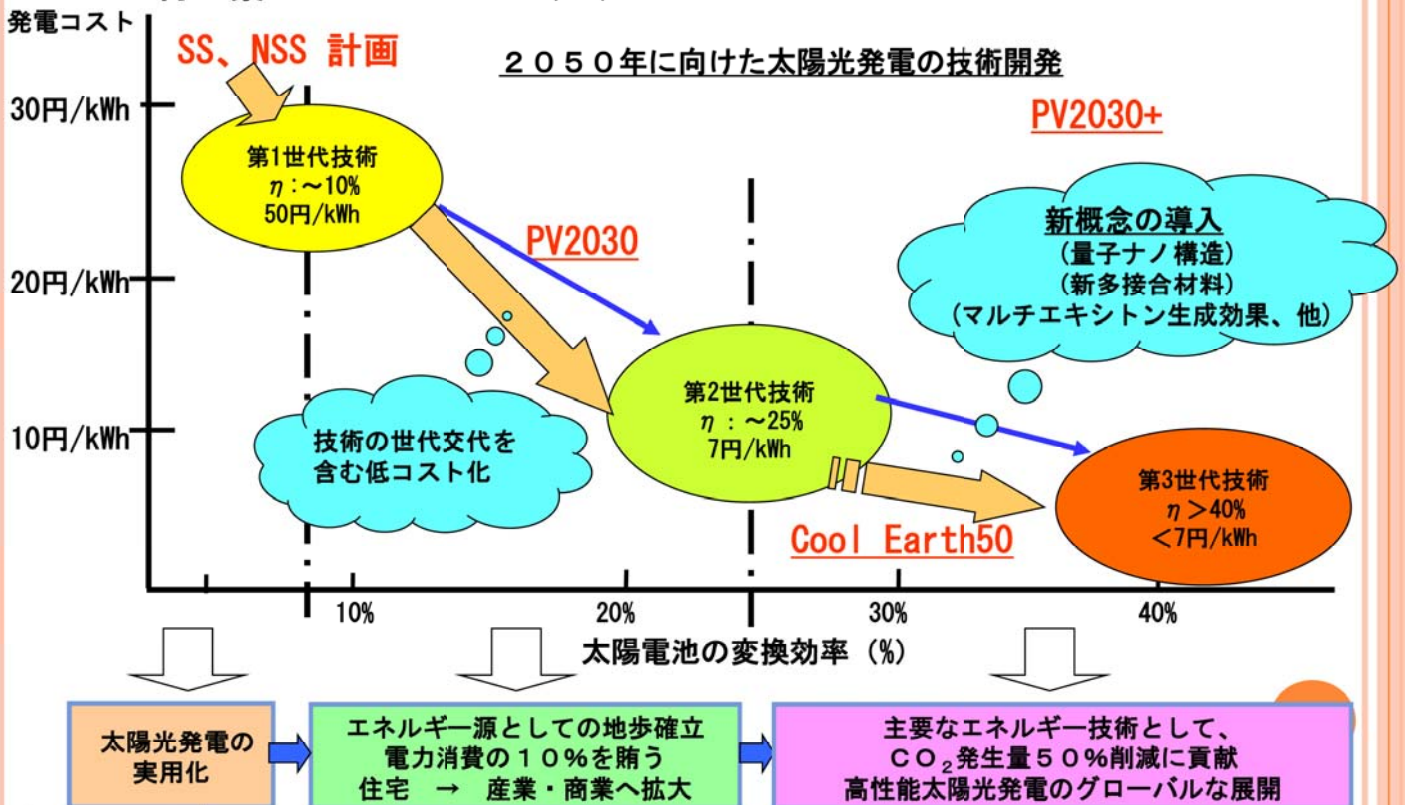
9/27

事業原簿 I-1

I. 事業の位置づけ・必要性について

公開

- 背景/PV2030 (+) -



事業原簿 I-1

10/27

I. 事業の位置づけ・必要性について

公開

－背景/PV2030(+)－

2050年に向けた太陽電池セル・モジュール変換効率目標 (%)

	太陽電池 ¹⁾	現状※		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 (%)
個別技術の開発目標	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。
- ※PV2030+策定時(2009年6月時点)

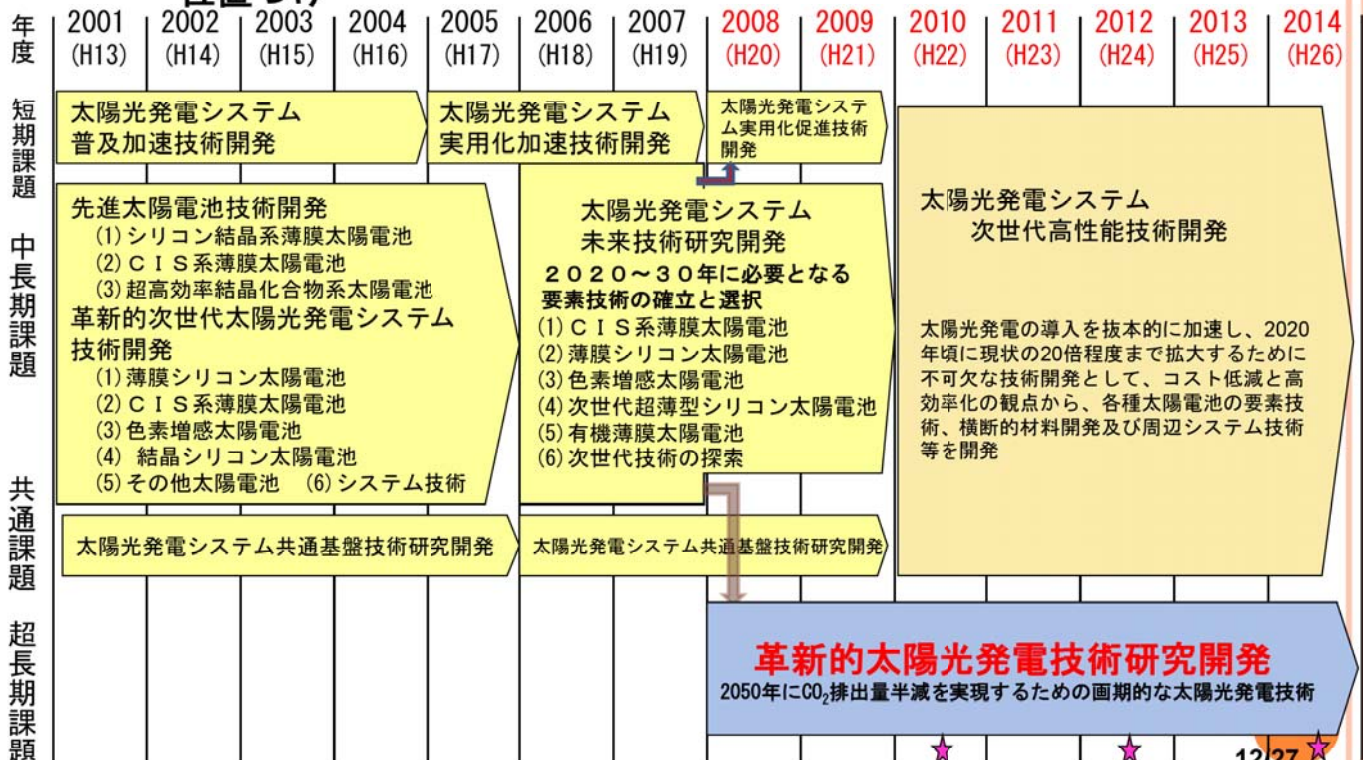
11/27

事業原簿 I-1

I. 事業の位置づけ・必要性について

公開

－位置づけ－



12/27

第1回中間評価 (前回)

第2回中間評価 (今回)

終了前評価 (予定)

事業原簿 I-1

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

13/27

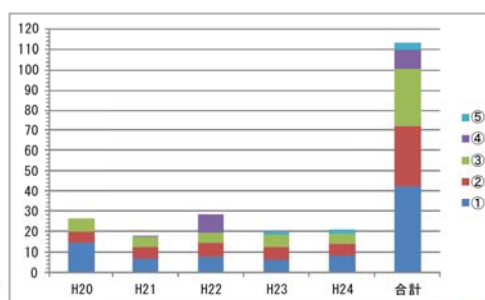
Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—全体スケジュール・予算—

開発項目分野	中間評価		中間評価		H25年度	H26年度
	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度		
①ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発	8件		7件			
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	14件		13件			
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	12件		11件			
④革新的太陽電池評価技術の研究開発（日米共同開発）	1件					
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）			5件			
委託先数合計	34	35	35	36	36	

研究開発予算（実績）の推移 [単位：億円]

開発項目分野	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	総額
①ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発	14.0	6.6	7.7	6.2	8.1	42.6
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	6.0	5.4	6.3	6.0	5.5	29.2
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	6.4	5.5	5.4	6.2	5.3	28.8
④革新的太陽電池評価技術の研究開発（日米共同開発）	-	0.1	8.9	-	-	9.0
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）	-	-	-	1.5	2.1	3.6
合計 特別会計（需給勘定）	26.4	17.6	28.3	19.9	21.0	113.2



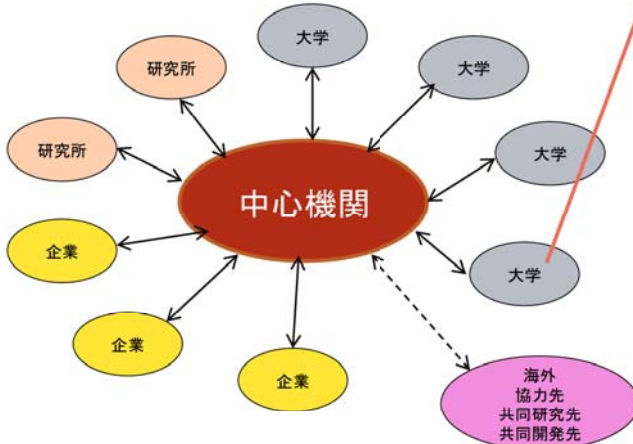
14/27

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

公開

— 実施体制 —

東大、産総研、東工大が中心機関となり3グループで研究開発を実施
更に、米国・EUとの共同開発も追加実施



国際協力・共同開発

世界の最先端技術を持つ研究機関等と協力し研究開発を進める

(意見交換、サンプル評価等の協力を実施)

(東大G)

マドリッド工科大学 (スペイン)
フラウンホーファー研究所 (独) 等

(産総研G)

ユーリッヒ研究所 (独)
ヘルムホルツベルリン研究所 (独) 等

(東工大G)

ペンシルベニア州立大学 (米)
ステュットガルト大学 (独) 等

(日米共同開発)

NREL (米)

(日EU共同開発)

マドリッド工科大学 (スペイン)
フラウンホーファー研究所 (独) 等

若手研究者(40歳以下)は85名以上!
人材育成を推進!

これらの機関は協力先かつコンペティター
該当機関他の動向について国際学会等で情報
収集し本研究開発へ反映

15/27

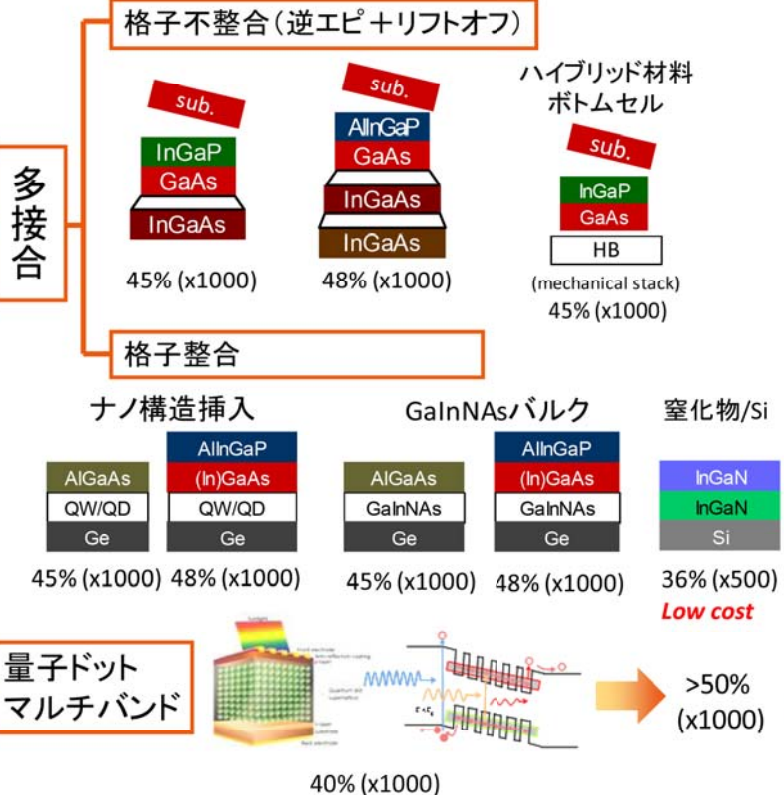
Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

公開

— コンセプト — ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発—



1000倍集光下で
変換効率48%を得る
III-V半導体セル



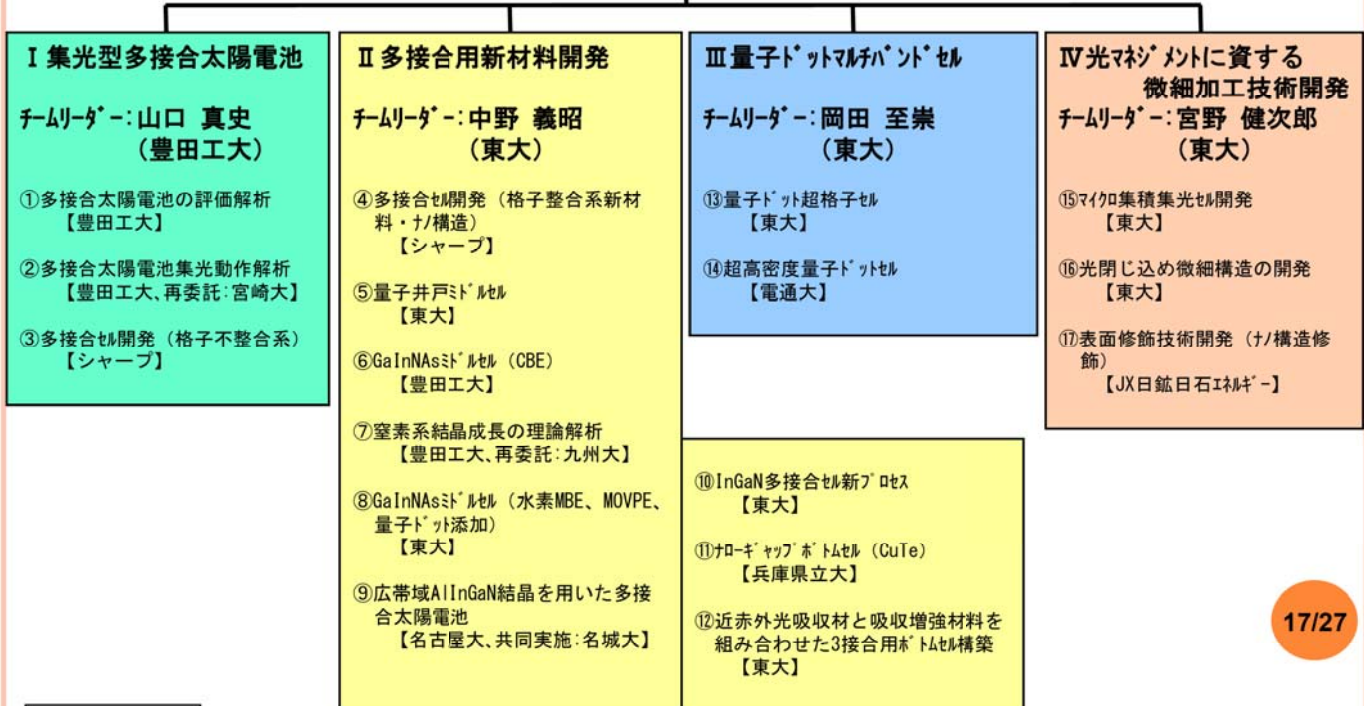
16/27

II. 研究開発マネジメントについて

公開

—実施体制— ポストシリコン超高効率太陽電池（東大グループ）—

グループリーダー
中野義昭教授（東大）



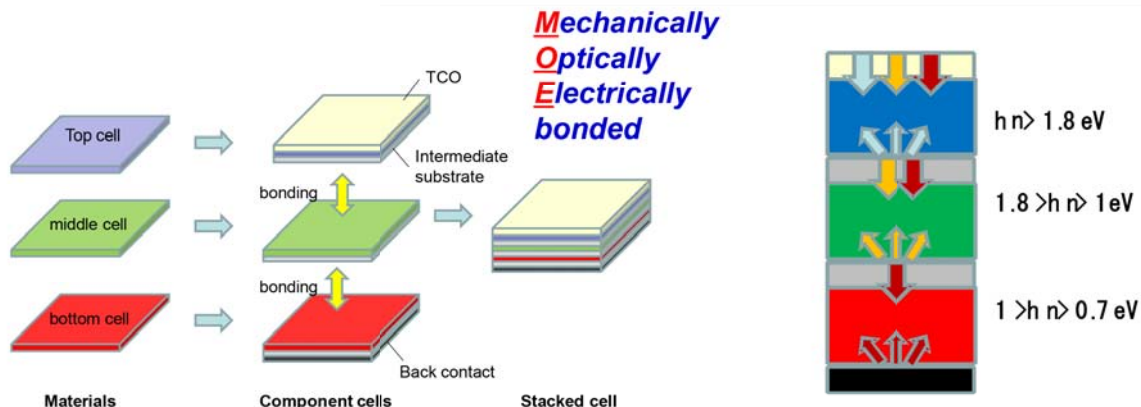
17/27

II. 研究開発マネジメントについて

公開

—コンセプト— 高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発—

- ◆非集光、低コスト → 薄膜、シリコンやCIS技術も活用
- ◆高効率 → 多接合、秩序構造 (単結晶、多結晶薄膜)
3~4接合 (実用性考慮)
- ◆新概念 (量子ドット、プラズモン、多重励起子)
- ◆柔軟性 → メカニカルスタック (2端子モノリシック)
- ◆高度光利用 → フォトニック構造、高性能TCO



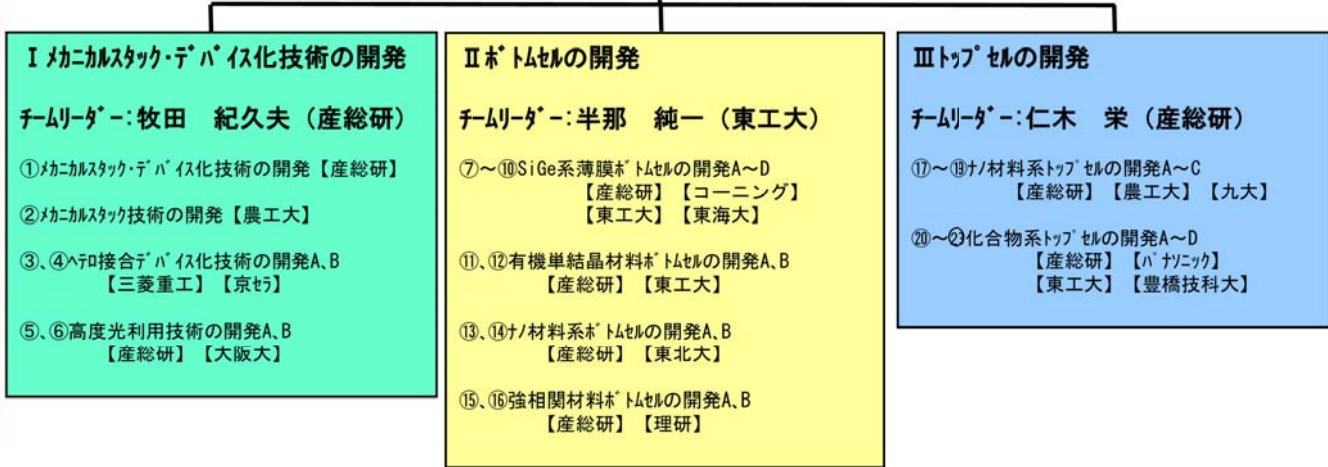
18/27

II. 研究開発マネジメントについて

公開

一実施体制 高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池（産総研グループ）

グループリーダー
近藤 道雄（産総研）



19/27

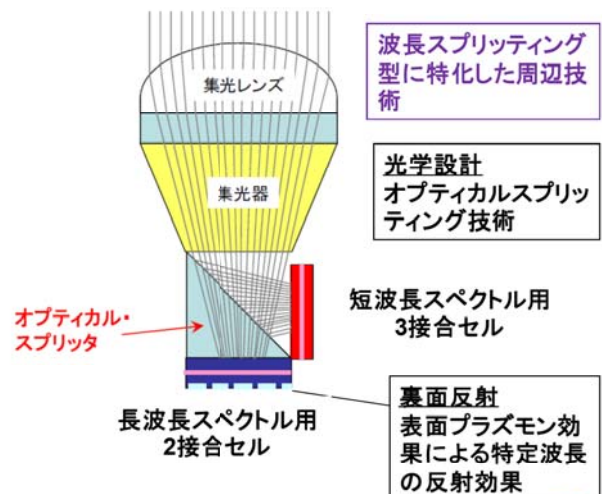
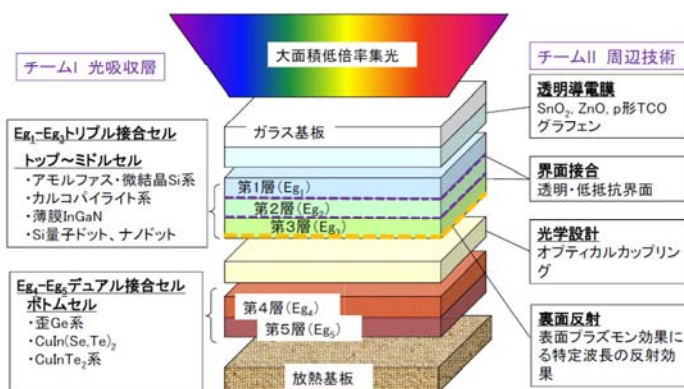
II. 研究開発マネジメントについて

公開

一コンセプト 低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池の研究開発

①メカニカルスタック型5接合

②波長スプリットング型5接合

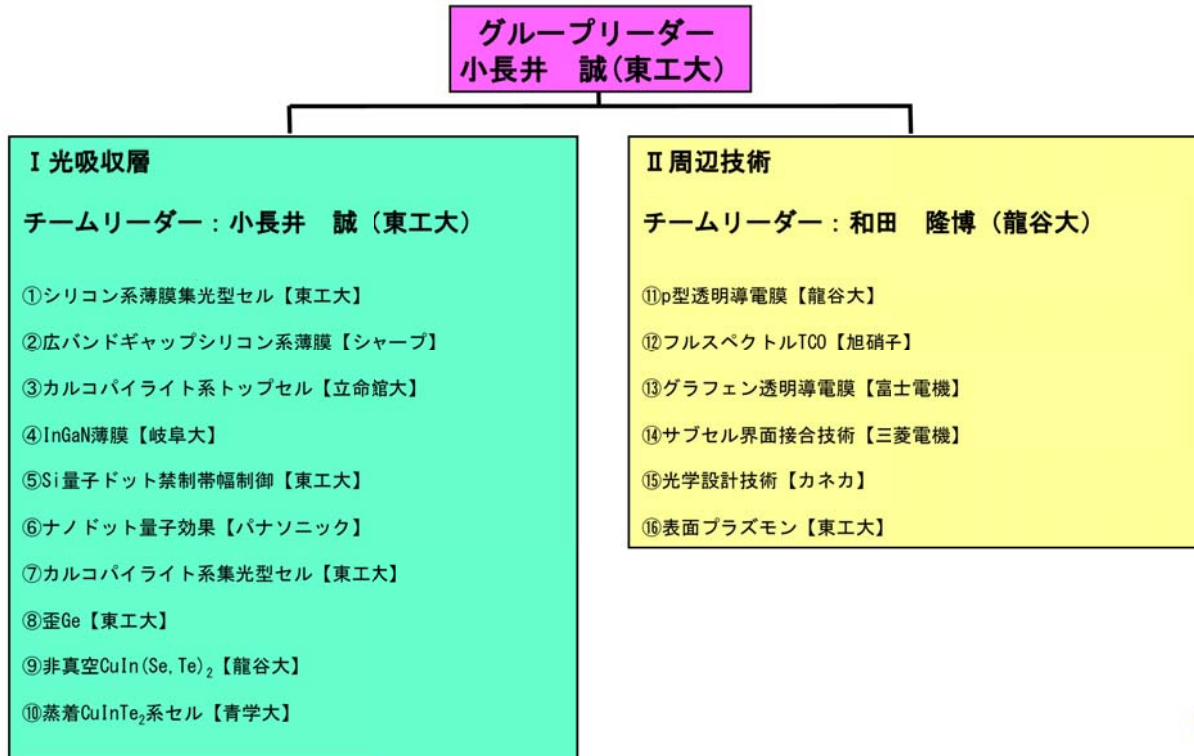


20/27

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

公開

一実施体制 低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池（東工大グループ）一

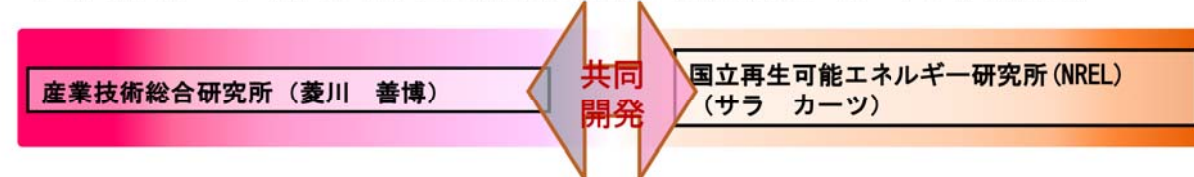


21/27

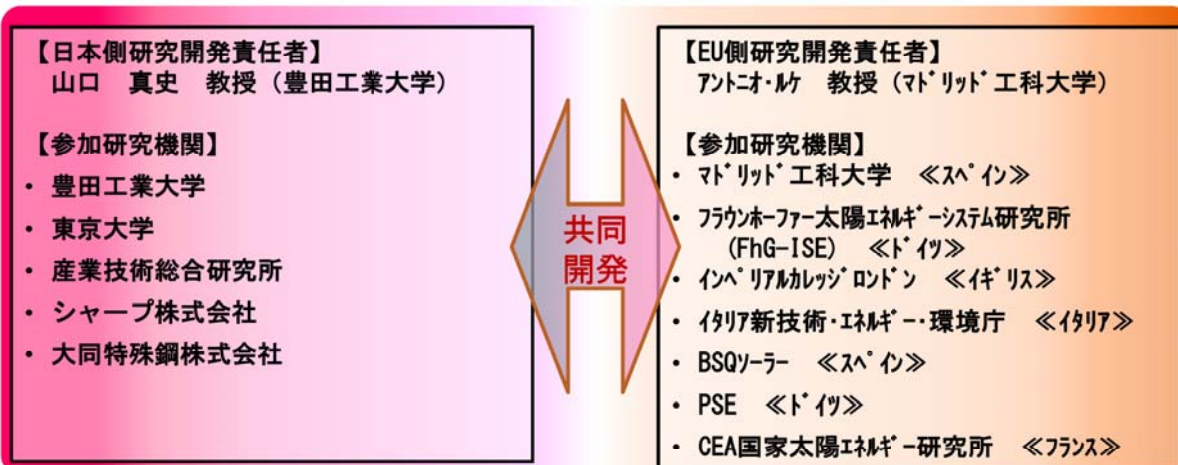
Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

公開

一実施体制 革新的太陽電池評価技術の研究開発（日米共同開発）一



一実施体制 超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）一



22/27

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

公開

一事業の目標一

事業の目標

2050年までに「変換効率が40%」かつ「発電コストが汎用電源未満料（7円/kWh未滿）」の太陽電池を実用化することを目指した研究開発の中で、本研究開発は変換効率40%の実現に向けた技術の基礎・探索研究段階と位置づけて研究開発を実施する。

開発目標	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)
	ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> Ⅲ-V族系材料による高集光多接合太陽電池で非集光時の変換効率36%と集光時の変換効率45%を達成する。 新概念太陽電池については動作原理を検証し、窒化物セルにおいて非集光時変換効率10%(単接合)および20%(多接合)、量子ドットマルチバンドセルにおいて集光時変換効率25%を達成する。 光マネジメント技術についてはデバイスプロセスと組み合わせ量子ナノ構造層の光吸収を3倍に高め、上記目標の達成に資する。 	<ul style="list-style-type: none"> Ⅲ-V族系材料による高集光多接合太陽電池で変換効率45%以上(3接合・1,000倍集光時)、変換効率48%(4接合・1,000倍集光時)を達成する。 新概念太陽電池については、窒化物セルにおいて非集光時変換効率20%(単接合)および30%(多接合)、量子ドットマルチバンドセルにおいて27%(非集光時)、40%(集光時)を達成する。 高度光利用技術についてはデバイスプロセスと組み合わせ量子ナノ構造層の光吸収を10倍に高め、上記目標の達成に資する。
	高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発	ボトムセルおよびトップセルの要素材料の開発並びにデバイス化を行う。また高度光利用技術、スマートスタック技術を開発し、多接合太陽電池で変換効率20%を達成する。	ボトムセルおよびトップセルについて要素セルの高度化ならびに高度光利用技術の組み合わせにより多接合太陽電池で変換効率25%を達成する。
	低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池の研究開発	薄膜フルスペクトル太陽電池の光吸収層、ならびに周辺技術等の研究開発により、真性変換効率25%(低倍率集光、有効受光面積:1cm ²)を達成する。	小面積の5~6接合薄膜フルスペクトルセルにより、真性変換効率30%(低倍率集光、有効受光面積:1cm ²)を達成する。

23/27

事業原簿 II-1, 6, 17, 32

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

公開

一事業の目標一

開発目標	研究開発項目	最終年度における開発目標(平成22年度末)	
	革新的太陽電池評価技術の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 従来の単接合太陽電池の高精度評価技術をベースとして、3接合以上の多接合で集光倍率500倍以上に対応できる国際的整合性を持った高精度な評価技術を開発する。 集光型太陽電池システムを日米両国に設置し、屋内評価結果と併せて屋外での性能評価技術を開発する。 従来より広いスペクトル領域で感度特性を有するSi系以外および3接合以上を含めた革新的材料および構造を持つ薄膜多接合太陽電池に予測される集積型モジュール構造での評価に対応できる技術を開発する。 革新的太陽電池およびそれに用いられる新材料の部材・組成・不純物等の評価および基本的な光・熱等の環境に対する信頼性を検証する。 	
	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	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)
	<ul style="list-style-type: none"> 既存の理論解析とシミュレーションに基づいたⅢ-V族系多接合太陽電池に関する新材料や量子・ナノ構造等の新構造に関する研究開発を重点開発項目とし、セル変換効率42%以上を達成する。 セル・モジュール間で発生するロスを削減しモジュール変換効率33%以上を達成する。 集光型太陽電池の高精度測定の課題を明確にする。 	<ul style="list-style-type: none"> セル変換効率45%以上を達成する。 モジュール変換効率35%以上を達成する。 集光型太陽電池の標準測定技術を確立する。(測定再現性±0.5%以内) 	

24/27

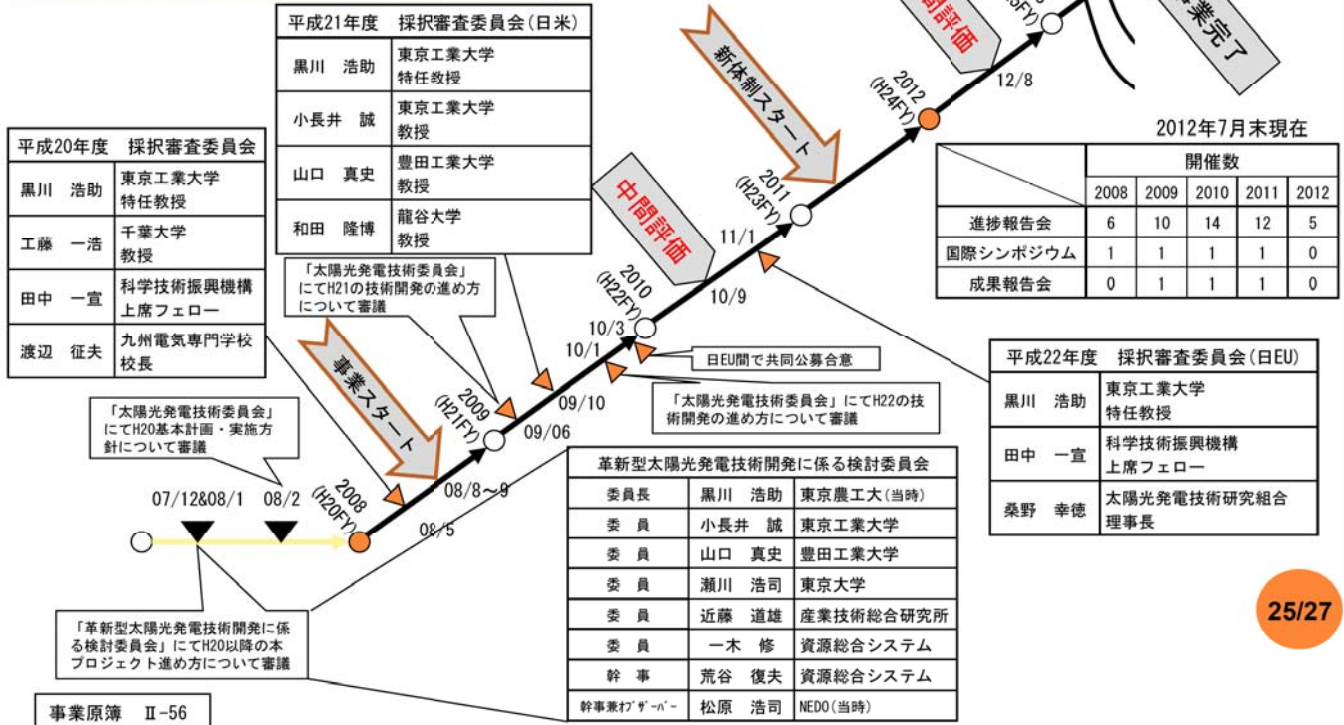
事業原簿 II-42, 43

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

公開

《実施方針》

GL主催による進捗報告会（グループ全体会議）を定期的
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、GLが指導、推進する。



25/27

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—

研究開発の進捗に合わせ、研究加速に資する予算手当てを行った。

平成20年度：5.0億円（量子ドット、逆エピ3接合、強相関材料薄膜など）

平成21年度：2.1億円（量子ドット、逆エピ3接合、SiGe系薄膜、国際研究拠点機能強化、グラフェンなど）

平成22年度：4.1億円（量子ドット、光閉じ込め、化合物系薄膜、逆エピ3接合、ハイブリッド光電材料、グラフェン、化合物系薄膜など）

平成23年度：なし

平成24年度：2.5億円（集光用冷却設計、集光モジュール、集光実証、量子ドットなど）

26/27

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

公開

—中間評価結果への対応—

- 1) 量産性、低コスト化、資源問題の観点という本来の実用化に対する視点での戦略が明確でない。この点を明確にして、個別テーマの見極めによる選択と予算の集中が必要である。
→「太陽光発電システム普及委員会」等を活用して実用化に対する筋道をより明確にした上で、それを反映した戦略を策定し、平成23年度以降の実施方針において、量産性、低コスト化、資源問題の観点も踏まえた上で、変換効率40%超を見込めるテーマに選択と集中を図っており、具体的には、「ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発」「高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発」「低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池の研究開発」のチーム体制を見直すとともに、個別のサブテーマを整理し、サブテーマ数を73から55に絞り込んだ。
- 2) 国際状況は急速に変化しており、国際競争力の状況、国際貢献の可能性等に対して、世界をリードするためには今後どの点を強化すべきかについての評価と検討が必要であろう。
→材料技術等の日本が強みを有し独自に技術の高度化を図る分野については一層の強化を図る。一方、評価技術のように海外研究機関と協力する分野については必要性を見極めた上でさらに国際協力を進め我が国の技術力向上に繋げる。例えば、集光型太陽電池の評価は、平成23年度より日EU共同にて標準化への取り組みを実施する。

革新的太陽光発電技術研究開発
(中間評価) 分科会
資料6-2

公開

太陽エネルギー技術研究開発
『革新的太陽光発電技術研究開発』
(平成20年度～平成26年度 7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 研究開発成果について
実用化の見通しについて

Ⅲ. 研究開発成果について

I. 事業の位置づけ・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

2/24

Ⅲ. 研究開発成果について

—ポストシリコン超高効率太陽電池研究開発の目標と達成状況—

サブテーマ名	目標	成果	達成度※	今後の課題
①多接合太陽電池の評価解析	<ul style="list-style-type: none"> 格子不整合セルのバッファ層における転移挙動解析 変換効率45%の達成に向けたセル作製プロセスの最適化と特性向上 	<ul style="list-style-type: none"> 転位密度低減に有効な傾斜組成$\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$バッファ層の歪緩和過程を、3次元X線逆格子マッピングでリアルタイム観測（世界初） オーバーシューティング(OS)層の膜厚を変化させることでトップ層の歪を圧縮から引張まで制御できることを実証 	○	<ul style="list-style-type: none"> シャープ(株)の格子不整合セルに転移密度低減手法を適用し変換効率45%達成に貢献
③多接合セル開発（格子不整合系）	<ul style="list-style-type: none"> コンタクト/電極接触抵抗、シート抵抗、トンネル抵抗等、直列抵抗やシャドーロス低減し、集光時変換効率45%を達成 	<ul style="list-style-type: none"> トンネル接合抵抗の低減により、非集光時変換効率37.5%を達成（世界記録） トンネル接合抵抗の低減、受光面の電極間隔の最適化により、集光時変換効率43.5%を達成（世界タイ記録） 	◎	<ul style="list-style-type: none"> 直列抵抗成分の更なる改善により集光時変換効率45%を達成
⑤量子井戸ミドルセル	<ul style="list-style-type: none"> GaAs基板上量子井戸挿入単接合セルで非集光時変換効率20%を達成 GaAsミドルセルに量子井戸を挿入した3接合セルで$I_{sc}=16\text{mA}/\text{cm}^2$を得る 	<ul style="list-style-type: none"> 反射防止コーティングにより、GaAs基板上量子井戸挿入単接合セルで非集光時変換効率24%を達成 超格子の挿入により、I_{sc}の増分$3.0\text{mA}/\text{cm}^2$ 	○	<ul style="list-style-type: none"> シャープ(株)とのウェハシャトルにより、3接合セルへの超格子挿入プロセスの構築

※達成度（平成24年度中間目標に対して）

◎：中間評価分科会（8月21日）迄に達成

△：平成25年度中に達成

○：平成24年度中に達成

×：平成26年度以降に達成

3/24

Ⅲ. 研究開発成果について

ーポストシリコン超高効率太陽電池研究開発の目標と達成状況ー

公開

サブテーマ名	目標	成果	達成度※	今後の課題
⑧GaInNAsミドルセル (水素MBE、MOVPE、量子ドット添加)	<ul style="list-style-type: none"> GaInNAs:Sb/Ge2接合セルにおいて、短絡電流$7\text{mA}/\text{cm}^2$ (1sun) を達成 3接合セルのGaAsミドルセルにInAs/GaNAs系積層量子ドットを挿入し、トップセル (1.7eV) 配置下で短絡電流$16\text{mA}/\text{cm}^2$ (1sun) を達成 	<ul style="list-style-type: none"> GaInNAs:Sb/Ge2接合セルにおいて、短絡電流$10.9\text{mA}/\text{cm}^2$ を達成 InAs/GaNAs系積層量子ドットセルで、トップセル (1.7eV) 配置下で短絡電流$15.2\text{mA}/\text{cm}^2$ (1sun) を達成 	○	<ul style="list-style-type: none"> GaInNAs:Sb薄膜成長、GaInNAs:Sb/Ge2接合セルの最適化・高効率化 (水素MBE、MOVPE)
⑩InGaN多接合セル新プロセス	<ul style="list-style-type: none"> スパッタ法により、In組成0.3でキャリア移動度$200\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$以上 	<ul style="list-style-type: none"> スパッタ法における結晶成長モニタリング技術を開発することにより高品位化を実現し、In組成0.3のInGaNでキャリア移動度$228\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$を達成 In組成0.4のInGaN薄膜でPL量子収率48%を達成 (世界記録) 	◎	<ul style="list-style-type: none"> 高In組成InGaN (In組成>30%)のさらなる高品位化 電界制御型太陽電池の高効率化
⑬量子ドット超格子セル	<ul style="list-style-type: none"> 変換効率25% (低倍集光時) を達成 2光子吸収過程の原理実証 	<ul style="list-style-type: none"> 変換効率20.3% (100倍集光) を達成 量子ドット (中間バンド) を介した2段階光吸収によるセル動作の原理実証を室温で達成 (世界初) 	○	<ul style="list-style-type: none"> 量子ドット超格子における光吸収、キャリアダイナミクスの評価結果に基づくセル構造の改良および高効率化

4/24

事業原簿 Ⅲ-4

Ⅲ. 研究開発成果について

ーポストシリコン超高効率太陽電池研究開発の目標と達成状況ー

公開

目標以外の成果

サブテーマ名	項目	成果
⑥GaInNAsミドルセル (CBE)	4接合太陽電池用新規1eV帯材料GaInNAsの高品質化	CBE成膜時の表面反応制御によりN起因散乱体の密度低減を達成 電気的特性を劣化させる再結合中心の1つ (E1) を特定 原料流量の最適化により少数キャリア寿命1ns以上を達成
⑦窒素系結晶成長の理論解析	不純物 (キャリア散乱体) を低減するための成長指針の提案	水素不純物の混入機構を解明 混入を抑制する成長指針の提案、検証実験による確認
⑨広帯域Al InGaIn結晶を用いた多接合太陽電池	多接合素子作製	トンネル接合形成技術確立 スパッタリングバッファにより、Si基板上への成長技術確立
	窒化物太陽電池の変換効率の温度依存性	Si系やCIS系の $-0.4\%/^{\circ}\text{C}$ と比較して $-0.18\%/^{\circ}\text{C}$ という同材料の優れた耐環境性を確認
⑩InGaN多接合セル新プロセス	スパッタ法によるInGaIn作製	スパッタ法による世界初の3原色LED、高電子移動度トランジスタの作製に成功
⑭超高密度量子ドットセル	新型QDセルの提案	面内超高密度QD層を導入することで単層でも高い量子効率を実現する新しいQDセルを開発

5/24

事業原簿 Ⅲ-3

Ⅲ. 研究開発成果について

—高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の目標と達成状況—

公開

サブテーマ名	目標	成果	達成度※	今後の課題
①メカニカルスタック・デバイス化技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 接着抵抗$2\Omega\text{cm}^2$以下、吸収損失10%以下の接合技術開発 ● 多接合太陽電池で変換効率20%達成 	<ul style="list-style-type: none"> ● ナノ粒子配列を用いた技術を開発、接着抵抗$2\Omega\text{cm}^2$以下、吸収損失2%以下達成 ● 直接接合法により (GaInP/GaAs) 2接合太陽電池とInGaAsP太陽電池を接合した太陽電池で変換効率21.85%実証 	◎	<ul style="list-style-type: none"> ● 接合技術高度化（接着条件等の最適化） ● 様々な種類の太陽電池への適用を試みるとともに、実用化に向けて信頼性の確認などを行う
②メカニカルスタック技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 4インチ以上、シリコン以外の材料の貼合せ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高圧ガス加圧法を用いたプレス技術による貼合せ接合技術で、4インチGe及びGaAs基板の貼合せに成功 	◎	<ul style="list-style-type: none"> ● Ge、GaAs、CIGS等ソーラーセルの接合試験、6インチ実用セル試験
⑧SiGe系薄膜ボトムセルの開発B	<ul style="list-style-type: none"> ● 変換効率9%またはそれに相当する過剰キャリア寿命を達成 	<ul style="list-style-type: none"> ● ガラス上Si薄膜基板上に成長した$\text{Si}_{0.5}\text{Ge}_{0.5}$膜において、傾斜組成バッファ層の挿入により、過剰キャリア寿命が$0.062\mu\text{s}$から$16.3\mu\text{s}$に向上 	○	<ul style="list-style-type: none"> ● 結晶成長条件やバッファ層の最適化による転位密度の一層の低減
⑪有機単結晶材料ボトムセル開発A	<ul style="list-style-type: none"> ● 有機単結晶を用いた単接合で変換効率4%を達成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 有機結晶/無機太陽電池で3.1%、電極/p型界面ドーピングにより2.6% 	○	<ul style="list-style-type: none"> ● 活性化率の高いMg以外のn型ドーパントの探索及びそのn型界面ドーピングにより目標達成予定

6/24

事業原簿 Ⅲ-8

Ⅲ. 研究開発成果について

—高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の目標と達成状況—

公開

サブテーマ名	目標	成果	達成度※	今後の課題
⑬ナノ材料系ボトムセルの開発A	<ul style="list-style-type: none"> ● 高純度半導体単層CNTの大量抽出技術：純度99wt%以上、抽出率20wt%以上 	<ul style="list-style-type: none"> ● 半導体CNTの純度99wt%と抽出率30wt%達成 	◎	<ul style="list-style-type: none"> ● 大量抽出技術開発
⑭ナノ材料系ボトムセルの開発B	<ul style="list-style-type: none"> ● pn接合内蔵CNT太陽電池で変換効率4% 	<ul style="list-style-type: none"> ● 熱拡散法により合成したカリウム内包半導体CNT太陽電池において、1.550nmで3.8%、1.650nmで11.4%を達成 	◎	<ul style="list-style-type: none"> ● プラズマイオン照射法のイオン照射エネルギー等の制御により内包率を向上させたセシウム内包半導体CNT太陽電池で効率10%を実現
⑯ナノ材料系トップセルの開発B	<ul style="list-style-type: none"> ● ナノ結晶シリコン自立膜の作製と大面積化（直径1-10cm） 	<ul style="list-style-type: none"> ● p型、n型、pn接合基板の全てで自立膜の作製法を確立し、直径8cmの自立膜作製にも成功 	◎	<ul style="list-style-type: none"> ● ナノ結晶シリコン自立膜の薄型化
⑳化合物系トップセルの開発A	<ul style="list-style-type: none"> ● InGaP/InGaAs量子ドット太陽電池で変換効率10% 	<ul style="list-style-type: none"> ● InGaP/InGaAs系量子ドット成長技術を開発し、太陽電池の変換効率10.3% 	◎	<ul style="list-style-type: none"> ● Vocの向上でさらなる変換効率の向上

7/24

事業原簿 Ⅲ-9

Ⅲ. 研究開発成果について

—高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の目標と達成状況—

公開

目標以外の成果

サブテーマ名	項目	成果
③ヘテロ接合デバイス化技術の開発A	ヘテロ接合バンド構造の評価と界面処理の効果の確認	<ul style="list-style-type: none"> ● SCMIによるヘテロ接合界面のバンドオフセットを計測 ● 界面処理のバンド構造への効果を確認
⑫有機単結晶材料ボトムセルの開発B	ナノパターンガラス上での透明導電膜の表面ナノ構造制御の検討および透明導電膜のナノ構造制御による高品質化	<ul style="list-style-type: none"> ● 直線状ナノ凹凸パターンガラス基板および原子レベルで超平坦なガラス基板上に高い配向性と超平坦性を両立させたITO透明導電膜を堆積することに成功
⑬ナノ材料系トップセルの開発B	ナノ結晶シリコン膜による光電変換素子の開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 光キャリア倍増と光エネルギー移動を解明 ● 新規薄膜堆積法を提示
⑭化合物系トップセルの開発C	n型のa-IGZOのナローギャップ化	<ul style="list-style-type: none"> ● a-IGZOよりEgの小さいアモルファス半導体薄膜を実現

8/24

Ⅲ. 研究開発成果について

—低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池の目標と達成状況—

公開

サブテーマ名	目標	成果	達成度※	今後の課題
①シリコン系薄膜集光型セル	<ul style="list-style-type: none"> ● a-SiO₂、a-Si、a-SiGeCならびにμc-Siからなる低倍率集光型シリコン系薄膜太陽電池で変換効率20%を達成 ● シリコン系薄膜太陽電池、ならびに第4層、第5層セルと組み合わせた5接合薄膜フルスペクトル太陽電池により、変換効率25%（開放電圧 3.72V、短絡電流9.0mA/cm²、曲線因子0.75、10倍程度の集光時）を達成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 光学的な損失を極限まで減少させるa-Si/μc-Siタンデム型太陽電池を考案し、変換効率13.6%（1sun）を達成 ● シリコン薄膜太陽電池とCIGSセルと組み合わせた波長スプリット型薄膜フルスペクトル太陽電池を作製したところ、変換効率 21.8%（1sun）（世界最高）を達成 	◎	<ul style="list-style-type: none"> ● 波長スプリット型セルの集光動作により、変換効率25%を達成予定
②広バンドギャップシリコン系薄膜	<ul style="list-style-type: none"> ● 広バンドギャップi層を用いた単接合セルにて、開放電圧1.06V（低倍率集光時1.16V）、短絡電流密度9.0mA/cm²（有効面積1cm²） 	<ul style="list-style-type: none"> ● Eg=1.90eVのi層、Eg=2.11eVのp層にて、開放電圧0.996V、短絡電流密度11.6mA/cm²（有効面積1cm²）を達成 	○	<ul style="list-style-type: none"> ● 透明導電膜とp層の界面にバンド構造制御層を導入し目標達成予定
③歪Ge	<ul style="list-style-type: none"> ● ダブルヘテロ接合型太陽電池を作製し、1.1eV以下の低エネルギー光照射下において変換効率1.35%（非集光）を達成 	<ul style="list-style-type: none"> ● ダブルヘテロ接合型バルクGe太陽電池を作製し、AM1.5、100mW/cm²照射下において変換効率2.31%（非集光）を達成 	○	<ul style="list-style-type: none"> ● バルクGeを用いたダブルヘテロ接合太陽電池による高効率化技術の確立 ● 歪Ge層を光吸収層としたダブルヘテロ接合太陽電池の作製

9/24

Ⅲ. 研究開発成果について

－低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池の目標と達成状況－

公開

サブテーマ名	目標	成果	達成度※	今後の課題
⑩蒸着CuInTe ₂ 系セル	<ul style="list-style-type: none"> CuInTe₂系ボトムセルで変換効率2%（低倍率集光） 	<ul style="list-style-type: none"> 変換効率4.4%（AM1.5、5倍集光時）達成 	○	
⑭サブセル界面接合技術	<ul style="list-style-type: none"> サブセル界面抵抗として200 mΩ cm²（測定電流密度0.5A/cm²） 太陽電池多接合セルに適用し、低倍率集光（～50倍）時の曲線因子0.75以上 	<ul style="list-style-type: none"> 酸化半導体p/n接合技術を開発しサブセル界面接合抵抗として80mΩ cm²達成 a-Siセル/μc-Siタンデムセルに適用して、曲線因子0.72 	○	<ul style="list-style-type: none"> 太陽電池多接合セルへの適用を行ない、曲線因子0.75以上達成予定
⑯表面プラズモン	<ul style="list-style-type: none"> 特定の波長に対して反射・透過する金属ナノ粒子膜を、a-Si0/a-Si/μc-Siトリプル接合セルの裏面反射膜として作製し、μc-Siボトムセルからの光電流を2nA/cm²以上向上 	<ul style="list-style-type: none"> 金属ナノ粒子膜をa-Si0/a-Si/μc-Siトリプル接合セルの裏面反射膜として用いた場合、1.68mA/cm²程度の電流密度増加が期待できる金属ナノ粒子膜の作成に成功 	○	<ul style="list-style-type: none"> 金属ナノ粒子膜の作製方法をさらに工夫するなどし、トリプル接合セルの裏面反射膜として、ボトムセルからの光電流2mA/cm²以上向上達成予定

10/24

Ⅲ. 研究開発成果について

－革新的太陽電池評価技術（日米共同開発）の目標と達成状況－

公開

サブテーマ名	目標	成果	達成度※	今後の課題
①a) 集光型太陽電池屋内評価技術	<ul style="list-style-type: none"> 従来の単接合太陽電池の高精度評価技術をベースとして、3接合以上の多接合で集光倍率500倍以上に対応できる国際的整合性を持った高精度な評価技術を開発する 	<ul style="list-style-type: none"> 集光倍率500倍以上で集光型多接合太陽電池セルを高精度に測定可能な技術を開発し、米国NRELと共同で測定精度について検証した 集光型太陽電池ユニット評価を光線平行度約0.5度以内の定常光で高精度に評価する技術を開発した 	○	<ul style="list-style-type: none"> 1,000倍以上への対応 測定精度の不確かさ検証や改善検討 国際比較測定の継続等による、整合性の高い評価技術の確立、標準化（IEC62670-2 Draft）（IEC62670-3 Draft）
①b) 集光型太陽電池屋外評価技術	<ul style="list-style-type: none"> 集光型太陽電池システムを日米両国に設置し、屋内評価結果と併せて屋外での性能評価技術を開発する 	<ul style="list-style-type: none"> 国内外の3種の多接合型太陽電池を使用した集光型太陽光発電設備（30kW）を岡山市とコロラド州に設置し、異なる気候環境下での実際の発電データを取得した 各種気象条件および設置精度がおよぼす集光型太陽電池システムの発電性能を実証的に明らかにした 	○	<ul style="list-style-type: none"> CPVIに特有なアラインメント等を考慮した高精度な発電量評価技術の開発と検証・標準化（IEC62670-2 Draft）（IEC62670-3 Draft）

11/24

Ⅲ. 研究開発成果について

－革新的太陽電池評価技術（日米共同開発）の目標と達成状況－

公開

サブテーマ名	目標	成果	達成度※	今後の課題
②a) 革新的薄膜多接合太陽電池性能評価技術	<ul style="list-style-type: none"> 従来より広いスペクトル領域で感度特性を有するSi系以外および3接合以上を含めた革新的材料および構造を持つ薄膜多接合太陽電池に予測される集積型モジュール構造での評価に対応できる技術を開発する 	<ul style="list-style-type: none"> 革新的多接合太陽電池モジュールの高精度な性能評価に対応可能な技術を開発し、基本性能を検証した 新概念太陽電池の照度・面積等の定義測定方法を日米で議論し整合を図った 	○	<ul style="list-style-type: none"> 新型薄膜モジュールでの評価精度・整合性の検証
②b) 革新的薄膜多接合太陽電池信頼性評価技術	<ul style="list-style-type: none"> 革新的太陽電池およびそれに用いられる新材料の部材・組成・不純物等の評価および基本的な光・熱等の環境に対する信頼性を検証する 	<ul style="list-style-type: none"> CIGS光吸収層の中に形成されるミクロンサイズ粒子の組成分析を行い、CIGS膜の性能を阻害する要因を元素とそのサイズに関して明らかにした ヘテロ接合界面のバンドオフセット量評価が新規太陽電池開発に有効である事をa-Si_{1-x}Ge_x:H/c-Geヘテロ接合型太陽電池を用いて確認した 薄膜多接合太陽電池に用いられる中間層材料/透明導電材料の評価を実施し、微視的組成や特性と電気特性との相関を明らかにした 	○	<ul style="list-style-type: none"> これらの手法をより発展させ、デバイス構造を有する試料およびデバイスの評価へ展開する

12/24

事業原簿 Ⅲ-15

Ⅲ. 研究開発成果について

－超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）の目標と達成状況－

公開

サブテーマ名	目標	成果	達成度※	今後の課題
①新材料・新構造太陽電池の創製及び評価解析技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> 新キャラクタリゼーション技術の確立（Ⅲ-V-N新材料のN-H欠陥解析、Ⅲ-VオンSiの歪緩和過程のリアルタイム観測、量子ナノ構造のキャリア再結合過程解析） 	<ul style="list-style-type: none"> 偏光・時間分解FT-IR測定により、Ⅲ-V-N新材料のN-H欠陥の構造や電荷状態に関する知見を得た Ⅲ-VオンSiのその場X線逆格子マッピングを実施し、透過型電子顕微鏡観察と合わせて、欠陥解析を行った PPT法、PL法、SPV法を組み合わせ、量子ナノ構造のキャリア再結合過程を解析した 	◎	<ul style="list-style-type: none"> Ⅲ-V-N新材料、Ⅲ-VオンSi新構造、量子ナノ構造の基礎的理解と品質向上に向け、さらなる評価解析の継続
②集光型太陽電池用量子・ナノ構造の創製及び評価解析技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> 新キャラクタリゼーション技術の確立 	<ul style="list-style-type: none"> 歪補償InGaAs/GaAs量子井戸（QW）集光型セルのデバイス構造決定 高速PL減衰測定による量子ドット（QD）内の非輻射再結合、QW内のホットキャリア評価 	○	<ul style="list-style-type: none"> 量子ナノ構造の基礎的理解と品質向上に向け、さらなる評価解析の継続
⑤高効率集光型太陽電池モジュールの開発と集光型太陽光発電システム実証	<ul style="list-style-type: none"> モジュール変換効率33%以上 	<ul style="list-style-type: none"> 集光型モジュール要素技術の改善（光学系、熱管理、信頼性） ミニモジュール：変換効率31.62%（～300cm²） 	○	<ul style="list-style-type: none"> 当面、変換効率34%以上の高効率CPVモジュールの実現

13/24

事業原簿 Ⅲ-16

Ⅲ. 研究開発成果について

公開

開発成果のまとめ

(数値目標に対して)

- 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

高効率化	新概念の検証等
◎	○
○	○
○	○

(技術目標に対して)

- ④革新的太陽電池評価技術の研究開発（日米共同開発）
- 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）

評価技術
○
○

14/24

Ⅲ. 研究開発成果について

公開

— 現 状 —

太陽電池種類別セル変換効率の現状

国(地域)	シリコン系			化合物系			有機系	
	結晶系		薄膜系	CdTe	CIGS系	Ⅲ-V族	色素増感	有機薄膜
	単結晶	多結晶						
日本	SHARP 23.5%(1997_03) [HIT]三洋 23.7%(2011_09?)	SHARP 18.4%(2003_03)	カネカ 11.7%(2004_09)	Panasonic 16.0%(1997_03)	Panasonic 18.5%(1999_04)	SHARP 37.5%(1SUN) (2012_02) SHARP 43.5%(306SUN) (2012_04)	NIMS 11.4%(2011_08)	三菱化学 11.0%(2012_05)
米国	SunPower 24.2%(2010_06)	Georgia Tech 18.6%(1995_12)	United Solar 16.3%(2011_07)	First Solar 17.3%(2011_07)	NREL 20.0%(2007_10)	NREL 33.8%(1SUN) (2007_01) Solar Junction 43.5%(418SUN) (2011_04)		UCLA 10.6%(2012_02)
欧州	FhG-ISE(独) 22.5%(1999_07)	FhG-ISE(独) 20.4%(2004_05)	Oerlikon Solar (スイス) 11.9%(2010_08)	Antec(独) 10.6%(1995_02)	ZSW(独) 20.1%(2010_04)	FhG-ISE(独) 26.4%(1SUN) (2010_03) FhG-ISE(独) 41.1%(454SUN) (2009_01)	EPFL(スイス) 11.0%(1996_12)	Heliatek(独) 10.7%(2012_04)
その他	UNSW(豪) 25.0%(1999_03)	UNSW(豪) 19.8%(1998_02)			Uppsala大 (スウェーデン) 16.7%(2000_03)			

15/24

Ⅲ. 研究開発成果について

公開

— 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6月末時点）

項目	特許出願		論文 (査読付)	研究発表・ 講演	受賞 実績	新聞・雑誌 等への 掲載	展示会 への出展
	国内	外国					
ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発	19	3	162(156)	856	20	66	11
高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発	47	13	267(221)	832	25	19	13
低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池の研究開発	51	12	69(69)	441	15	24	12
革新的太陽電池評価技術の研究開発	0	0	0(0)	0	0	3	0
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	1	0	16(15)	82	2	22	1
計	118	28	514(461)	2,211	62	134	37

◆ 公表チャンネルを利用した事業の広報（NEDO）

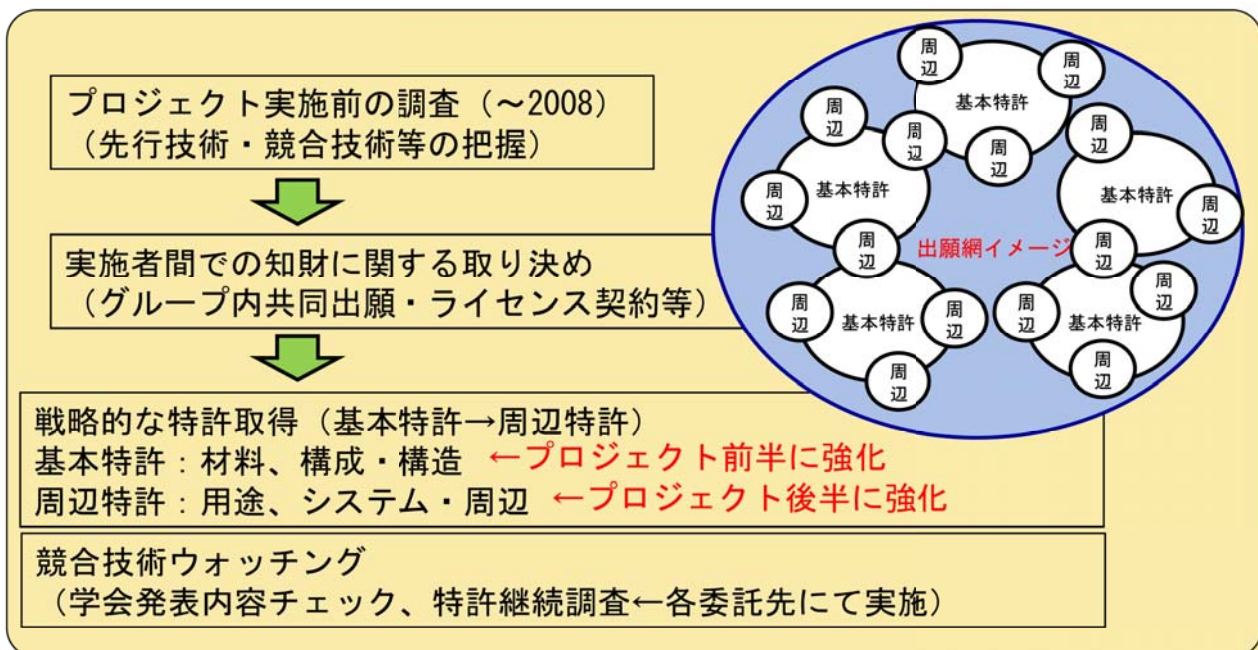
- ・ NEDOホームページ
- ・ 事業紹介パンフレット
- ・ 学会、展示会、シンポジウム等での発表
- ・ NEDO成果報告会
- ・ 雑誌等への寄稿

16/24

Ⅲ. 研究開発成果について

公開

— 特許戦略の考え方 —



17/24

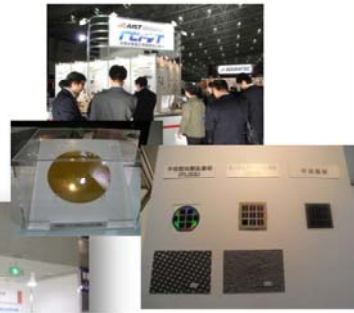
Ⅲ. 研究開発成果について

公開

—成果の普及—

各種主要な展示会への参加や見学会の開催

日本国内最大級の各種展示会（PV Japan、PV EXPO）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多数選抜され、積極的に発信。岡山の実証実験サイトは、社会科見学コースとして、教育に貢献。



PVJapan2011などで成果を展示



津島小学校5年生120人の社会科見学の様子

18/24

Ⅲ. 研究開発成果について

公開

—成果の普及—

News Release

2012年5月31日

異分子型化合物3層太陽電池で実現
異分子型太陽電池セルで世界最高変換効率43.5%を達成



著作権の関係により配布資料から削除

著作権の関係により配布資料から削除

19/24

Ⅲ. 研究開発成果について

公開

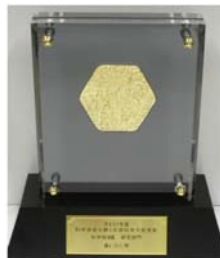
—成果の普及—

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



Prof. Masafumi YAMAGUCHI
TOYOTA Technological Institute

- Outstanding research achievements on III-V compound semiconductor solar cell for CPV.
- Project Leaders for NEDO's PV-for-the-Future and JST's CREST-PV respectively.
- The General Chairperson of PVSEC-17, Fukuoka, 2007.
- Becquerel Prize 2004 (EU-PVSEC); William Cherry Award 2008 (IEEE-PVSC).



H23年度文部科学大臣表彰科学技術賞
(東北大学)



20/24

Ⅲ. 研究開発成果について

公開

—成果の最終目標の達成可能性—

研究課題	最終目標 (平成26年度末)	達成見通し
ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ● III-V 族系：変換効率45%以上 (3接合・1,000倍集光時)、変換効率48% (4接合・1,000倍集光時) ● 量子ドットマルチバンドセル：27% (非集光時)、40% (集光時) ● 量子ナノ構造層の光吸収を10倍 	<ul style="list-style-type: none"> ● 3接合はシャドローロスと直列抵抗の低減、4接合はVocの向上で達成可能 ● 30%を見通しており、光閉じ込め構造により達成可能 ● リフトオフセルの作製手法および最適なナノ構造作製手法の確立で達成可能
高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発	ボトムセルおよびトップセルについて要素セルの高度化ならびに高度光利用技術の組み合わせにより多接合太陽電池で変換効率25%	メカニカルスタック技術は実証できており、個別セルの効率目標を達成すれば、スタックセルで目標達成可能
低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池の研究開発	小面積の5-6接合薄膜フルスペクトルセルにより、真性変換効率30% (低倍率集光、有効受光面積：1cm ²)	1層 (a-SiO ₂ 、a-Si) 2層 (AIGS) 3層 (CIGS) 4層 (CIS) 5層 (Ge、CISse) により目標達成可能
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)	<ul style="list-style-type: none"> ● セル変換効率45%以上、モジュール変換効率35%以上 ● 集光型太陽電池の標準測定技術 (測定再現性±0.5%以内) 確立 	原子スケールでの欠陥評価解析により得られた知見を基に、結晶の高品質化を実現することで目標達成可能

21/24

IV. 実用化の見通しについて

I. 事業の位置づけ・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

22/24

IV. 実用化の見通しについて

—高効率化の可能性—

①ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発

Ⅲ-V族系については、実証研究も開始することから早期の実用化が期待できる。量子ナノ構造等を用いるセルも、原理実証を達成し、実用化を見通せる。

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

開発した技術のベストミックスによる多接合太陽電池により実用化が期待でき、各技術については順次実用化を行っていき、セルの面積化も行っていく。

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

低倍率集光型はメガソーラー用途から実用化が見込める。なお、1sun（非集光）としても、住宅用等での実用化が期待できる。

④革新的太陽電池評価技術の研究開発（日米共同開発）

JIS規格・IEC国際規格等の標準に採用され、評価技術の普及により集光型太陽電池の技術開発・大量導入・国際競争力の醸成等への貢献が期待できる。

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）

日射条件が良いが、過酷な環境条件下でのCPVの実証研究を進めることにより、高効率メガソーラー用途からの実用化が見込める。

23/24

IV. 実用化の見通しについて

公開

—波及効果—

太陽電池としての波及効果

- 集光型太陽電池技術の宇宙用・自動車用への適用
- メカニカルスタックによる多様な多接合太陽電池の出現
- 光マネジメントの既存太陽電池への適用

材料やデバイスとしての波及効果

- 新規な3次元実装デバイスの出現 →
- 透明導電膜のディスプレイへの適用開発 →
- 単結晶薄膜による低コスト高性能デバイスの発展 →
- 量子ドットを用いた高速通信デバイスの高度化

オプトエレクトロニクスにも展開可能

民生応用も

太陽電池以外にも

24/24