

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5 プロジェクトの概要説明 (公開)
議題5-1 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
2010(H22)年9月1日

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－

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）

I. 事業の位置付け・必要性について

—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—



●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. 事業の位置付け・必要性について

— 関与の意義 —

NEDOが
関与する事の意義

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)

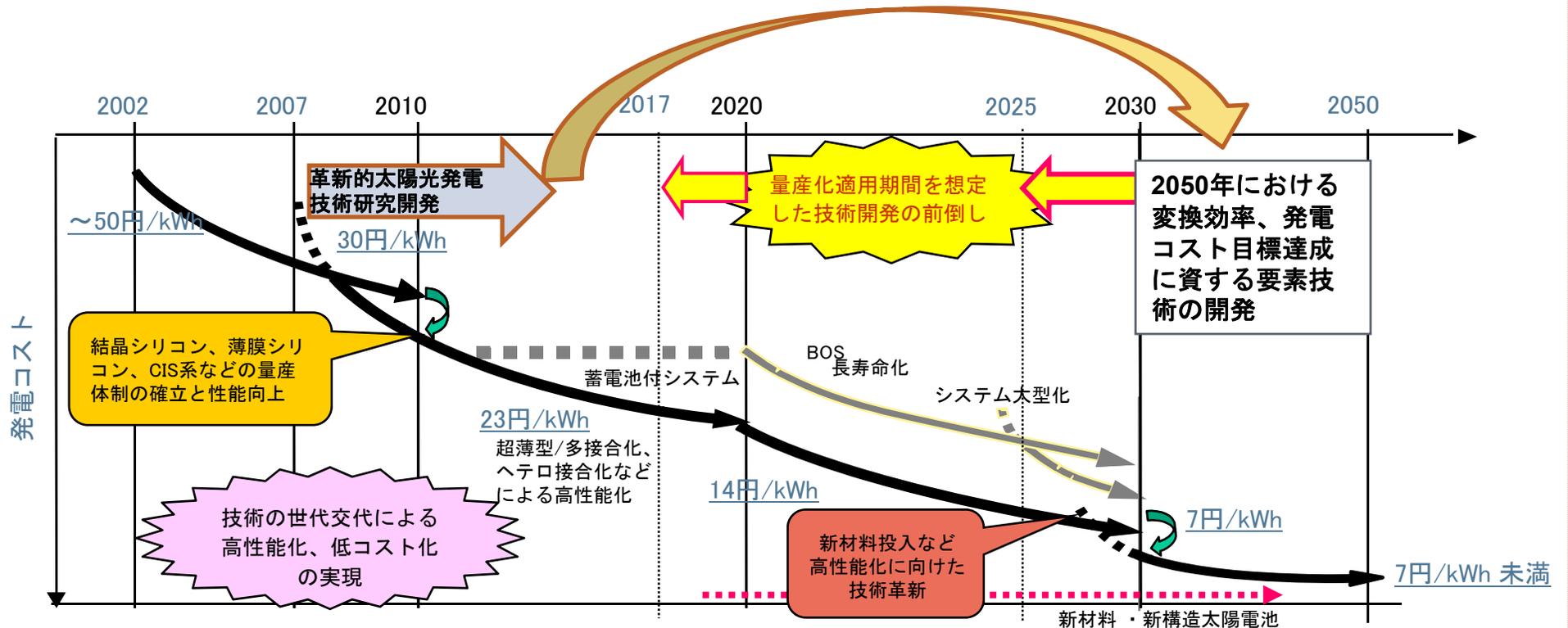
太陽光発電はエネルギー・環境政策にとって重要な新エネルギー技術普及に向けた早期の低コスト化技術が必要

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

『革新的太陽光発電技術研究開発』
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未満）」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。

I. 事業の位置付け・必要性について

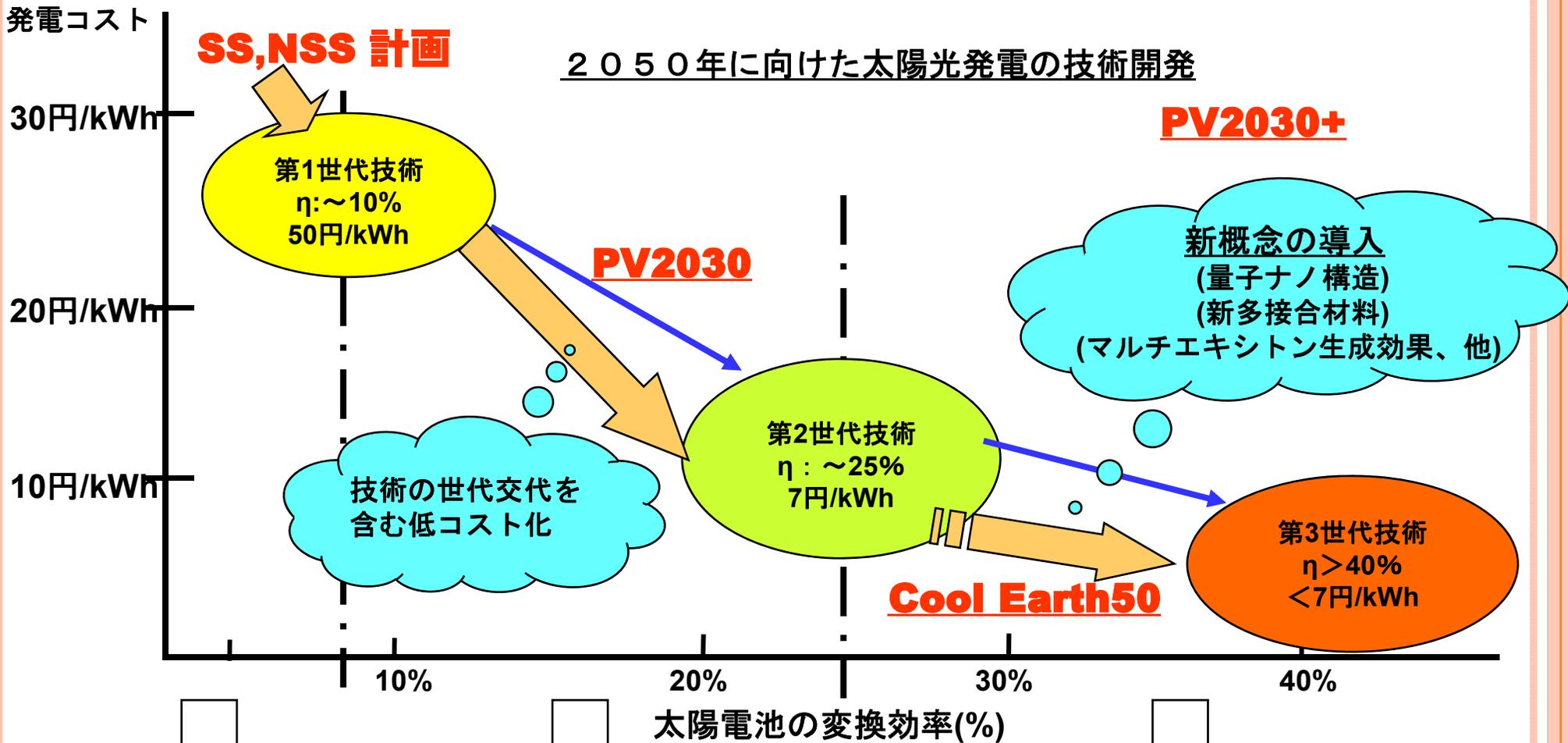
－背景／PV2030(+)－



実現時期（開発完了）	2010年～2020年	2020年(2017年)	2030年(2025年)	2050年
発電コスト	家庭用電力並 23円/kWh程度	業務用電力並 14円/kWh程度	汎用電源並み 7円/kWh程度	汎用電源未滿 7円/kWh未滿
モジュール変換効率 (研究レベル)	実用モジュール16% (研究セル20%)	実用モジュール20% (研究セル25%)	実用モジュール25% (研究セル30%)	超高効率モジュール 40%
国内向生産量 (GW/年)	0.5～1	2～3	6～12	25～35
国外向生産量 (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(+)—



太陽光発電の実用化

エネルギー源としての地歩確立
電力消費の10%を賄う
住宅 → 産業・商業へ拡大

主要なエネルギー技術として、
CO2発生量50%削減に貢献
高性能太陽光発電のグローバルな展開

I. 事業の位置付け・必要性について

－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（％）

個別技術の開発目標	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 （％）
	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。

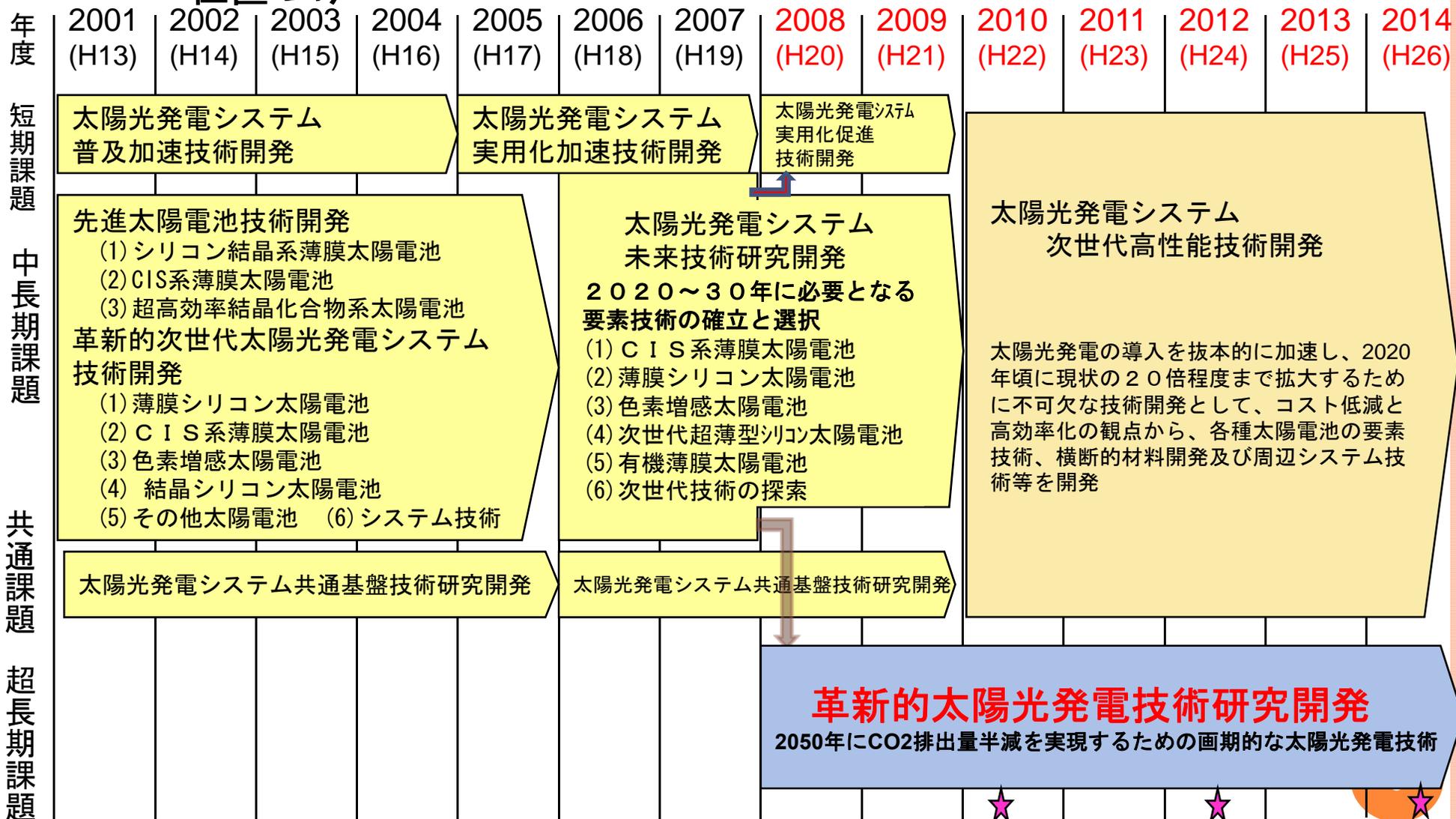
3) 集光時の変換効率。

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

－位置づけ－



第1回中間評価
(今回)

第2回中間評価
(予定)

終了前評価
(予定)

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

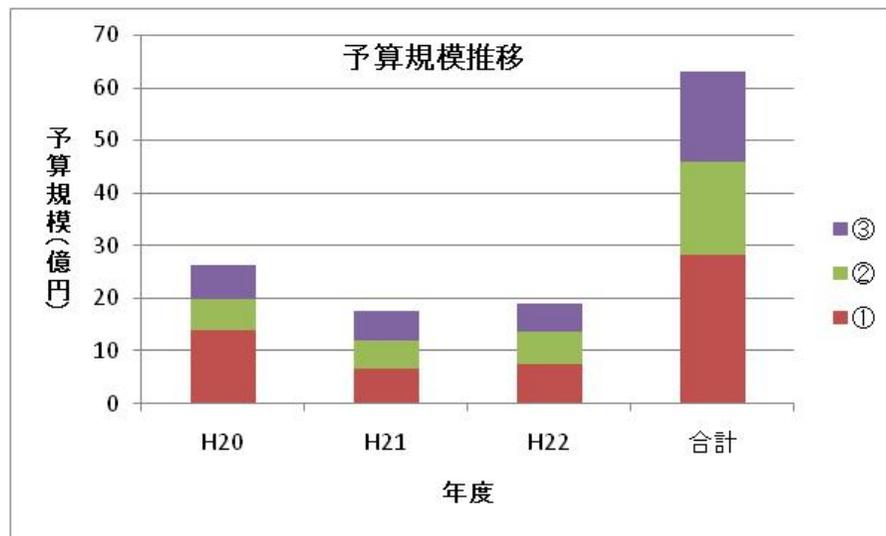
—全体スケジュール・予算—

中間評価

開発項目分野	H20	H21	H22	H23~26
① ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発	← 8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 →		→
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 →		→
委託先数の合計	34	34	34	

研究開発予算（実績）の推移（単位：億円）

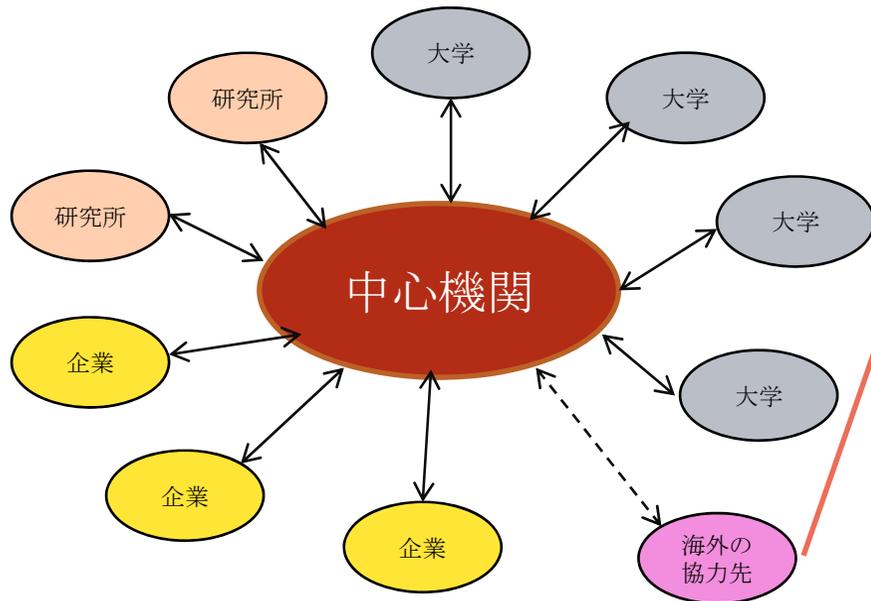
年度	H20	H21	H22	総額
①ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発	14.0	6.6	7.6	28.2
②高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発	6.0	5.4	6.2	17.6
③低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池の研究開発	6.4	5.5	5.3	17.2
計 特別会計(需給勘定)	26.4	17.5	19.1	63.0



Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—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



国際協力

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)
- フランホーファー太陽エネルギーシステム研究所 (独)
- 高麗大学 (韓)

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)
- サザンプトン大学 (英)

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)
- ユトレヒト大学 (蘭)

等

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

若手研究者(40歳以下)は85名以上!
人材育成を推進!

II. 研究開発マネジメントについて

—実施体制— ポストシリコン超高効率太陽電池研究開発（東大グループ）—

グループリーダー
中野義昭教授（東大）

I 集光型多接合太陽電池
チムリーダー：山口 真史
（豊田工大）

I-1 4接合太陽電池の研究開発
（豊田工大、再委託：九州大）

I-2 多接合太陽電池集光動作解析
（豊田工大、再委託：宮崎大）

I-3 広帯域AlGaInN結晶を用いた
多接合太陽電池の開発（名城大）

I-4 エピタキシャル成長技術開発
（逆エピ、格子整合型4接合）
（シャープ）

II 高効率量子タンデム太陽電池製造プロセス技術開発
チムリーダー：中野 義昭
（東大）

II-1 MOVPEナノ構造形成技術（東大）

II-2 高倍集光セル微細加工技術（東大）

II-3 次世代プロセス技術開発（InGaIn多接合セル）（東大）

II-4 水素MBE法（GaInNAs:Sb/量子ナノ構造）（東大）

II-5 MOVPE法（GaInNAs/量子井戸構造）（東大）

II-6 エピタキシャル成長技術開発
（量子構造挿入型、格子整合型4接合）（シャープ）

II-7 高倍集光セルの開発（シャープ）

III 量子ドット超格子を基板とした超高効率太陽電池
チムリーダー：岡田 至崇
（東大）

III-1a 量子ドット超格子型（東大）

III-1b 量子ドット超格子型（自己組織化量子ドットの積層化）（電通大）

III-2 量子ドット・有機ハイブリッド材料による中間バンド型（JX日鉱日石エネルギー）

III-3 光マネジメント（金属ナノ粒子）（東大）

IV ハイブリッド素材による超高効率多接合型太陽電池
チムリーダー：瀬川 浩司
（東大）

IV-1 界面電荷移動遷移型セル（東大）

IV-2a 新概念素子用ハイブリッド光電素材（東大）

IV-3 多結晶化合物多接合太陽電池（大阪大）

IV-2b ETA構造による新概念素子（JX日鉱日石エネルギー）

IV-4 金属ナノ粒子/光マネジメント材料（JX日鉱日石エネルギー）

IV-5 金属ナノ粒子吸収型セルの研究開発（東大）

IV-6 ナローバンドギャップ太陽電池（兵庫県立大）

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—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）

① シリコン系3接合薄膜太陽電池の開発 チーフリーダー：坂田 功 （産総研）

- ①-1 「高配向性平面ポリシラン材料の開発」（産総研）
- ①-2 「配列制御ナノ結晶シリコン材料の開発」（東京農工大）
- ①-3-A 「結晶系ナローギャップ材料太陽電池の開発」（産総研）
- ①-3-B 「シリコン-ゲルマニウムスズ低温エピタキシャル新技術の開発」（産総研）
- ①-3-C 「ガラス基板上のシリコン・ゲルマニウム等単結晶シード層形成技術」（コーニング）
- ①-3-D 「ゲルマニウム系単結晶エピ成長技術の開発」（東工大）
- ①-3-E 「フッ素系イオン制御プラズマプロセスの開発」（東北大）
- ①-3-F 「擬単結晶固相成長技術の開発」（東海大）
- ①-4 「ヘテロ接合デバイス化技術の開発」（産総研、三菱重工業、京セラ）

② 化合物系4接合薄膜太陽電池の開発 チーフリーダー：仁木 栄 （産総研）

- ②-1 「ワイドギャップカルコゲナイド系太陽電池の開発」（産総研）
- ②-2 「構造制御ワイドバンドギャップ化合物太陽電池の開発」（パナソニック電工）
- ②-3 「革新的ワイドギャップ材料太陽電池の開発」（産総研）
- ②-4 「酸窒化物系ワイドギャップ材料の開発」（物質・材料研究機構）
- ②-5-A 「酸化物ワイドギャップ材料の開発」（東工大）
- ②-5-B 「酸化物ワイドギャップ材料の開発」（豊橋技科大）
- ②-6 「CIGSSe系タンデムセルの開発」（産総研）

③ 新概念新材料の検討 チーフリーダー：吉田 郵司 （産総研）

- ③-1-A 「ナノシリコン/ナノカーボンを用いた新概念太陽電池の検討」（産総研）
- ③-1-B 「ナノシリコン/ナノカーボンを用いた新概念太陽電池の検討」（産総研）
- ③-1-C 「ナノシリコン/ナノカーボンを用いた新概念太陽電池の検討」（九州大）
- ③-1-D 「ナノシリコン/ナノカーボンを用いた新概念太陽電池の検討」（東北大）
- ③-2-A 「単結晶有機半導体を用いた新概念太陽電池の検討」（産総研）
- ③-2-B 「単結晶有機半導体を用いた新概念太陽電池の検討」（東工大）
- ③-3-A 「強相関材料を用いた新概念太陽電池の検討」（産総研）
- ③-3-B 「強相関材料を用いた新概念太陽電池の検討」（理化学研究所）
- ③-3-C 「構造制御ナノ材料を用いた太陽電池」（産総研）

④ 高度光利用技術の開発 チーフリーダー：鯉田 崇 （産総研）

- ④-1-A 「メカニカルスタック技術の開発」（産総研）
- ④-1-B 「メカニカルスタック技術の開発」（東京農工大）
- ④-2-A 「高度光閉じ込め技術の開発」（産総研）
- ④-2-B 「高度光閉じ込め技術の開発」（阪大）
- ④-3-A 「高性能透明導電膜の開発」（産総研）
- ④-3-B 「高性能ガラス基板作技術を使った高性能透明導電膜の開発」（東工大）

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—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）—

グループリーダー
小長井 誠(東工大)

チームI バンドエンジニアリング
チームリーダー: 山田 明
(東工大)

- ①-1 ナノドット禁制帯幅制御 (東工大)
- ①-2 マルチエキシトン (東工大)
- ①-3 ナノドット量子効果を有する薄膜の形成技術 (三洋電機)
- ①-4 Geの遷移型制御(東工大)
- ①-5 薄膜新素材 (岐阜大学、共同実施: 岐阜高専)
- ①-6 ワイド/ナローギャップ材料設計 (龍谷大学)

チームII 薄膜フルスペクトル太陽電池
チームリーダー: 小長井 誠
(東工大)

- ②-1 シリコン系薄膜集光型セル (東工大) 再委託: NAIST
- ②-2 広バンドギャップシリコン系薄膜 (シャープ)
- ②-3 サブセル界面接合技術 (三菱電機)
- ②-4 カルコパイライト系集光型セル (東工大)
- ②-5 放熱基板カルコパイライト系集光型セル (青学)
- ②-6 構造設計とカルコパイライト系トップセル (立命館大)
- ②-7 光学設計技術 (カネカ)
- ②-8 集光型CdTe薄膜 (木更津高専)

チームIII 光のマネジメント・TCO
チームリーダー: 和田 隆博
(龍谷大)

- ③-1 表面プラズモン (東工大)
- ③-2 p型透明導電膜 (龍谷大) 共同実施: 新潟大
- ③-3 フルスペクトルTCO (旭硝子)
- ③-4 グラフェン透明導電膜 (富士電機)

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

一事業の目標一

事業の目標

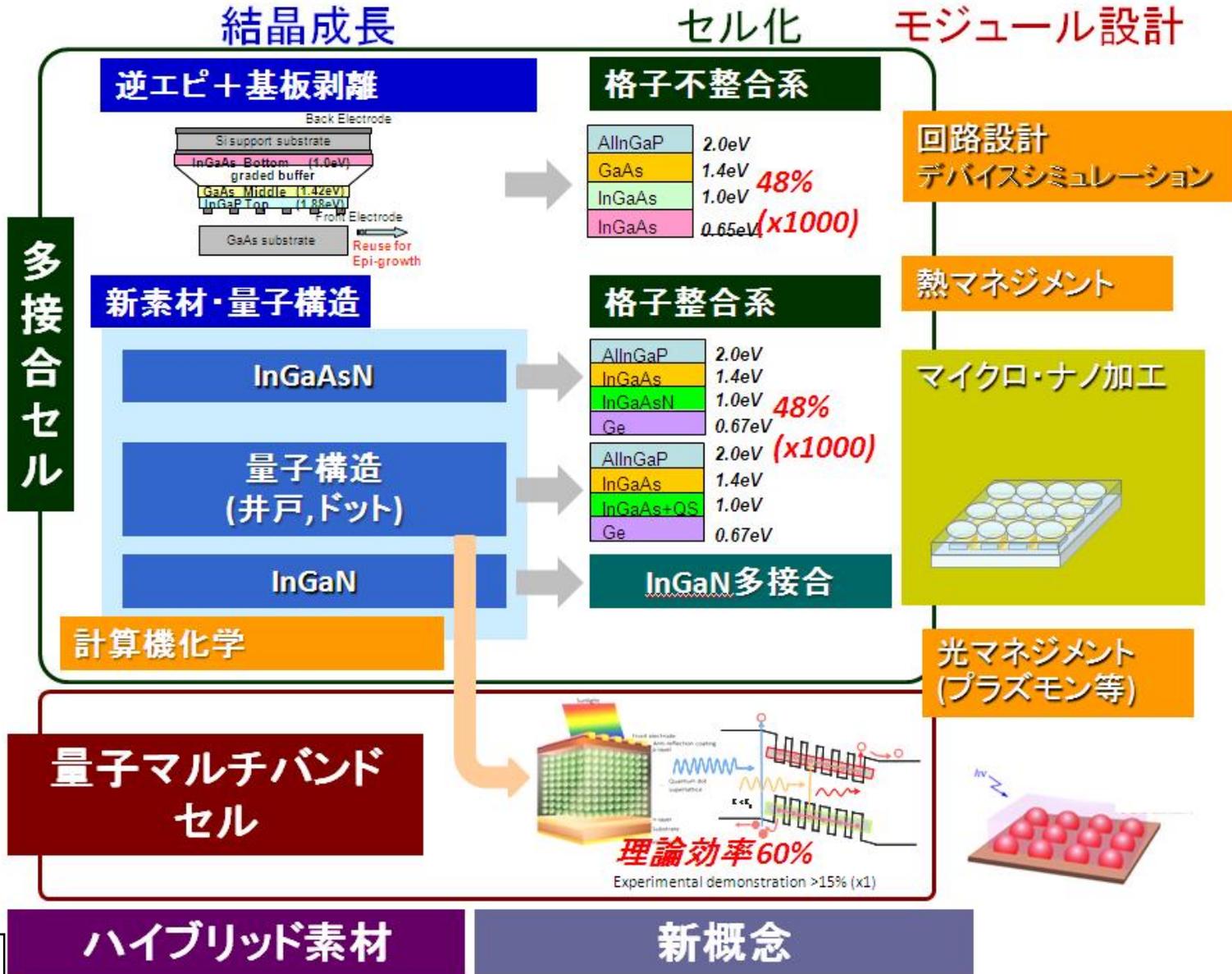
2050年までに「変換効率が40%」かつ「発電コストが汎用電源未満料（7円/kWh未満）」の太陽電池を実用化することを目指した研究開発の中で、本研究開発は変換効率40%の実現に向けた技術の基礎・探索研究段階と位置づけて研究開発を実施する。

開発目標

研究開発項目	中間年度における開発目標(平成22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33%と集光時の変換効率42%を達成する。 ・新概念太陽電池については動作原理を実証する。 ・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で量子収率を10%高めることに資する。 	<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非集光時の変換効率35%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変換効率10%ないし15%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で上記目標に資する。
高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ・シリコンおよび化合物多接合太陽電池について要素セル材料の開発並びにデバイス化により、多接合太陽電池で変換効率20%を達成する。 ・新概念太陽電池については動作原理を実証する。 ・高度光利用技術においてはデバイスプロセスと組み合わせで変換効率20%の達成に資する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・シリコンおよび化合物多接合太陽電池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。 ・新概念太陽電池については変換効率10%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	<p>バンドエンジニアリング、薄膜フルスペクトル太陽電池、光のマネジメント・TCO等の研究開発により、低倍率集光時、真性変換効率20%（有効受光面積：1cm²）を達成する。</p>	<p>小面積の5~6接合薄膜フルスペクトラムセルにより、真性変換効率30%（低倍率集光、有効受光面積：1cm²）を達成する。</p>

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

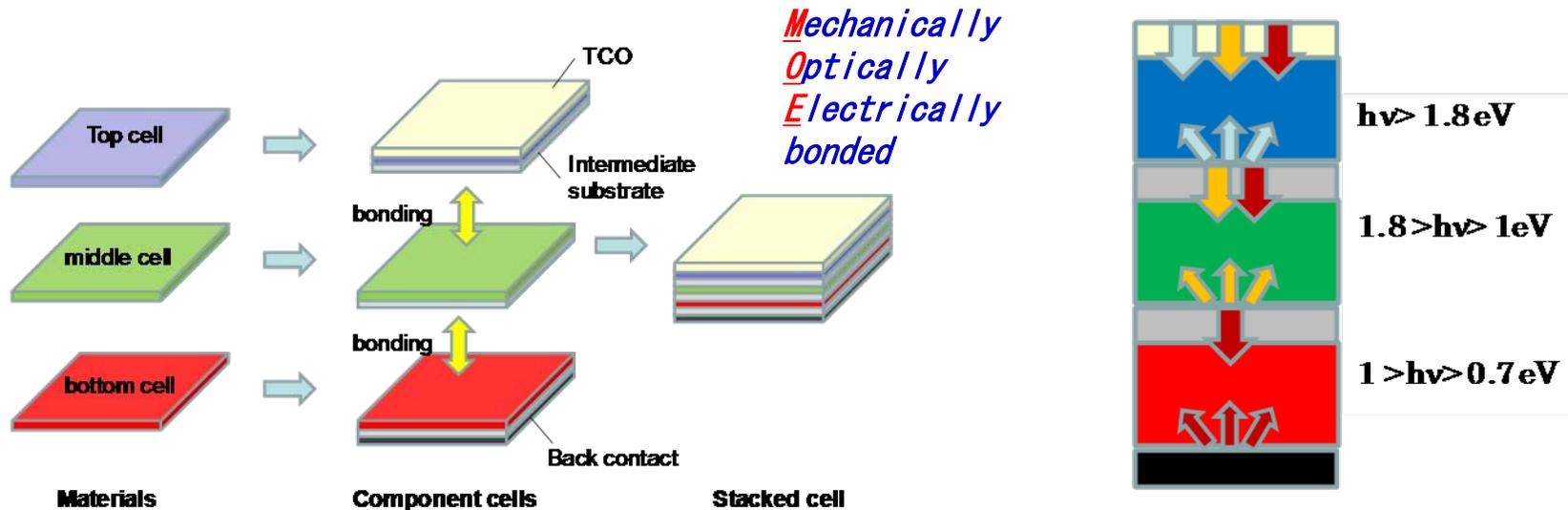
—コンセプト：ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発—



Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

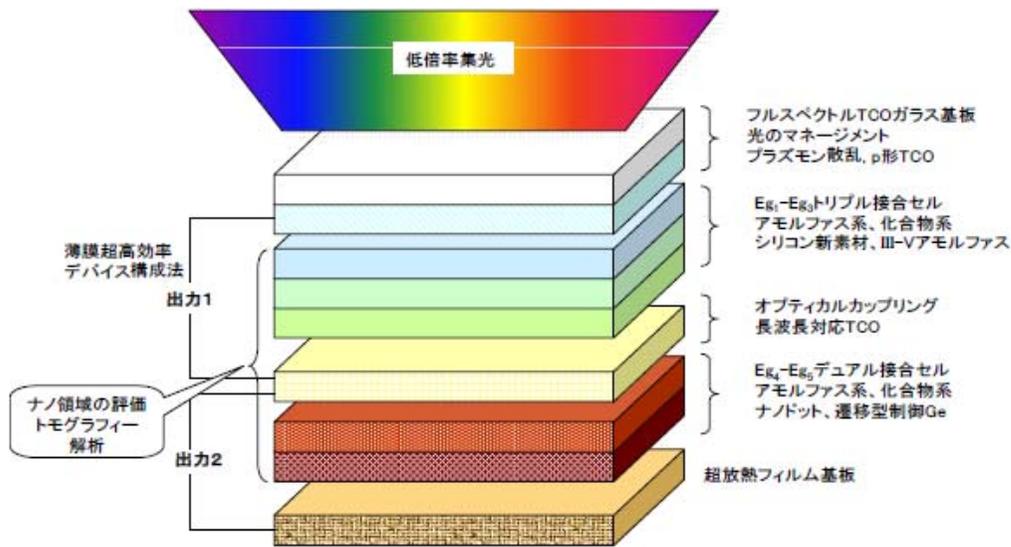
ーコンセプト：高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発ー

- ◆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
3~4接合
- ◆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、高性能TCO

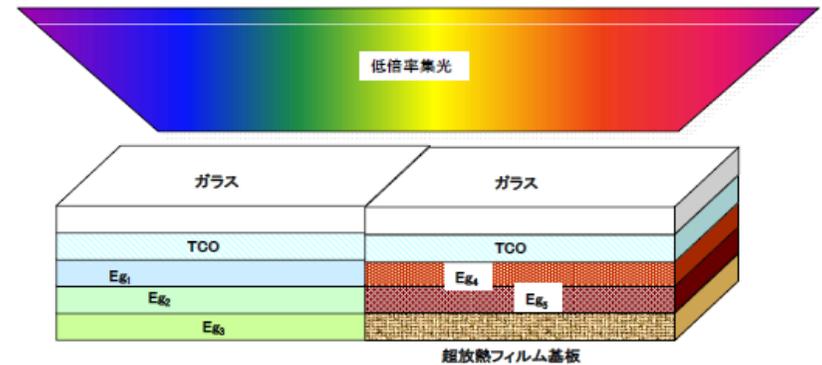


II. 研究開発マネジメントについて

ーコンセプト：低倍率集光型薄膜フルスペクトル太陽電池の研究開発ー



薄膜メカニカルスタック型の構成例



波長スプリットング薄膜メカニカルスタック型の構成例

