

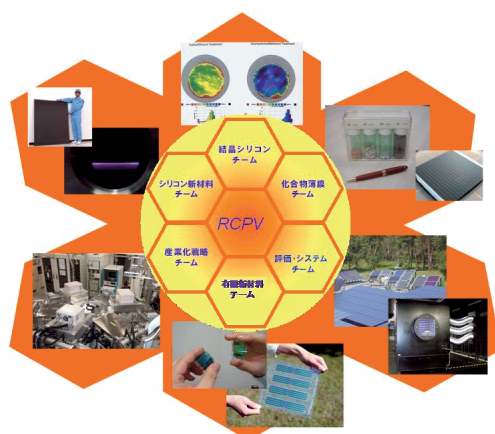
太陽光発電研究センターの概要と戦略

センター長 近藤 道雄

1. はじめに

2008年にリーマンショックに端を発した世界的な経済危機にもかかわらず、昨年度は10GWを超える太陽電池が生産されました。この数字は稼働率を考慮しても昨年生産された太陽電池が原発一基分に相当する発電量を生み出すことを意味しています。ヨーロッパの工業団体は2030年には年間生産量を280GWと予想している。PV2030+ロードマップでは2030年には最大ケースで日本国内生産量47GWと予測している。昨年末に発表された政府の新成長戦略では課題解決型国家とそのためのグリーンイノベーションが提唱され、産総研でも2010年から始まる第3期中期計画においてグリーンイノベーションに関連する研究課題が重点化されようとしています。太陽光発電はその重要課題の一つと位置付けられています。

太陽光発電研究センターは本年で節目となる7年目を迎え、これから新しい組織設計に入ろうとしています。センターに対する期待は高まる一方であると考えています。当センターでは結晶シリコン、シリコン新材料、化合物薄膜、有機新材料、評価・システム、産業化戦略という6チーム体制で、常勤研究職員38名に加え、ポストドク、非常勤職員、学生、企業出向者等併せて総勢220名を超える陣容で材料からシステムにいたるまで太陽光発電研究に包括的に取り組んでいます。当センターと比較される組織としてはアメリカ NREL、ドイツ フランホーファー研究所などがあります。従来、NREL はどちらかというと基礎寄り、フランホーファは企業寄りで、当センターはその中間に位置付けられてきましたが、NREL では最近産業界との連携を深めようとしています。



当センターの成果報告会は今年で6回目ですが、場所をつくばに移し、新しい気持ちで参加者の方々をお迎えしたいと思います。

2. センターの研究戦略

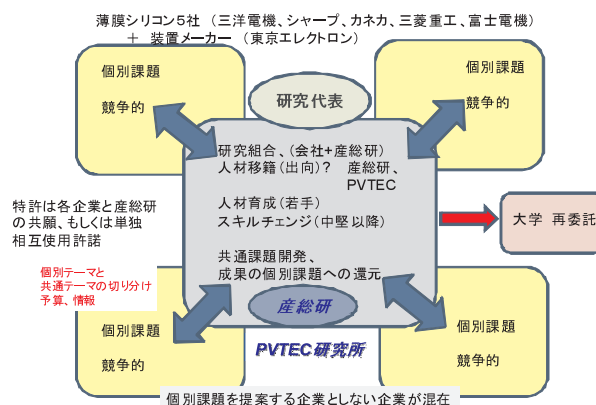
当センターは材料からシステムまで、基礎から産業化までを包括的に網羅する国内で唯一の研究機関であると同時に基準セル校正、性能評価などの中立性を求められる公的機関です。また、産業界と密接に協調することにより太陽光発電全体の研究開発のイノベーションハブとしての役割を果たすことを目指しています。当センターのミッションはポリシーステートメントという形で公表しております。そのなかで当センターの研究は以下の4つを柱として進めてまいります。

- (1) 新規太陽電池材料およびデバイスの開発、評価
- (2) 太陽電池の標準化と評価技術の開発
- (3) 太陽光発電システム運用、評価技術の開発
- (4) 太陽光発電を通じた国際協力

これらの中で太陽光発電の最大の課題である発電コストを低減するための材料、デバイス、プロセスを開発することが最優先と考えます。最近では新興国の安価な太陽電池や CdTe などの新材料を用いた薄膜太陽電池の躍進によって、価格競争と性能競争は国際的な市場で熾烈化しており開発スピードの加速が求められています。また、将来的にはこれから登場してくる可能性のあるすべての材料を満遍なくカバーしておく必要があります。現在は4つの材料、結晶シリコン、薄膜シリコン、化合物薄膜、有機・色素系材料について研究を行っていますが、40%を超える効率を低コストで実現する新しい概念に基づいた次世代太陽電池の開発も始まっています。従来にない全くの新材料、新概念を具現化するには多くの人の知恵を結集することが必要です。時間はかかりますが、着実に新しい芽が出つつあります。

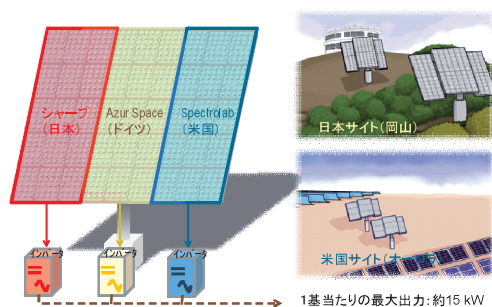
結晶シリコンについては薄型化とさらなる高効率デバイスの開発が引き続き重要です。薄型ウエーハやシリコンの使用効率を高める新しいスライス技術、様々なシリコン原料やウエーハの評価技術をあわせて行っています。今年度は多結晶シリコン基板で17.5%の効率を達成しました。薄膜シリコンとの境界領域とも言える単結晶薄膜について低温でガラス基板上に10ミクロンを超える薄膜の単結晶シリコンあるいはシリコンゲルマニウムを製膜する技術を完成させました。結晶シリコン太陽電池は技術的に成熟していると考えられていますが、当面はマーケットの主役であり、この分野での技術競争に勝ち残ることが今後の産業の足元を固めることになる重要な意味を持っていると考え、センターとしても継続的に取り組んでいく予定です。

薄膜シリコンは CdTe を筆頭とする薄膜太陽電池の成長に伴って注目度が増しています。また、最近フルターンキーが供給され始めたことで参入企業の数も増え、競争が厳しくなってきました。しかし、薄膜シリコン、特にアモルファスシリコンと微結晶シリコンのタンデム型太陽電池においては日本が優位性を持っており、この強みを生かすべく企業との共同研究に注力してまいります。今年度、新たに右図のような産学官オールジャパン体制のもとで次世代の薄膜シリコン太陽電池を開発する NEDO プロジェクトにおける中心拠点として参画することとしています。当面は次世代技術として期待される 3 接合型太陽電池の面積高速製膜プロセスの開発と高効率化技術の開発を合わせて行います。



化合物薄膜、Cu-In-Ga-Se (CIGS)を太陽電池も活発に研究されています。この材料は、多結晶でも 20%の効率が得られる点が優位な点です。これまで研究レベルで高い効率が得られてきた方法は 3 段階法と呼ばれる蒸着法でした。当センターでは効率に優れた蒸着法の実用化に取り組んでいます。現在ではコスト的に問題であったセレンの使用量を劇的に減らす技術を駆使して 10cm 角の大きさのモジュールまで作れるようになっており、ガラス基板上モジュール効率で 15.9%を得ていますし、フレキシブル基板上でもモジュール化に成功しやはり 15.9%の高い変換効率を達成しています。新しい NEDO プロジェクトでも企業と共同でこの技術の実用化を目指します。フレキシブル太陽電池は従来効率で劣るとというのが常識でしたが、それを覆す新しい製品が生まれてくることを期待しています。

有機・色素系太陽電池は色素増感では効率だけでなく信頼性においても著しい進展をめています。この分野はまだまだ伸び盛りなので目が離せません。当センターでは劣化メカニズムの解明、劣化しない材料の開発やそれらの高効率化に取り組んでいます。また、モジュール化や半製品の開発によって新しいアプリケーションの開拓にも取り組んでゆきます。



太陽電池の性能の向上に合わせてより精度の高い性能評価が求められます。セルの評価だけでなくモジュールの評価や実動作条件における発電量評価に対する要請が高まっています。日本全国でのラウンドロビン測定、モジュールの世界規模での測定結果の相互比較を通じた評価精度の向上に努めています。今年度からは NREL と共同で集光型太陽電池の屋内

外測定技術の確立を目指した国際共同研究を始めます。米国コロラド州オーロラ市と、岡山市に同一の集光型発電設備を設置し、屋外発電量を相互比較します。追尾装置は同一とし、その中に日、米、欧の三種類のセルを配置して発電量を比較します。

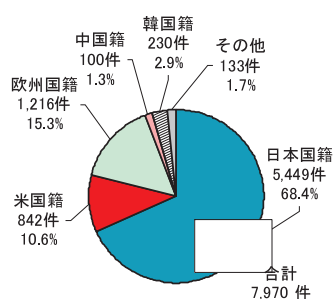
当センターでは一次基準セル、二次基準セル、基準モジュールの校正機関としての役割を担っています。性能評価技術の根幹をなすのは一次基準セルと呼ばれる太陽電池の原器です。これは絶対効率を評価するために物理標準に対してトレーサブルでなければなりません。また、中立性や精度の高さを維持するための体制を確立しておく必要があります。当センターでは ISO/IEC17025 に基づく第三者認定機関として公認されています。

太陽電池の普及とともにシステムとしての効率と信頼性の向上が重要になってきています。屋外での寿命を延ばすための技術および寿命を予測する加速試験技術の開発は今後日本製品の国際競争力のためにはますます重要です。昨年度スタートした高信頼モジュール開発評価コンソーシアムは 33 社の企業と共同で新しいモジュール部材を開発評価することで、最低でも 30 年以上の寿命を持つ太陽電池モジュールを開発すると同時に、寿命評価法も開発します。既設のシステムの故障を簡便にかつ迅速に見つけ出す診断技術の



重要性は普及拡大と共にこれからますます高くなると考えています。システムの中に組み込まれた太陽電池のわずかな異常を検知する技術も必要ですし、それを定期的に行う方法や制度の確立も重要と考えています。これらは人間の予防医学と多くの部分で共通しています。

日本は技術的には世界の最先端を走っています。これは太陽電池に関連する特許の保有数に如実に現れています。過去7年間の出願特許の国別集計を調べると世界の7割の特許は日本企業が保有していますが、実際のビジネスに結びついていないという課題があります。日本企業の太陽電池市場でのシェアはわずか15%でしかありません。今後生産拠点が海外へシフトしてい



く中、日本で開発された技術を経済的発展に結びつけるためには有効な知財戦略が必要となっています。日本は同業種に存在する企業の数が多く、技術や競争力が分散しがちです。これが日本の国際競争力の低下につながっているのではないかとこの観点に立ち、当センターとしては知財戦略においても産業界に貢献することを目指したいと思います。

出典 特許庁 平成20年度
特許出願技術動向調査報告書
「太陽電池」

このように当センターが果たすべき役割は、技術開発だけでなく産業基盤の強化、高度人材育成、国際協力、さらには国民への啓蒙活動、政策支援にいたるまで太陽光発電のすべてを網羅する拠点機能を持つことであると考えております。

3. 終わりに

最後に、当センターの活動に対し日頃御支援頂いている経済産業省、環境省、内閣府、NEDO、JST、および国内外の大学、研究所、民間企業等関係各位に厚く御礼申し上げますと共に、一層の御指導、御鞭撻を賜りますよう心からお願い申し上げます次第です。

第6回太陽光発電研究センター
成果報告会
平成22年8月9、10日

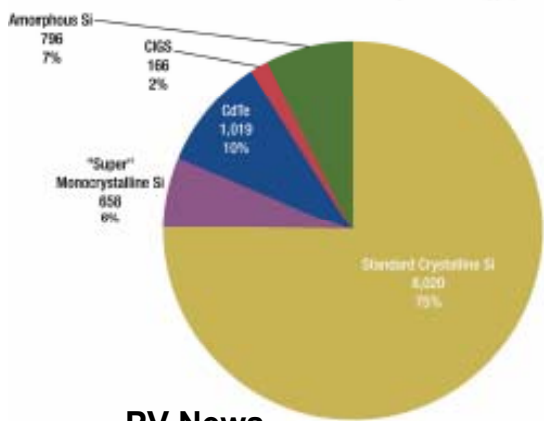
(独)産業技術総合研究所
太陽光発電研究センターの
概要と戦略

太陽光発電の現状
Current status of PV

太陽光発電の現状 at a glance

1. 新興国の台頭（アジアの生産量が世界の 50% 除く日本）
2. 薄膜型の台頭（CdTeのファーストソーラー社 世界第1位）
3. リーマンショック以降のコスト低減圧力

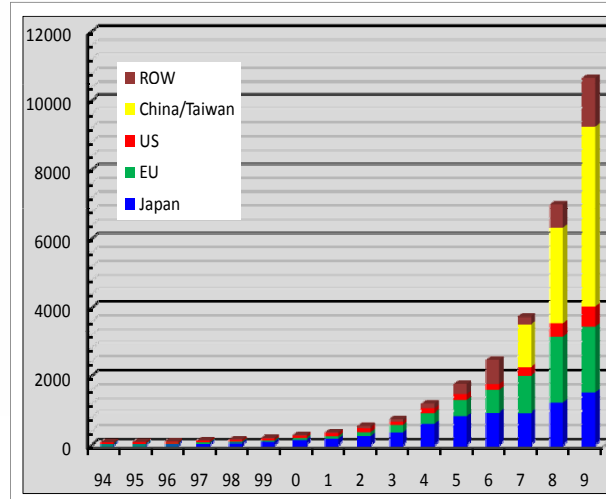
2009 Global PV Cell Production by Technology (MW-dc)



PV News

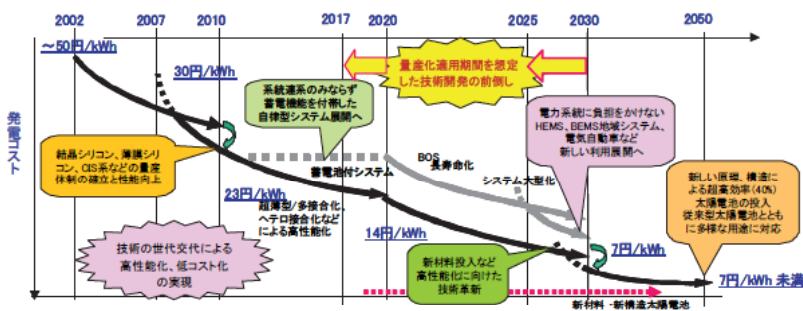
薄膜 13% → 20%

MW



ロードマップ PV2030+

● 低コスト化シナリオと太陽光発電の展開



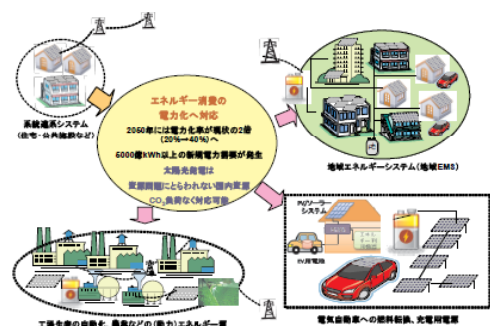
実現時期(開発完了)	2010年~2020年	2020年(2017年)	2030年(2025年)	2050年
発電コスト	家庭用電力並 23円/kWh程度	業務用電力並 14円/kWh程度	汎用電源並み 7円/kWh程度	汎用電源未達 7円/kWh未達
モジュール変換効率 (研究レベル)	実用モジュール16% (研究セル20%)	実用モジュール20% (研究セル25%)	実用モジュール25% (研究セル30%)	超高効率モジュール 40%
国内内生産量(GW/年)	0.5~1	2~3	6~12	25~35
海外市場向け(GW/年)	~1	~3	30~35	~300
主な用途	戸建住宅、公共施設	住宅(戸建、集合) 公共施設、事務所など	住宅(戸建、集合)、 公共施設、民生業務用、 電気自動車など充電	民生用途全般 産業用、運輸用、 農業他、独立電源

スマートグリッド
多様な用途 (電気自動車、電力化率)

出典: NEDO PV2030+

2030年 7円/kWh

2050年 7円/kWh未達
40%以上の効率
25~35GW/年
国内市場 4兆円
(10万円/kW程度)



太陽光発電の将来予測（EPIA資料）

	2010	2020	2030
年間導入量(GW)	6.9	56	281
累積導入量(GW)	25.4	278	1864
年間発電量(TWh)	29	362	2646
電力比率(% IEA)	0.16	2.05	8.9
二酸化炭素削減量(Mt)	17	217	1588
雇用創出効果(千人)	333	2343	9967
市場規模(10億EUR)	30	139	454

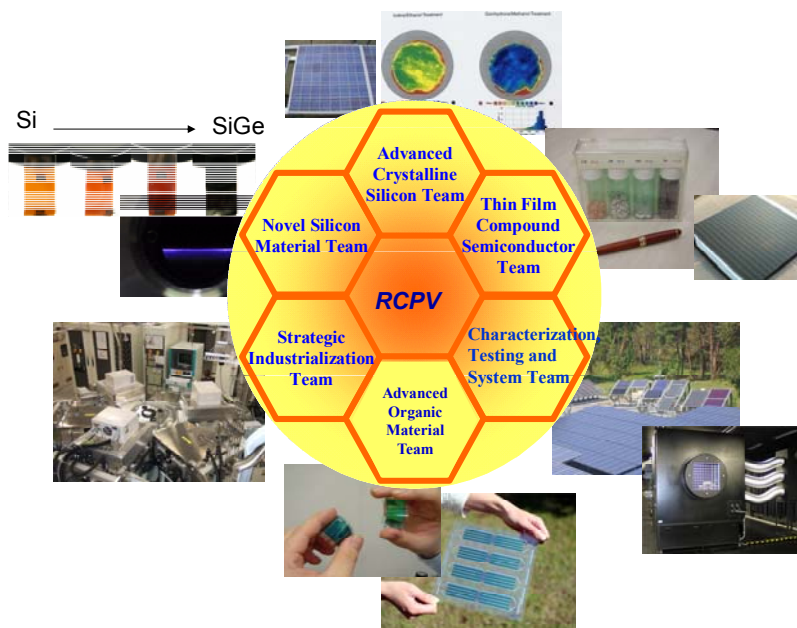
太陽光発電研究センターの概要

RCPV ; at a glance

太陽光発電研究センターが目指すイノベーション

1. 太陽光発電による**発電コスト**を既存電力並みに低減するための**材料、デバイス、システム技術**を開発する
2. **総電力量の10%**を、太陽光発電で賄うことを可能にする技術を開発する（**資源制約、系統技術、普及加速支援**）
3. 国内企業を支援し、**国際競争力を高める**ことによって、太陽光発電産業を日本の明日の基幹産業に成長させることに資する（**地域連携による地域経済活性**）
4. 太陽光発電技術による**国際貢献と国際協調**関係を確立する（**技術・研究外交**）

技術統合のためのプラットフォームを利用した迅速な産業化移転
中立的立場での評価、政策策定への貢献



総数 約220名
（契約職員、ポストドク、派遣、出向、大学院生など）
正職員 38名
年予算 約17億（6年間平均）

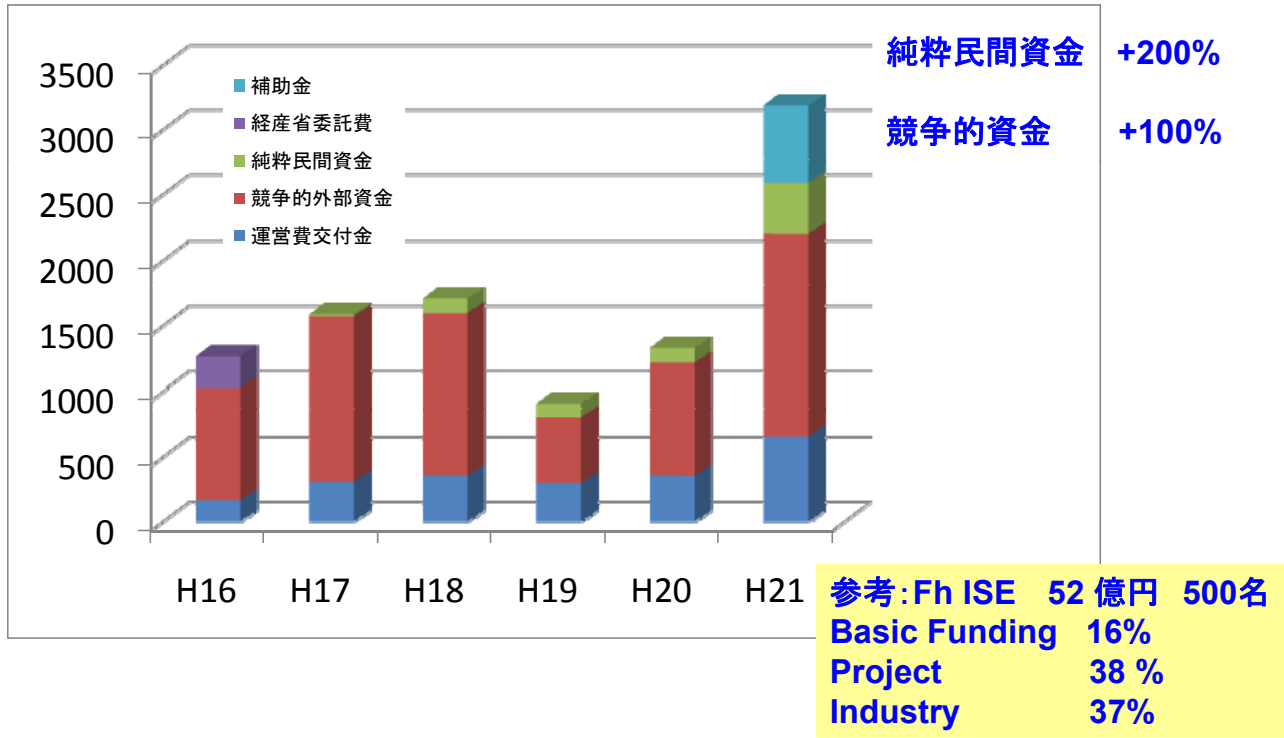


Fraunhofer Institut Solare Energiesysteme

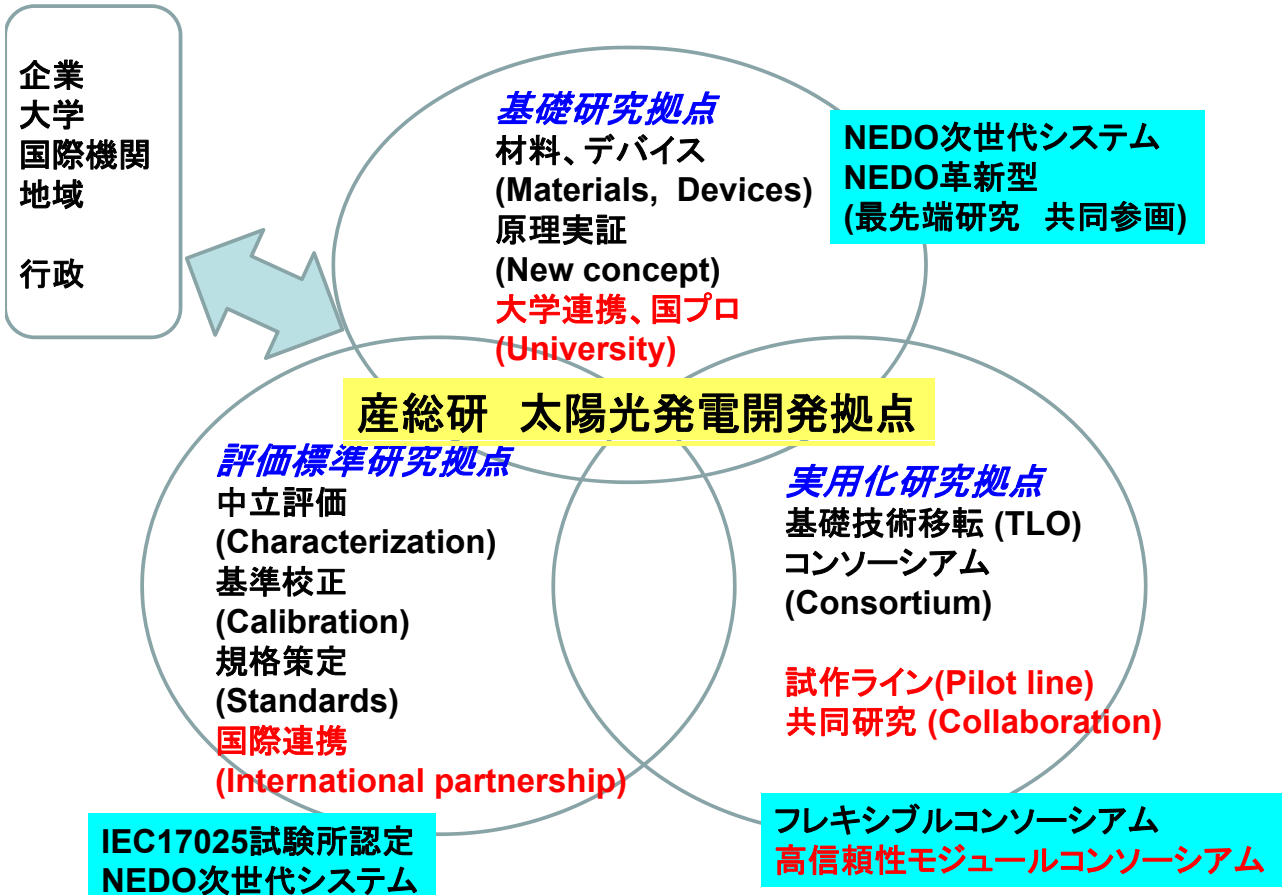
日本で唯一の材料からシステム、標準までをカバーする総合センター
→ 技術的、政治的中立

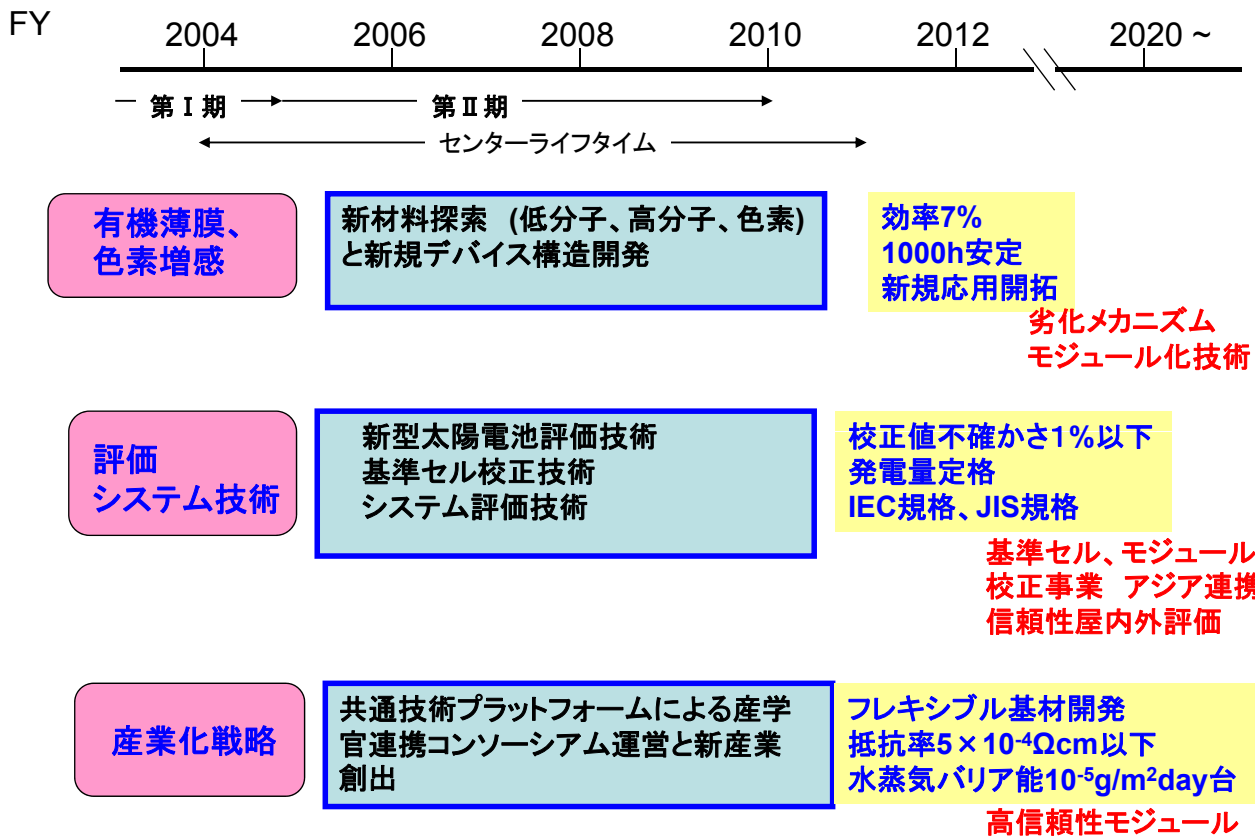
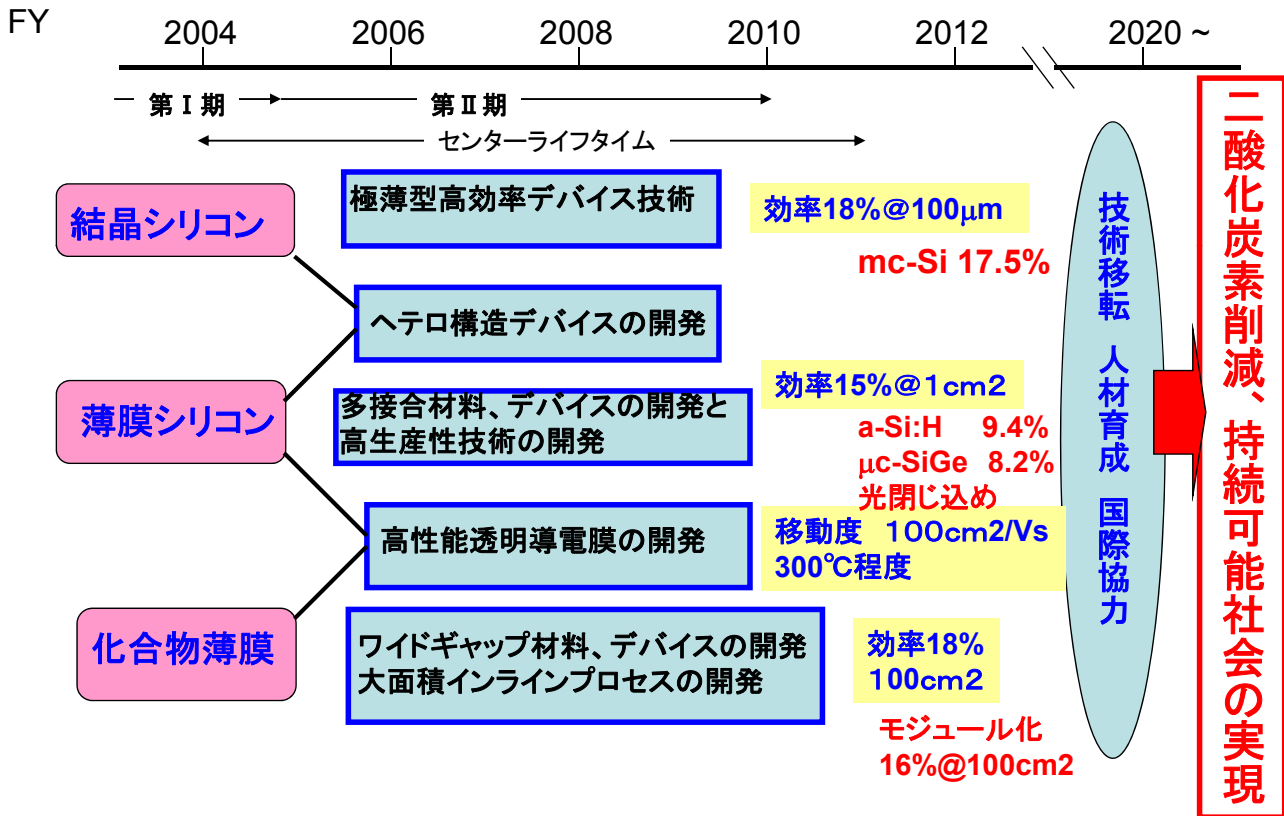
PVセンターの予算推移 Budget

(百万円)



研究拠点



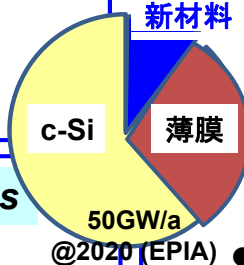


結晶シリコン

- 新部材の検討(民間共同) 裏面パッシベーション
- テクスチャー化技術 → 多結晶セル@17.5%
- SiGe系単結晶 ナローギャップ材料

薄膜シリコン

- 新材料多接合による高効率化 現状12%→目標>15%
- 装置開発がカギ
- オールジャパンコンソーシアム
 - Si-Ge-Sn系ナローギャップ材料
 - 高性能透明導電膜
 - メカニカルスタック技術
 - 光閉じ込め技術



化合物 Cu-In-Ga-Se, GaInAs

- 高効率(20%)プロセスの産業化
- フレキシブル高効率 (17.7% セル 16%モジュール)
- 量子ドット新材料 GaAs/InGaAs



有機太陽電池

- 新材料開発 非Ru有機色素、単結晶有機半導体
- 高効率化、長寿命化
- モジュール化技術
- 民生用に展開(スマートカード)

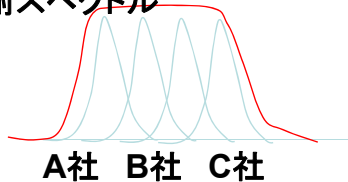


薄膜太陽電池の国際競争力強化に向けた試み

競争力が個別企業に分散 → 力の集結、知の集積が必要

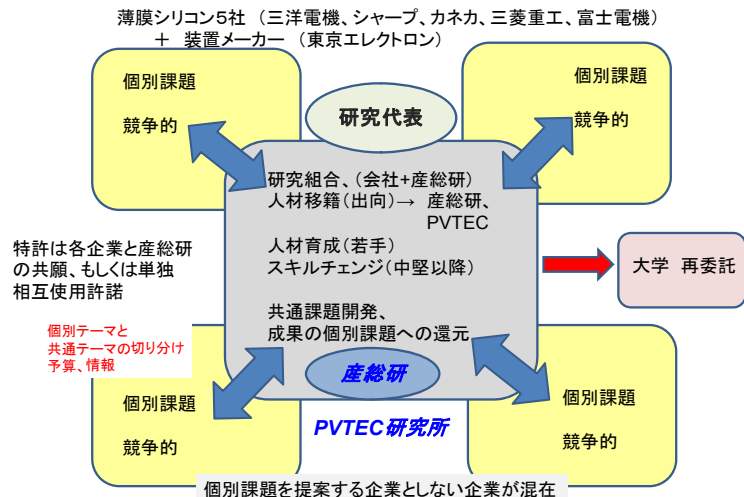
薄膜シリコン : 液晶ディスプレイにも波及した日本の強み
 世界的な競争 : CdTe太陽電池、中国など新興国

技術スペクトル



- 共通重要課題の共同研究体制 競争力のボトムアップ
- 知財戦略 競争力と収益の持続

イノベーションハブとしての 産総研



International research centers for innovative solar cells (COE program)

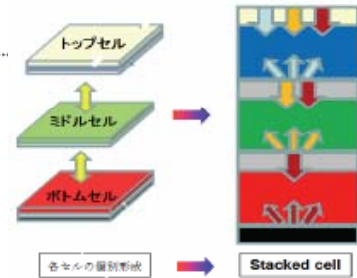
高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発

Exploring novel thin film multi-junction solar cells with highly-ordered structure

【拠点②】産業技術総合研究所つくばセンター

- ・薄膜を積層した多接合型等を開発。
- ・各層で異なる波長の光を吸収し、全体として効率を向上。
- ・三菱重工株式会社等が参加。東京工業大学の研究グループと連携。
- ・欧州の研究所等とも連携。

METI ニュースリリース
2008 Jul. 2

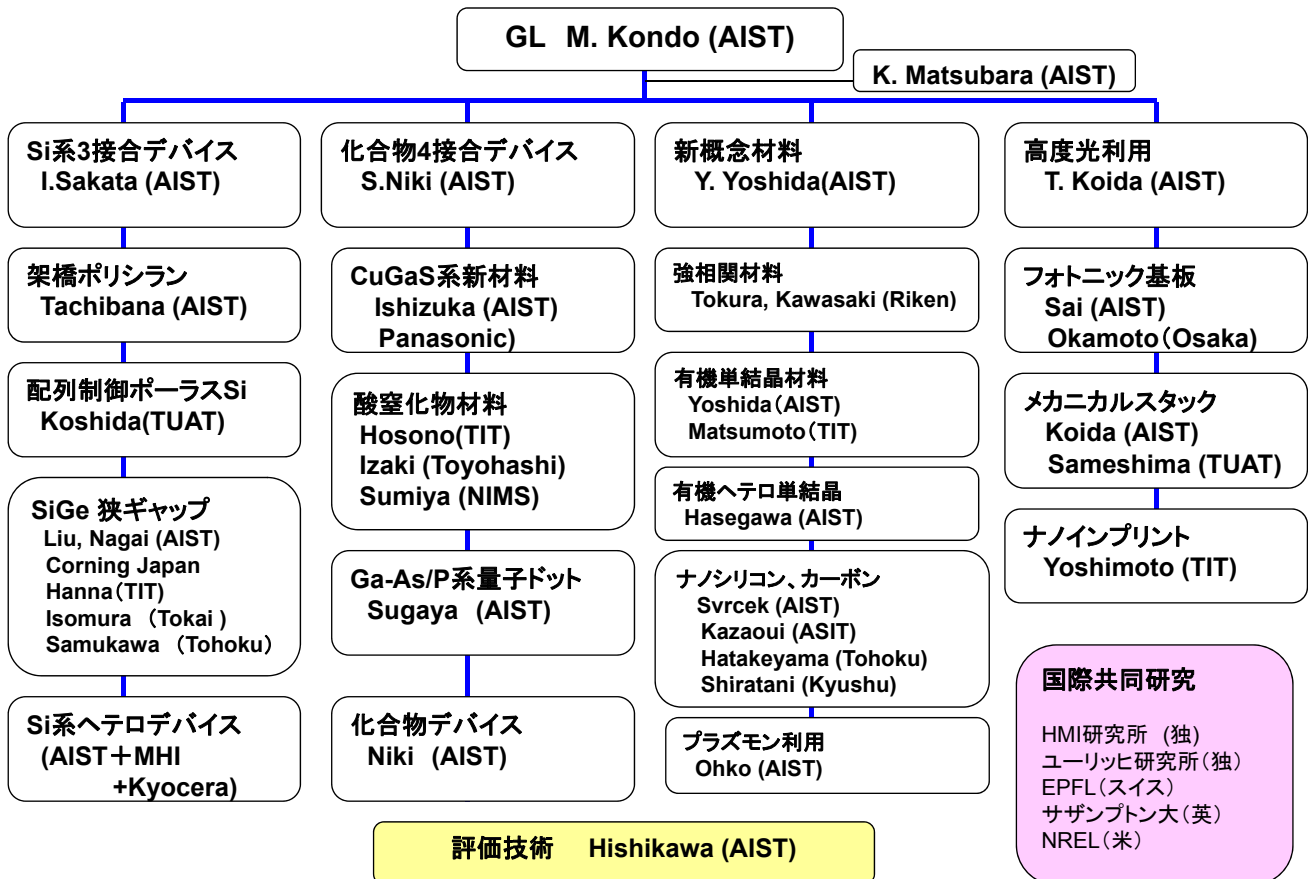


多接合型太陽電池

Stacked multijunction solar cell

- ◆ 高度秩序構造を有する新材料を、多接合デバイスに適用し、スマートスタック接合により、2端子太陽電池を形成
- ◆ 全く新奇な発電機構を有する新材料を開発
- ◆ プラズモン効果や光閉じ込めなどの光マネジメント技術について検討

高度秩序構造：多結晶、配列制御ナノ結晶、ナノ秩序構造を有するアモルファス、強相関材料等



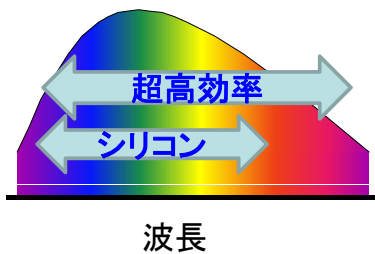
太陽電池の性能測定

変換効率 電気出力エネルギー/光のエネルギー

世界最高 40% 精度 ± 2% → 1.6%の誤差

世界最高効率 41.1% ドイツ フランホーファ研究所
41.6% アメリカ スペクトロラボ社

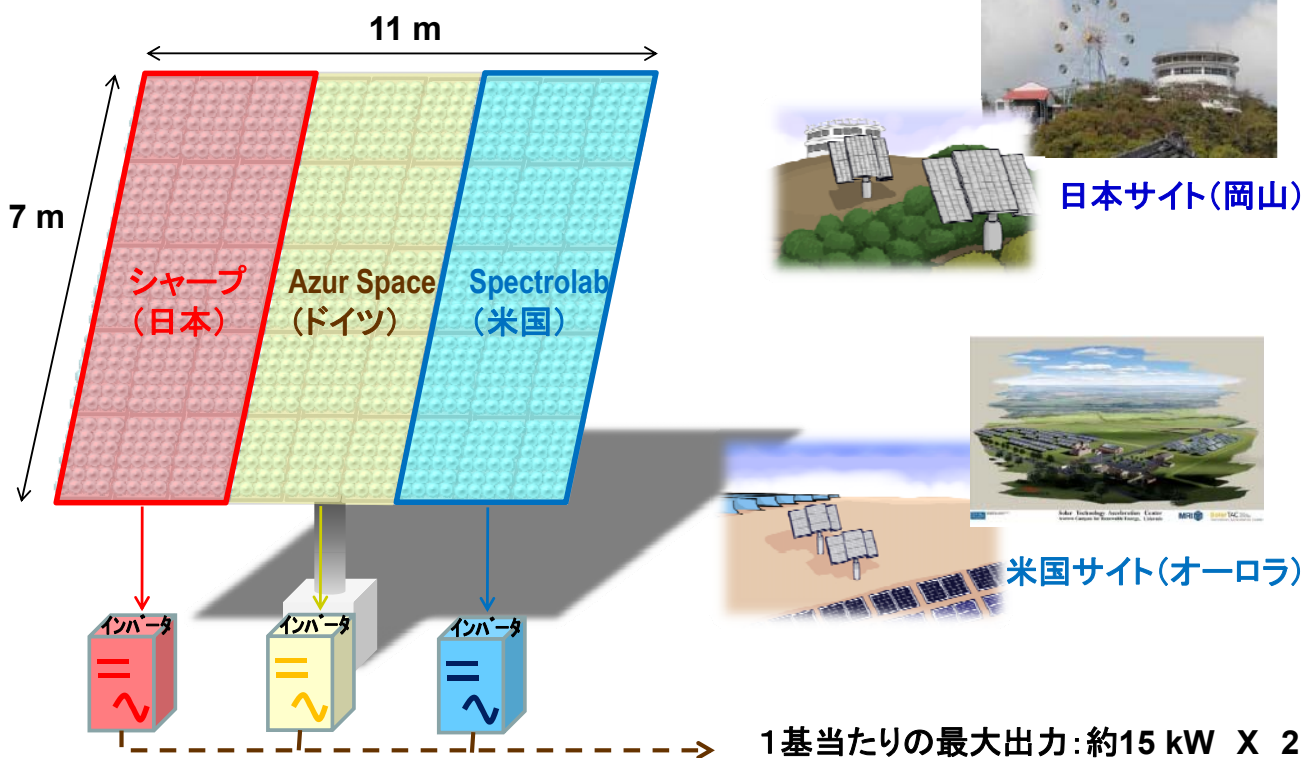
擬似太陽光



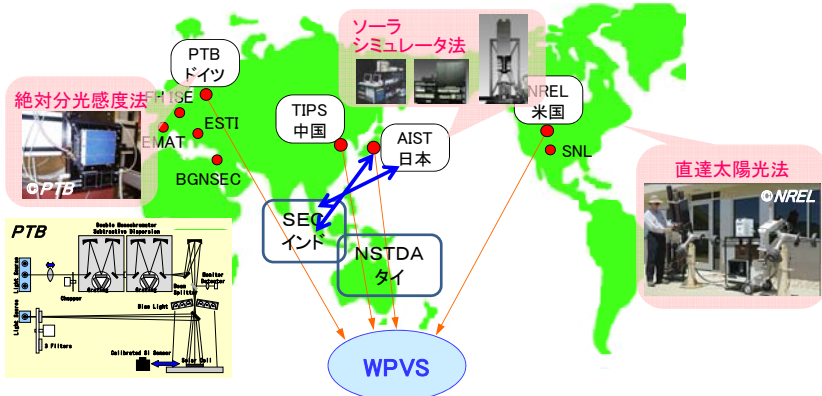
太陽光を再現することが困難

わずかなずれが大きな誤差を生む

集光式太陽光発電システムの概要図



国際標準化と国際規格



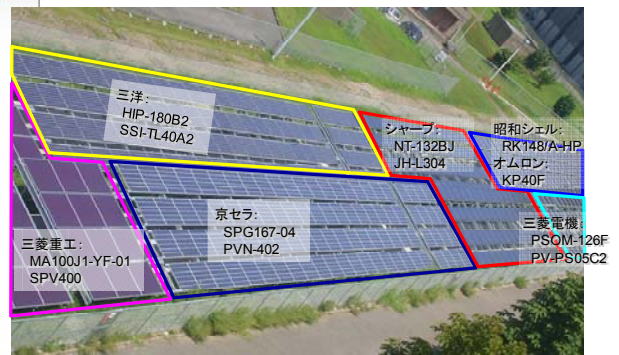
AISTを含む4機関一次校正値の平均が世界標準
国内認証機関、企業に基準セル校正 (ISO17025認定機関)
一次、二次基準セル、モジュールの校正サービス開始

アジアとの協力関係、
技術供与 (標準化戦略)

産総研が関わる太陽光発電関連JIS規格 (89XX)

二次基準太陽電池セルモジュール関連	6 規格
一次基準太陽電池セル	1 規格
ソーラシミュレータ関連	4 規格
性能測定方法関連	23 規格
	計 34 規格

メガソーラによる大規模実証研究



屋外での発電性能は太陽電池パネルの種類やメーカーによりバラツキ大
最大20%程度

消費者への可視化が必要 [規格化]

同一条件で種々の市販のシステムを比較検証

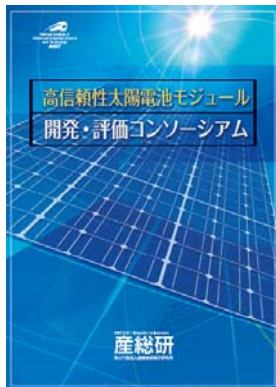
→ **信頼性、実発電性能の中立評価**

約 1000kW (60~70万円/kW)

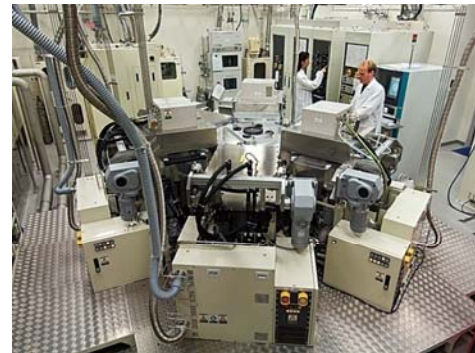
故障率の比較 国内外メーカ

産業化戦略

基礎技術の迅速な移転 オープンイノベーションの実践



30x40cm² PECVD装置



フレキシブル太陽電池基材コンソーシアム
Flexible solar-cell substrates consortium



オブザーバー: 石川県工業試験場、太陽電池メーカー
第1期: 2006.6.1~2008.3.31

高信頼性太陽電池モジュール 開発・評価コンソーシアム

家庭用: 住宅平均建て替え年数 >30年
電力用: 水力発電法定耐用年数 57年

- 太陽光発電の飛躍的な普及を図るには、発電性能向上、長寿命化、高信頼化の3つの柱が必要。屋内で測定された効率と屋外での発電性能は一致しない。屋外性能、寿命と信頼性は可視化が消費者の利益を最大化するために必要。
- 太陽電池産業は日本の独壇場だったが、徐々にそのシェアを低下。競争力強化の観点からも、国内製品の優位性の「見える化」が重要。

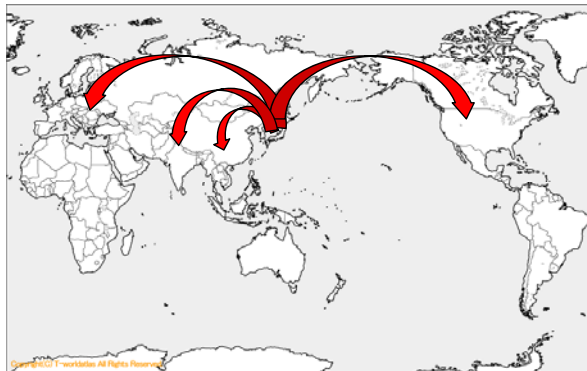
- 寿命を支配する部材(電池の周辺部材)およびその利用技術の革新
 - 寿命従来の2倍以上(>40年)
 - 低コスト部材探索
- 国内の大学・研究機関で唯一となる実用サイズに対応した太陽電池モジュールの試作・評価
- 加速劣化試験と長期曝露試験の結果を比較検討。劣化要因を明確化。

日本の強み : 部材
日本の弱み : 分散化
(同業が多い)



産総研を技術プラットフォーム
としたオープンイノベーション

知財戦略の重要性



生産拠点の海外シフト
市場のグローバル化
国際競争

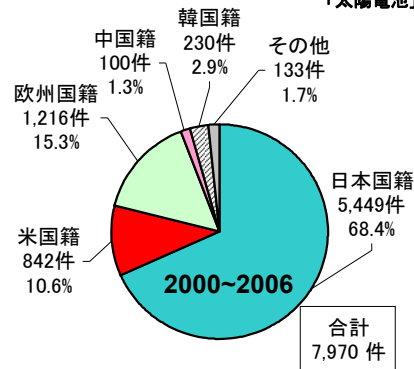


技術の散逸、流出



知財権による競争力と収益の継続

出典 特許庁 平成20年度
特許出願技術動向調査報告書
「太陽電池」



新たな知財戦略の必要性

Summary

1. 太陽光発電技術開発への期待の高まりとセンターの役割
2. センターのミッション
新材料デバイスの開発、電池評価、システム評価、国際協力
3. 結晶シリコン、薄膜シリコン、化合物薄膜、有機新材料、
評価・システムの個別戦略
4. 拠点化構想
革新的基礎研究； COE
評価； 基準セル・モジュール、屋外評価、信頼性評価
実用化； 高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアム

経済産業省、環境省、内閣府等 政府関係各位
NEDO、JST
大学、研究機関各位
企業各位

のご支援に厚く御礼申し上げます。