

2009.11.16

第4回 *Nature Cafe*

世界が注目する太陽光発電

東京工業大学 大学院理工学研究科 電子物理工学専攻
太陽光発電システム研究センター長

教授 小長井 誠

1. 世界のトレンドと市場
2. 世界における日本の位置づけ・
実力
3. 太陽電池開発の最先端技術

各種太陽電池の現状と電力用途に対する見通し

太陽電池材料	市販レベルでのモジュール変換効率(%)	研究開発レベルでのモジュール変換効率(%)	小面積セルの変換効率(%) 研究開発段階	2007年の世界の生産量 (MW)	電力用途に対する 将来展望
バルク太陽電池					
1.単結晶シリコン	13 - 18		25.0 (4 cm ²)	1,355	2010 年には、製造設備 25GW
2.多結晶シリコン	13 - 15		20.4 (1 cm ²)	1,837	
3.GaInP/GaAs/Ge 3接合	-		40.7 (0.27 cm ²) 240倍集光	-	当面、集光システム用。
薄膜太陽電池					
4.アモルファスシリコン	6 - 7	8	9.5 (1 cm ²)	168 (4.と5の合計)	2010年には、製造設備 4.8GW
5.アモルファスシリコン /微結晶シリコン2接合	9- 10	13	15.0 (1 cm ²)		
6.Cu(InGa)Se ₂	10 - 11	15	19.4 (1 cm ²)	40	2010年には、製造設備 1.3GW
7.CdTe	10 - 11	12	16.7 (1 cm ²)	219	2008年、First Solar社 は、504MW 生産。2010 年には1GWの生産設備。
8.色素増感	-	-	10.4 (1 cm ²)	-	当面、電力用途では使われ ない。
9.有機半導体	-	-	5.15 (1 cm ²)	-	当面、変換効率、信頼性向 上が課題。

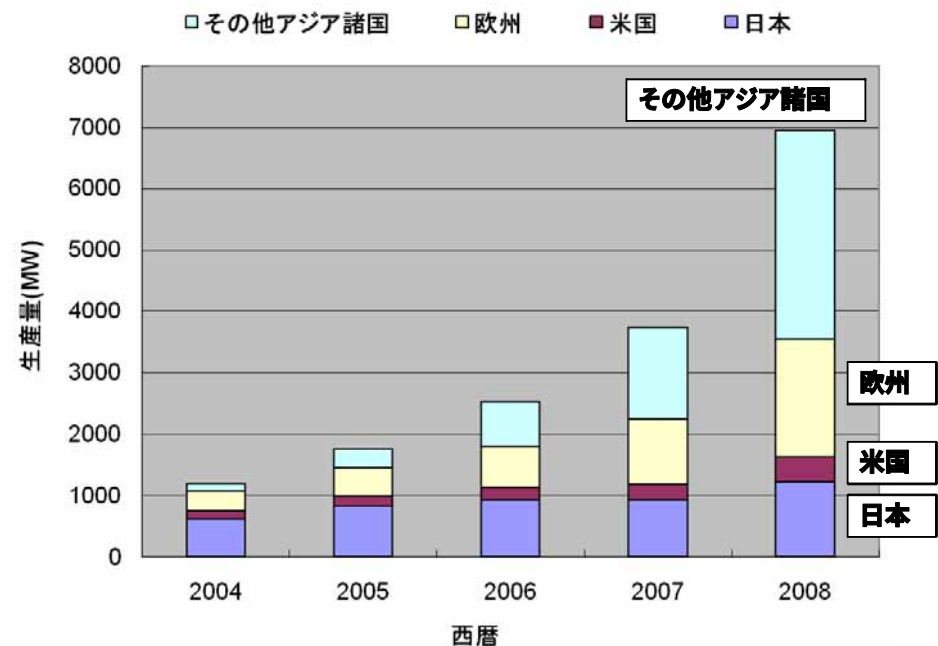
太陽電池の最先端技術 日本 vs. 世界

日本勢にとっての脅威:

- ・中国を代表とするアジア諸国の台頭。中国製の安いシリコン太陽電池。
- ・米国企業によるCdTe太陽電池の大規模生産。現在、世界で最も製造コストが安い。
- ・ターンキー装置によるシリコン薄膜太陽電池。



次の世代を担う最先端薄膜太陽電池で技術的に圧倒的な差をつけないと、遅れをとる危険性。

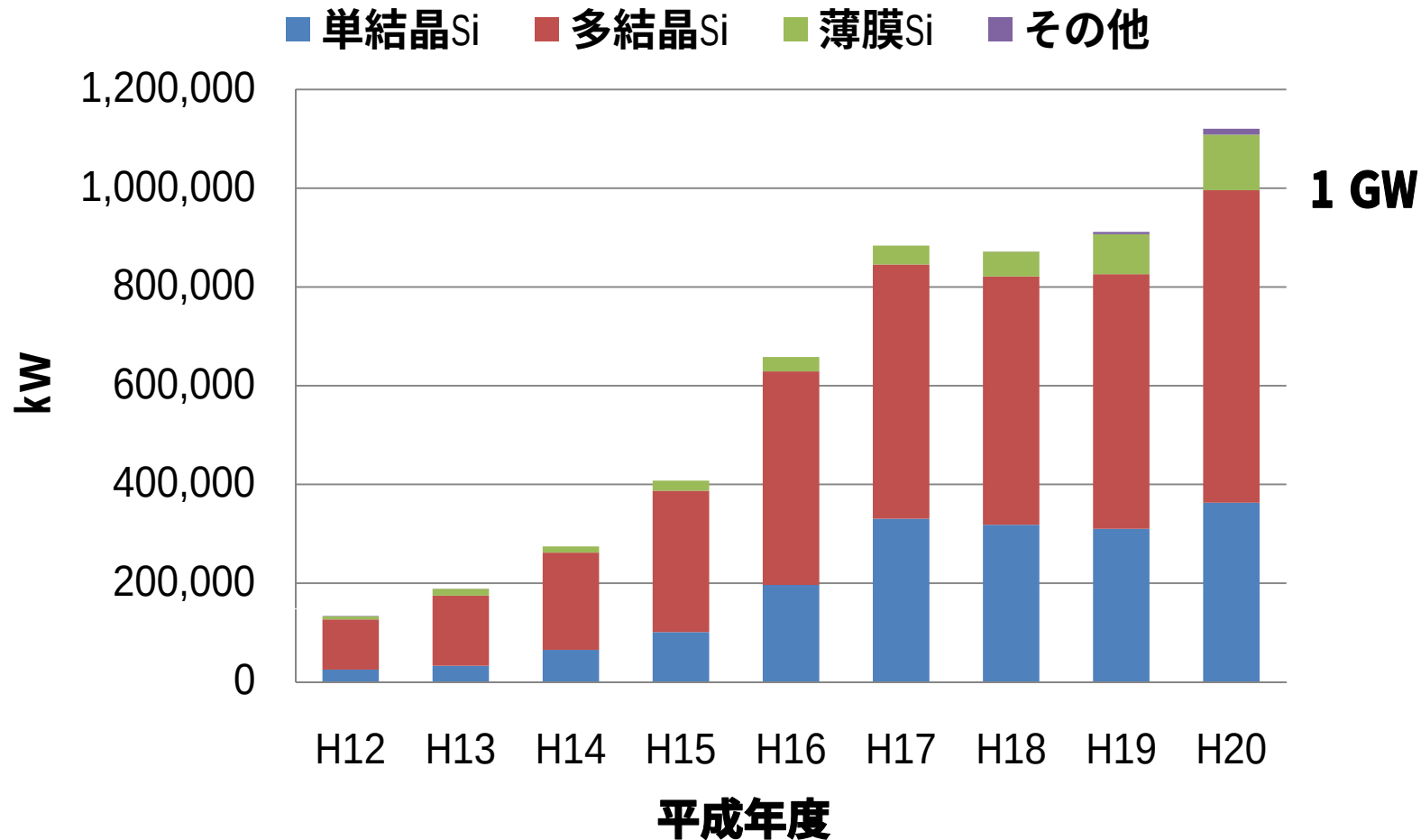


最近5年間の世界の太陽電池生産量推移

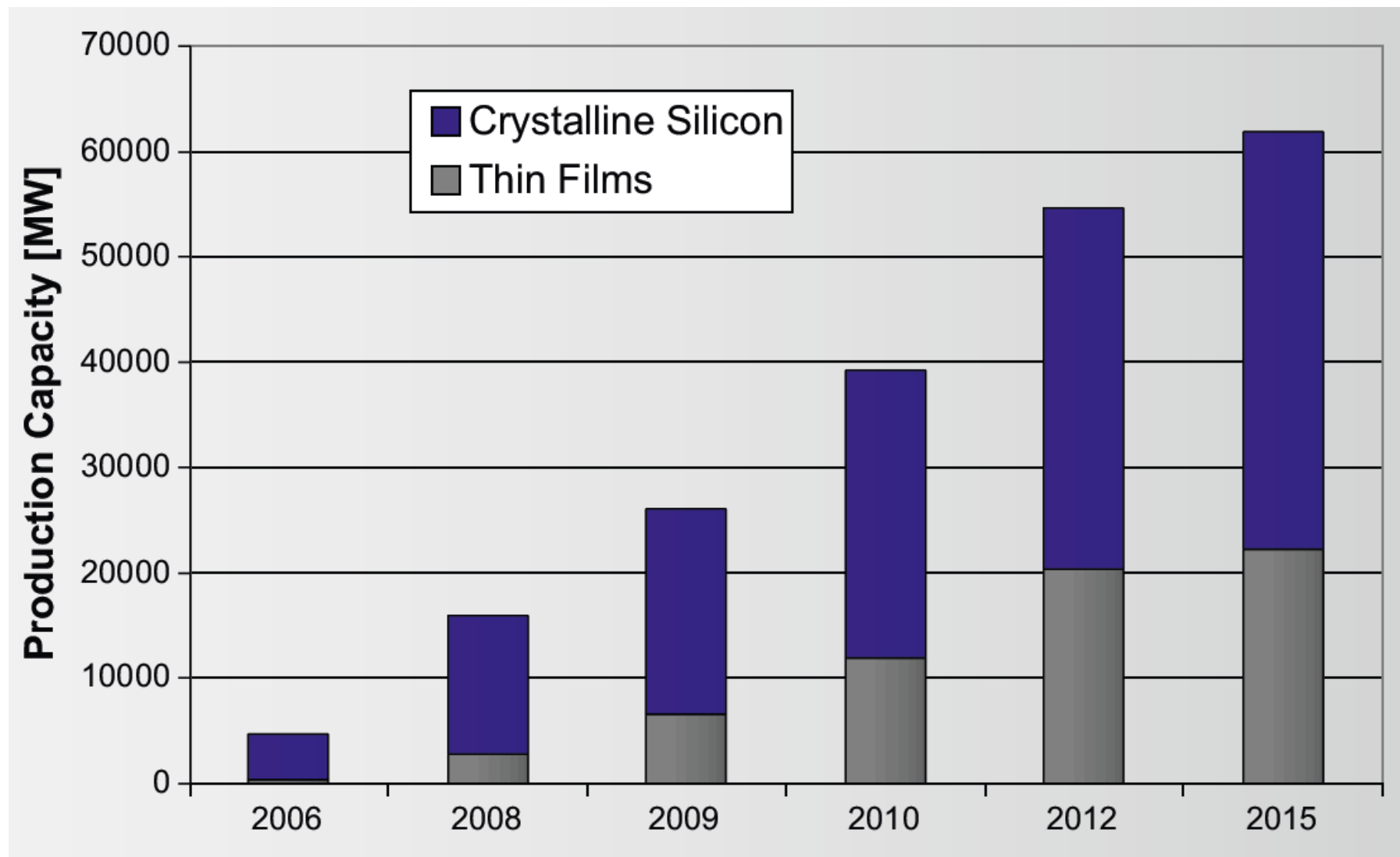
2008年度の太陽電池の企業別生産量

順位	企業名	生産量 (MW)	種類
1	Q-Cells (独)	570	Si
2	First Solar (米)	504	CdTe
3	Suntech (中国)	497	Si
4	シャープ(日本)	473	Si
5	MOTECH (台湾)	384	Si
6	京セラ(日本)	290	Si

我が国の太陽電池生産量推移



これまでの圧倒的な研究力、開発力により、**我が国の薄膜系太陽電池の生産量は、平成22年度には1 GWを超える**と見込まれる。



PV Status Report 2009
A.J.Waldau, Joint Research Center

Fig. 5: Actual and planned PV Production capacities of Thin-Film and Crystalline Silicon based solar modules.

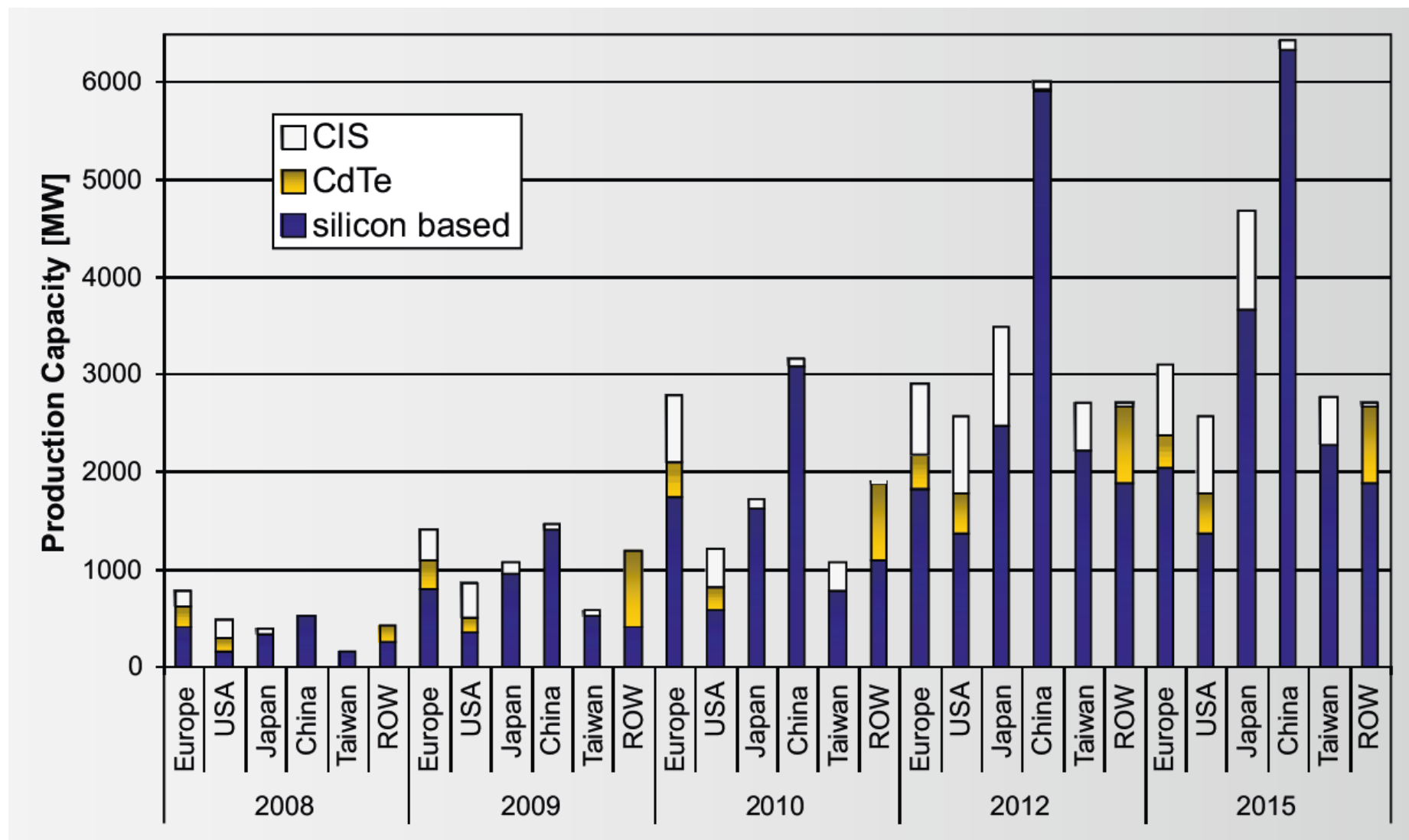
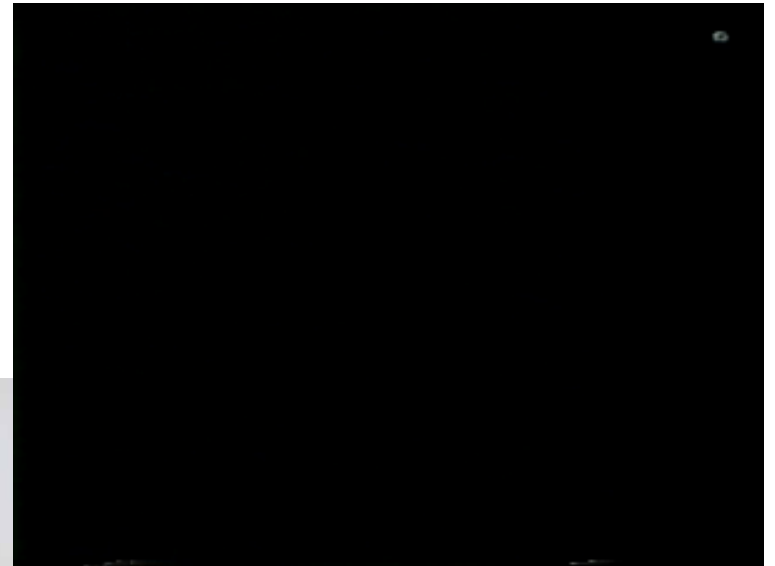


Fig. 6: Regional and technology distribution of the thin-film production capacity increases.

1. 世界のトレンドと市場
2. 世界における日本の位置づけ・
実力
3. 太陽電池開発の最先端技術

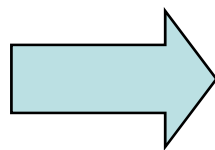
**半導体集積回路と同じ
単結晶シリコンも使われている。**



最もよく使われている多結晶シリコン

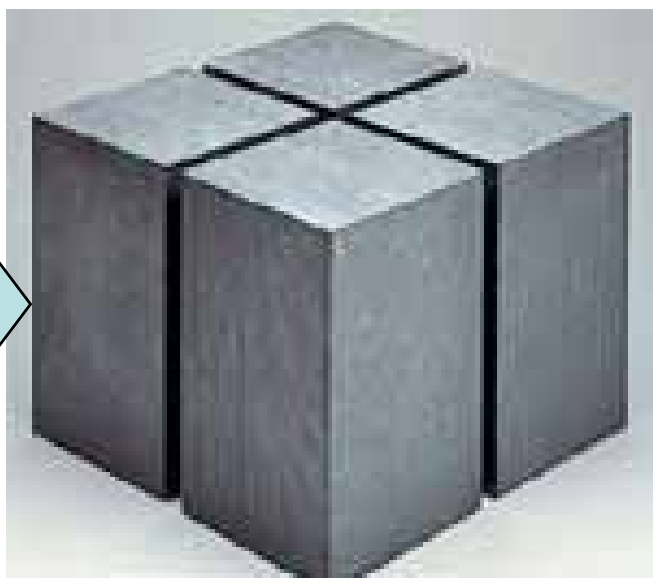
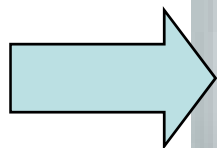


高純度多結晶シリコン

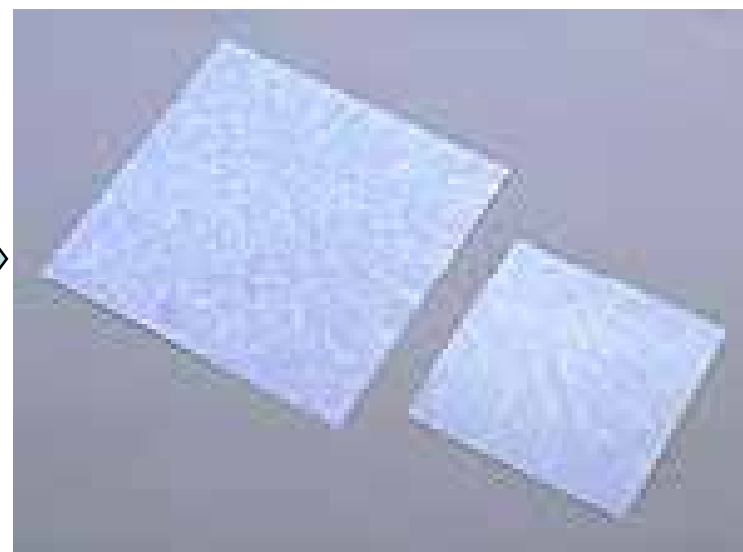
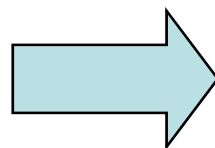


40cmx40cmx30c

多結晶シリコンインゴット



切断



ウェハ状にスライス

太陽電池からの出力



電圧を上げるため、直列接続

100cm²の太陽電池から、
日中、1.5Wの電気出力
(0.5V, 3A)が得られる。

太陽のエネルギー：
1kW/m²
エネルギー変換効率：15%

3kWのシステムを設置す
るのに要する屋根の面積
は、約20m²

薄膜形 - 1000分の1mm程度の厚さの太陽電池

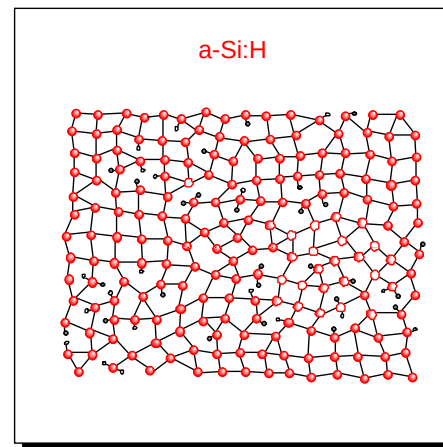
- ☆低い温度で、大面積基板上に製造可能。製造に要するエネルギーが少ない。
- ☆フレキシブルな太陽電池も可能。
- ☆現状では、エネルギー変換効率は、結晶シリコン太陽電池より少し劣る。



シリコン薄膜太陽電池は、プラズマCVDで製造

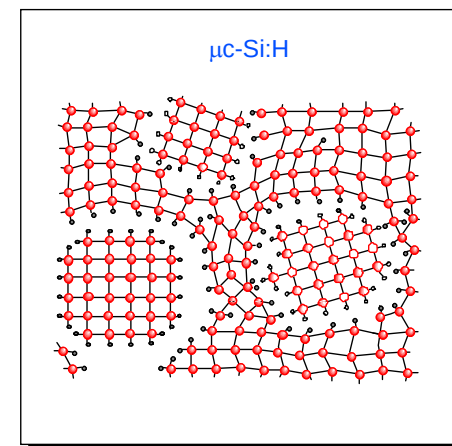


シリコン薄膜太陽電池



アモルファスシリコン

微結晶 (ナノ) シリコン

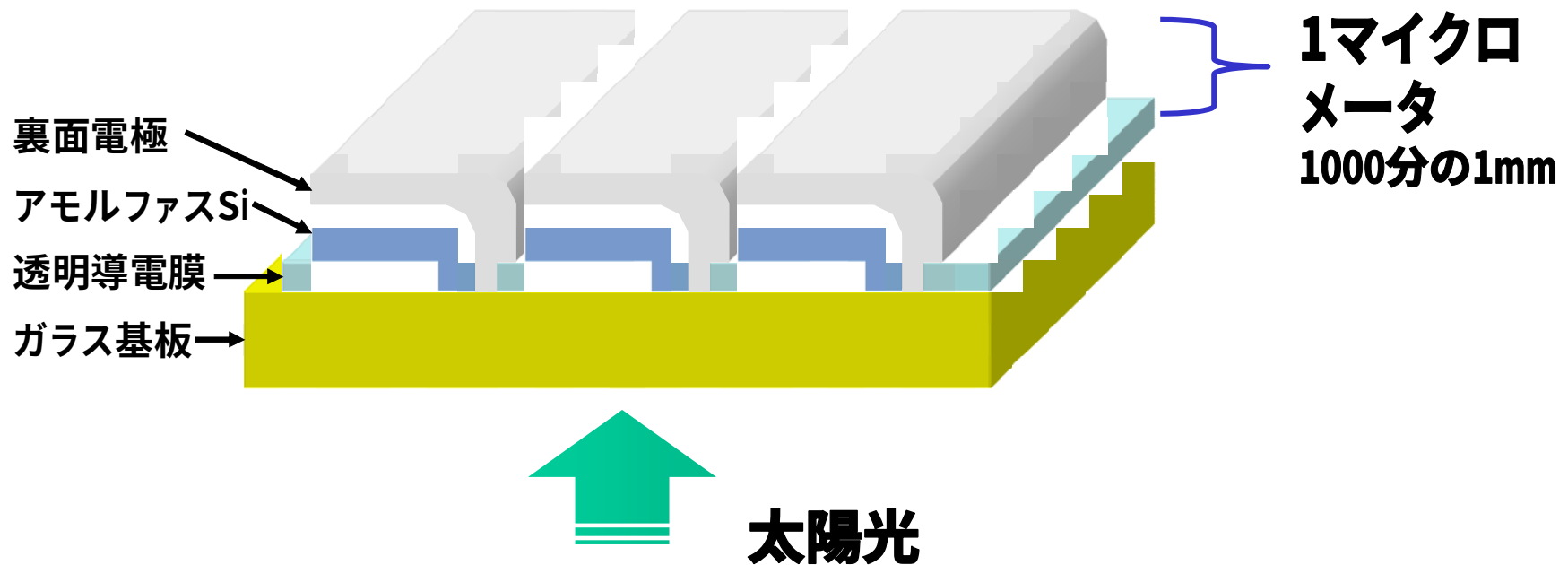


集積型アモルファス太陽電池

結晶シリコンとは、製造方法も、モジュール構造も異なる。

1枚のガラス板上で集積化

レーザ加工 (プラズマ加工) による集積化

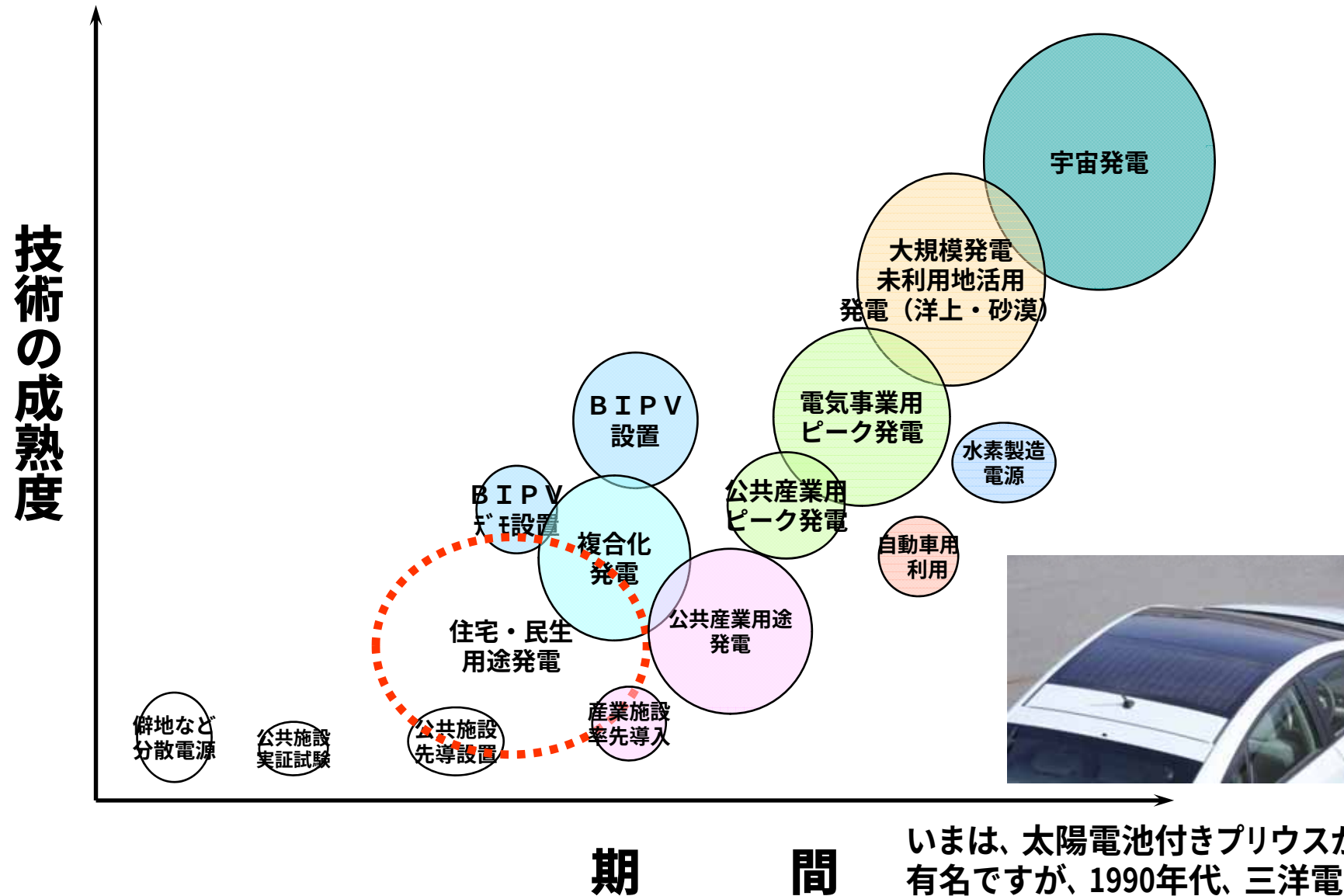




- 1. 今後の市場と今後期待される
太陽光発電の応用技術**
2. 天候に左右されない太陽電池は
できるの
3. 将来に向け開発中の技術、プロ
ジェクト

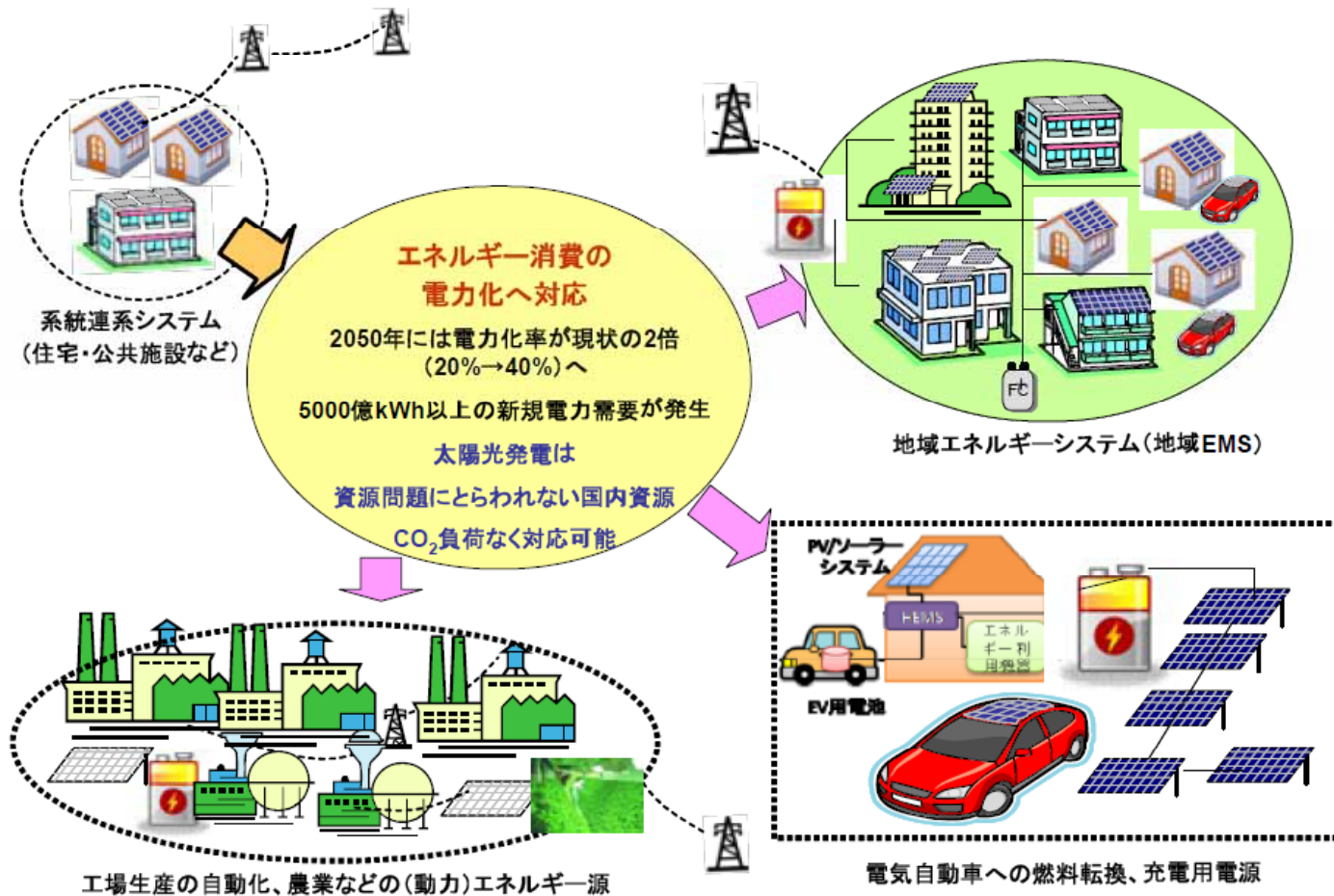
太陽光発電装置の普及導入イメージ

将来ビジョン



出典：太陽発電協会（JPEA）

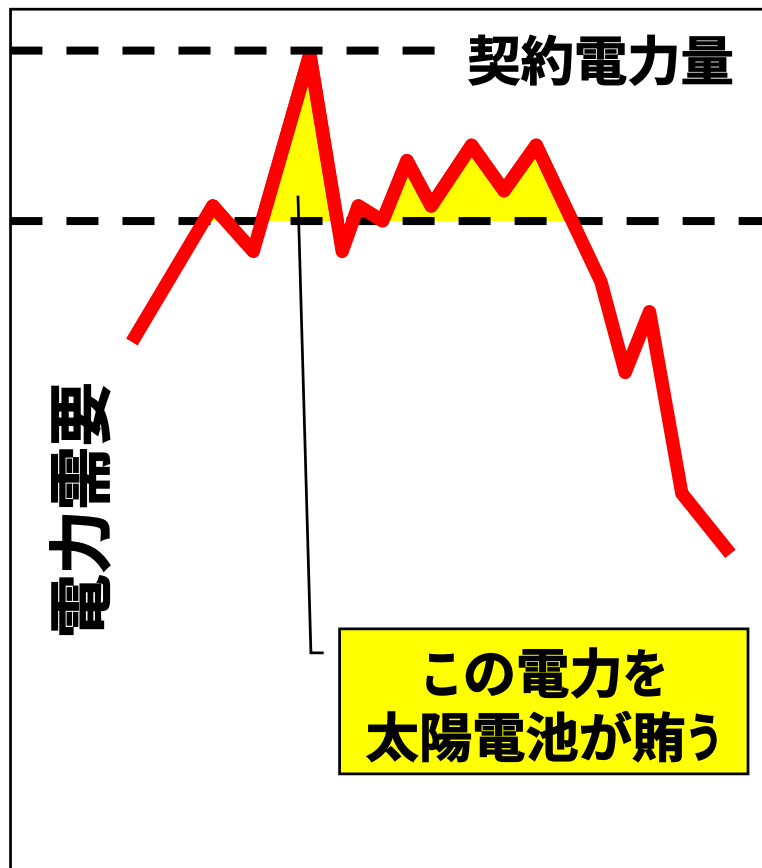
いまは、太陽電池付きプリウスが有名ですが、1990年代、三洋電機がマツダの車SENTIAに搭載したのが最初の応用例です。



**2050年の国内市場向けの太陽光発電産業は約4兆円と推定される。(世界の市場規模は、この10倍)
(NEDO太陽光発電ロードマップ(PV2030+)より)**

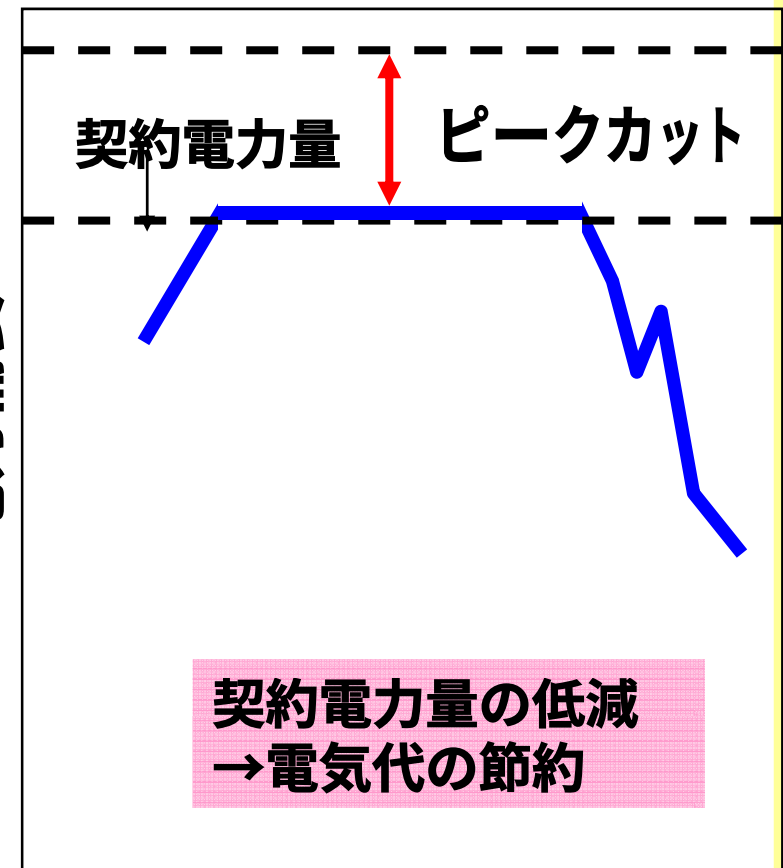
ピークカット

太陽光発電システム導入前

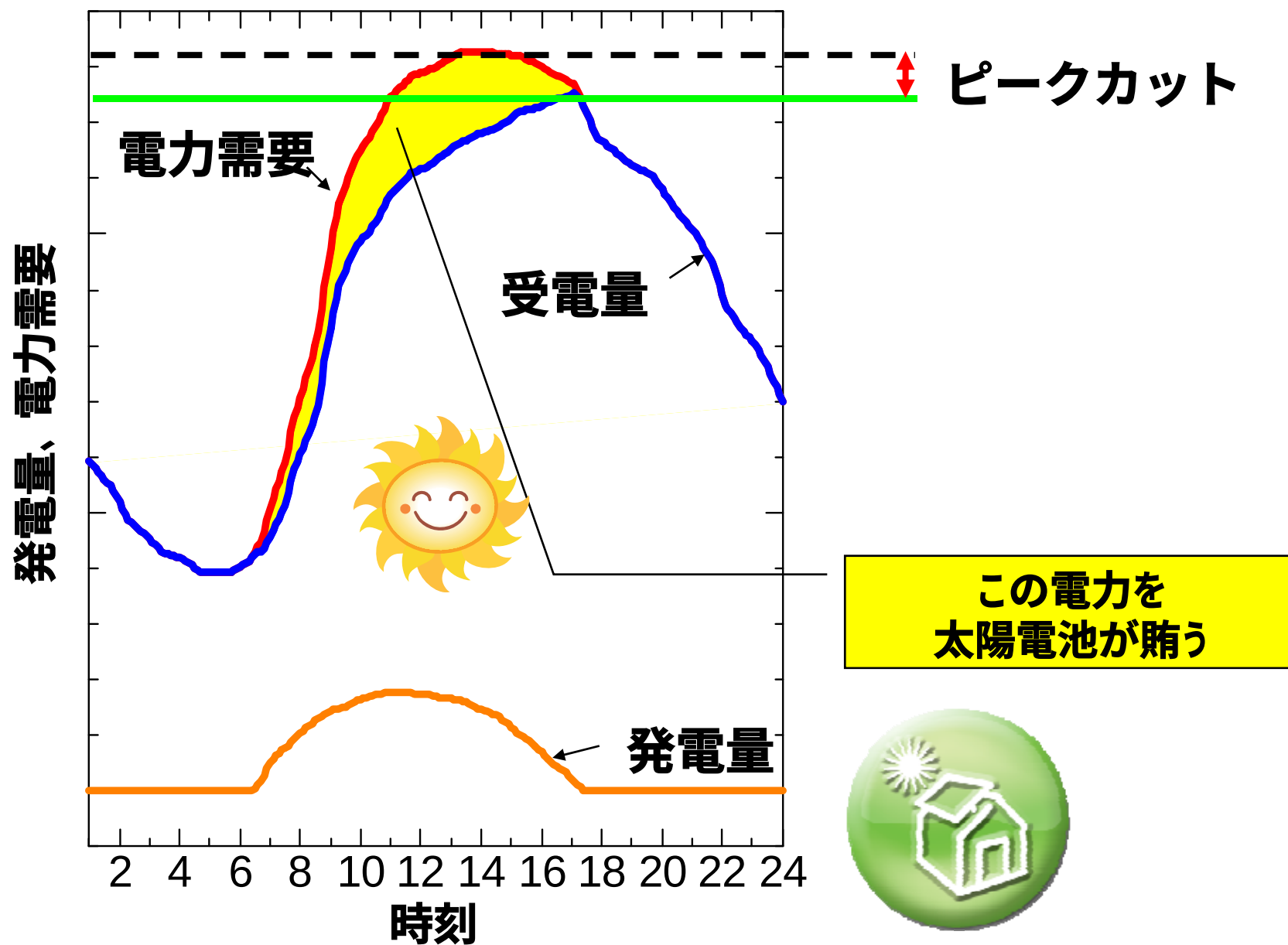


時刻

太陽光発電システム導入後



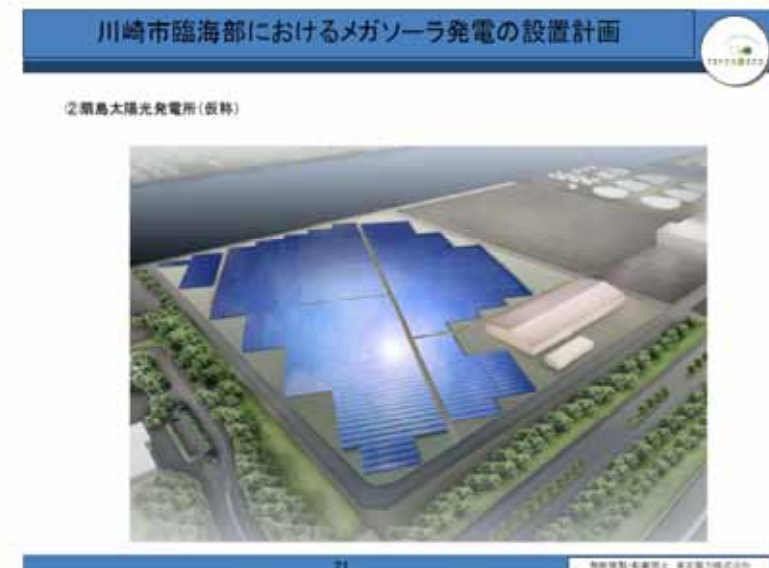
時刻



日本のメガソーラ (MW級太陽光発電システム)



東京電力のメガソーラ計画 20MW



1. 今後期待される太陽光発電の応用技術
2. 天候に左右されない太陽電池はできるの
3. 将来に向け開発中の技術、プロジェクト

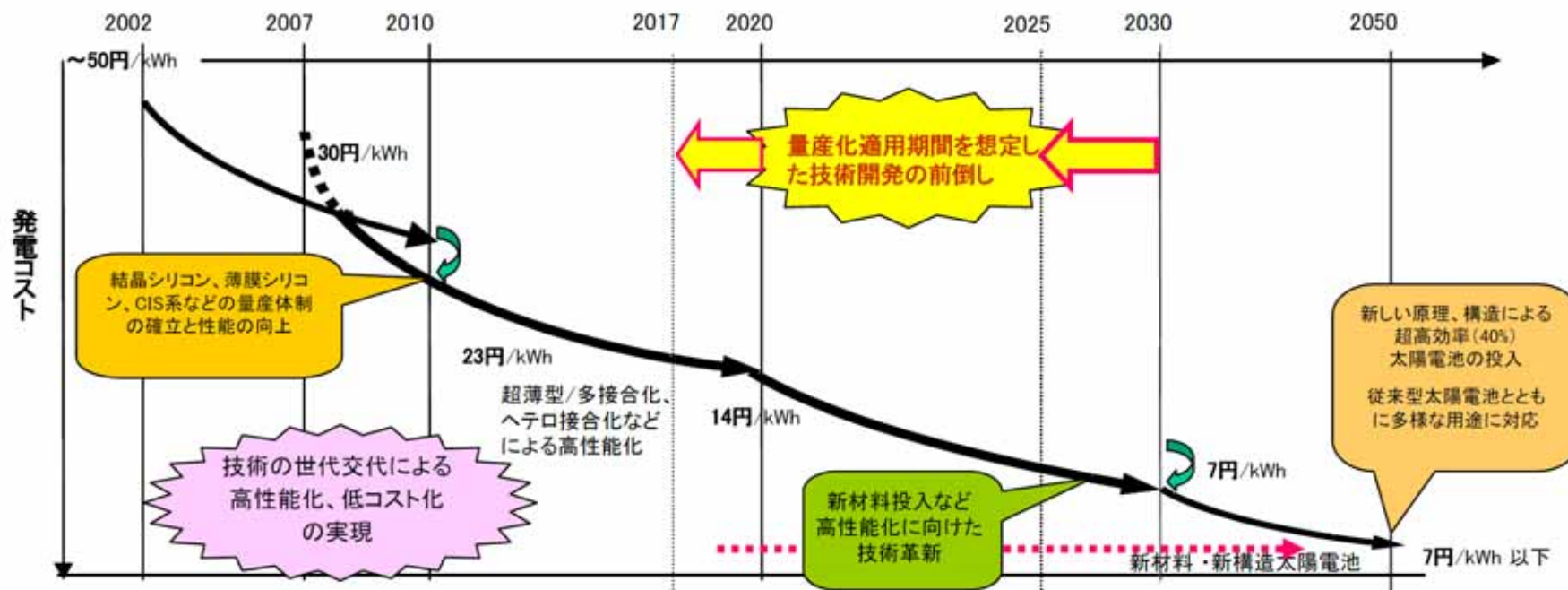
天候に左右されない太陽電池はできるの？

1. 太陽電池に**蓄電機能**を持たせたものを開発する方向があります。
2. 天候に左右されて困るのは、**短時間の時間変動**です。短時間変動を吸収するための蓄電装置も必要になるかもしれません。
3. いずれにしても、夜は発電しないわけですから、天候の予測も含めたトータルな**エネルギーシステムの構築**が必要です。スマートグリッドという考え方が進んでいます。

1. 今後期待される太陽光発電の応用技術
2. 天候に左右されない太陽電池はできるの
3. 将来に向け開発中の技術、プロジェクト

太陽光発電のロードマップ PV2030+

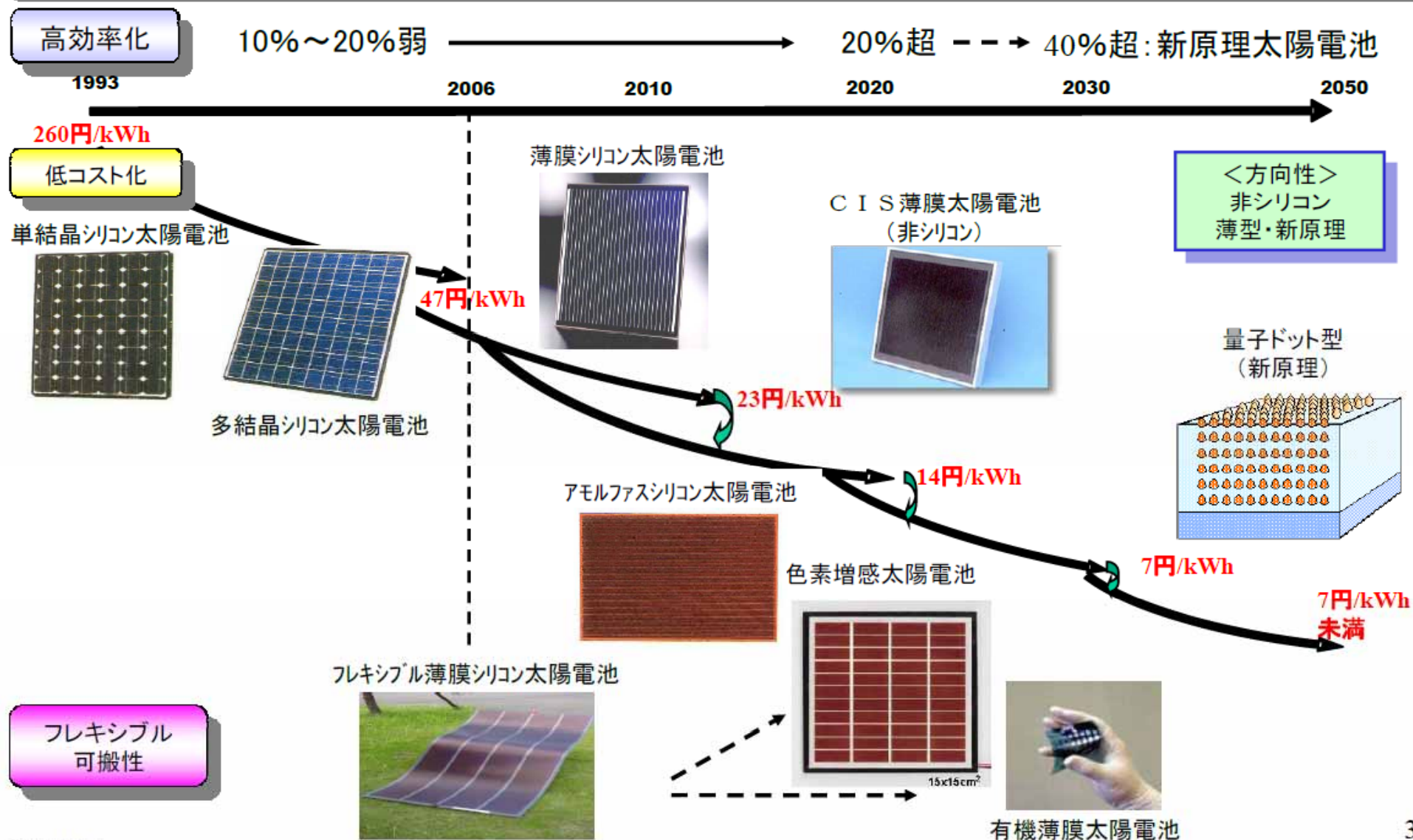
● 低コスト化シナリオと太陽光発電の展開



実現時期(開発完了)	2010年以降	2020年(2017年)	2030年(2025年)	2050年
発電コスト	家庭用電力並 (23円/kWh)	業務用電力並 (14円/kWh)	事業用電力並み (7円/kWh)	汎用電源として利用 (7円/kWh以下)
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
(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

2050年に向けた太陽光発電のイノベーションの展望

継続的な技術革新によって日本が太陽光発電技術をリードする



資料協力：NEDO

2050年まで続く太陽電池の研究開発

★国連による推定では、2050年の世界の人口:約100億人

★ 2050年には、世界の人々が平均1 kWの太陽光発電システムをもつと仮定すると
10兆W (10TW)

これを10年間で導入すると、1年間の生産量1兆W (1TW)

- ・超高速で (一つの製造設備に換算すると1m幅で1秒間に1000mの長さを製造)
- ・超高効率のセルを
- ・低コストで製造



赤い四角の面積を太陽電池で覆い尽くせば20TW

Nathan S. Lewis, California Institute of Technology, Division of Chemistry and Chemical Engineering
<http://nsl.caltech.edu>