

# **Advanced PV Market 2008**

## 1. Advanced PV Market の定義

- 太陽光発電 Market は、国際的な環境問題への関心の高まりから急速な市場拡大期を迎えている。これまで太陽光発電 Market を牽引してきたのは、Si ベースによる太陽電池が中心であったが、ここ数年新しい発電 Mechanism をもつ先進太陽電池 (Advanced PV) の開発が急速に進んでいる。本書では、このような先進太陽電池 (Advanced PV) を調査対象として、その技術開発動向と今後の Market 動向を検討する。
- 本書で、Advanced PV System として取り上げるのは、下表に示す 7 つの Advanced PV System である。
- このうち既に市場を形成しているのは、Thin Silicon、CIGS/CIS PV Market で、国内及び海外で量産が開始されている。CIGS/CIS PV は非 Silicon PV として注目され CY2008 以降急速に市場の拡大が進行することが期待される。一方、Thin Silicon でも Top Maker Sharp が量産規模拡大により Bulk Silicon 系 PV からの急速な移行を今後進めるとみられる。
- 本書では上記 2 つの Advanced PV 以外にも、Silicon Spherical PV、CdTe PV、DYE PV、Organic PV 及び Quantum dot PV を Advanced PV として定義し Market 展開と技術動向を俯瞰する。いずれも今後数年以内の実用化や量産技術の確立による市場参入の可能性のある PV System となっている。

図 1 Advanced PV System の種類

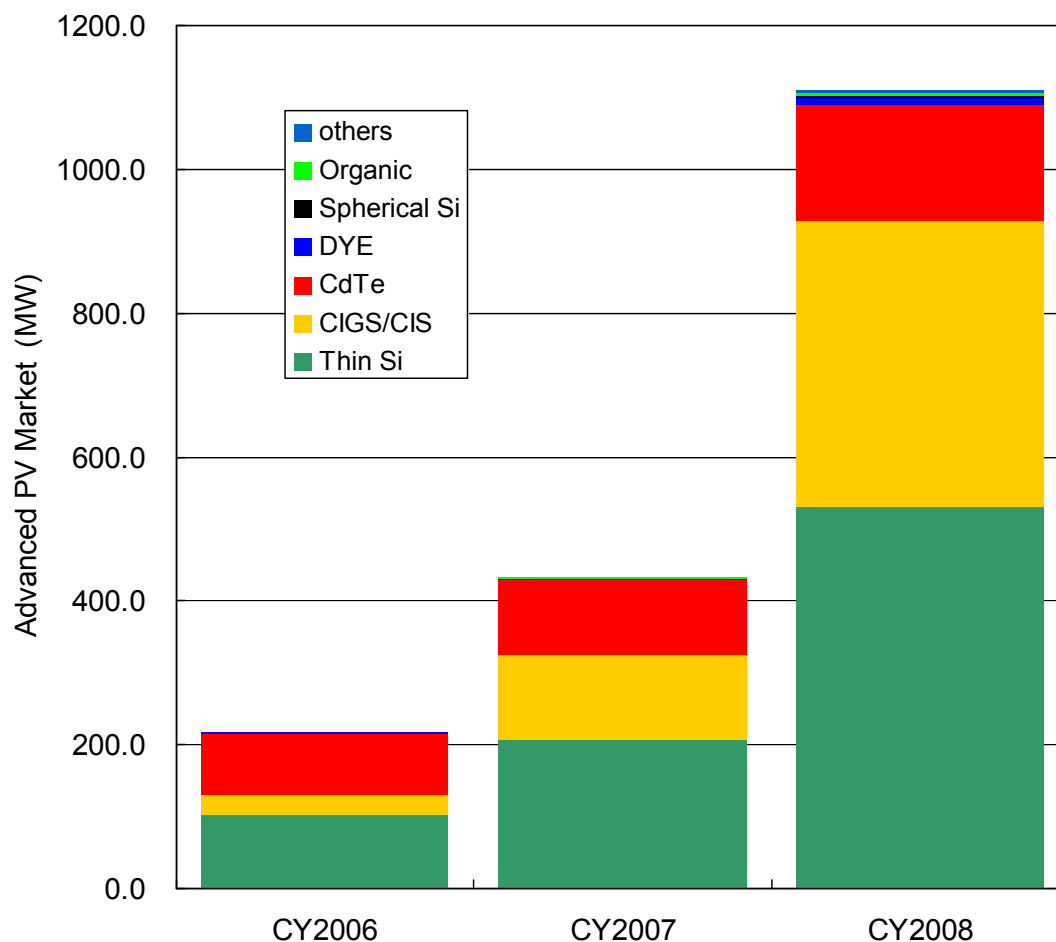
PV Type	Overview
Thin Silicon	Bulk Silicon とは異なり、薄膜形状の Silicon を使用した PV System。Silicon 使用量削減が可能だが、Bulk Silicon と比べて変換効率は一般に低い。
Silicon Spherical	溶融 Silicon を滴下することにより製造する球状型 Silicon を使用した PV System。Silicon 使用量削減が可能。国内で開発が進んでいる。
CIGS/CIS	カルコパイライト系材料を使用した PV System。Silicon を使用しない PV としてもっとも期待される。Silicon と比べて光の吸収率が高い。Silicon に次ぐ変換効率を達成している。
CdTe	カドミウムテルル (CdTe) による PV System。理論変換効率は最も高い。多くの成膜法がある。ただし毒性が強いカドミウムを使用するため実用化は米国を中心に限定的。
DYE	色素増感型太陽電池。有機色素を使用した湿式型太陽電池で、低コスト生産が可能。変換効率は現状は 10% 程度。本格的な実用化は今後だが、多くの Maker が開発を行っている。
Organic	導電性有機材料による PV System。有機 EL などの実用化による注目されるようになっている。印刷工程による成膜や Flexible 基板への成膜が可能。
Quantum dot	理論変換効率が 60% 以上の高効率太陽電池。Quantum dot を利用し、幅広い光吸収域を利用することが可能。研究段階で実用化にはまだ時間がかかる。

## 2. Advanced PV Market

### (1) Advanced PV Market

- 下図では、本書で定義する Advanced PV Market について、各社が発表している生産設備の拡充計画をもとにしたその推移をしめす。(本書で示す市場規模は、各 Maker が保有している Advanced PV の生産規模をもとにして弊社が推定したものである)。
- これによると、CY2008 には、Advanced PV Market は、前年比で 255.7% の高い成長となることが見込まれる。これは Advanced PV Market の中でも特に実用化が期待されてきた CIGS/CIS PV が本格的な実用化の時期を迎えるため、国内外で CIGS/CIS PV による PV System の量産開始→市場展開が予定されているためである。
- また、Thin Silicon PV についても、急速に各 Maker の取り組みが活発化してきており、CIGS/CIS PV に対抗した量産規模の拡大が予定されている。
- CY2008 の Advanced PV Market の市場規模は、World Wide で 1109.9MW、金額ベースでは、2909.9 億円規模に達する見通しとなっている(金額ベースは PV Module のみを対象とし、付帯設備は含まない)。

図 2 Advanced PV Market (MW : Estimated by HIEDGE)



**表 1 Advanced PV Market (MW : Estimated by HIEDGE )**

PV Type	CY2006 (MW)	CY2007		CY2008	
		(MW)	%Change	(MW)	%Change
Thin Si	102.8	207.0	201.4%	531.4	256.7%
CIGS/CIS	29.0	118.0	406.9%	397.5	336.9%
CdTe	83.0	105.0	126.5%	160.0	152.4%
DYE	1.5	2.0	133.3%	10.0	500.0%
Spherical Si	0.0	0.0	—	3.0	—
Organic	1.0	2.0	200.0%	5.0	250.0%
others	0.0	0.0	—	3.0	—
Total	217.3	434.0	199.7%	1109.9	255.7%

**表 2 Advanced PV Market (ten million : Estimated by HIEDGE )**

PV Type	CY2006 (ten billion)	CY2007		CY2008	
		(ten billion)	%Change	(ten billion)	%Change
Thin Si	305.0	620.0	203.3%	1487.9	240.0%
CIGS/CIS	85.0	355.0	417.6%	993.8	279.9%
CdTe	250.0	320.0	128.0%	368.0	115.0%
DYE	7.0	10.0	142.9%	30.0	300.0%
Spherical Si	0.0	0.0	—	9.0	—
Organic	4.0	7.0	175.0%	12.5	178.6%
others	0.0	0.0	—	8.8	—
Total	651.0	1312.0	201.5%	2909.9	221.8%

(2) Advanced PV Maker Share

- 下図では、CY2008 の Advanced PV Market Maker Share を示す。PV Market では、日本の Maker の Share が高かったが、Advanced PV Market では、海外 Maker の実績拡大が著しい。次頁以後では各 Maker の過去 3 年間の生産規模に基づく実績推移を示す。

図 6 CY2008 Advanced PV Market Maker Share (MW : Estimated by HIEDGE )

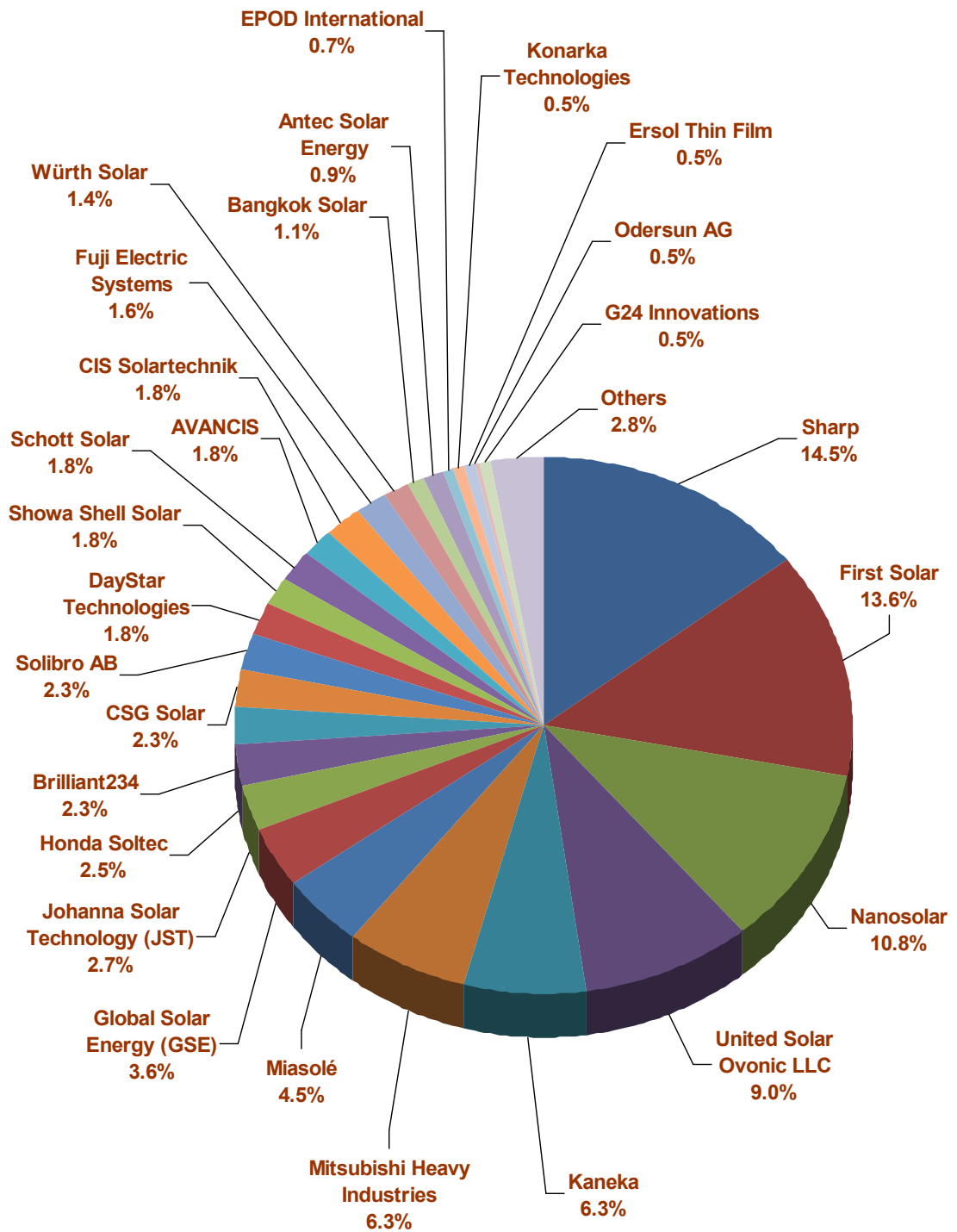


表 5 CY2007 Advanced PV Market (MW : Estimated by HIEDGE )

Maker		CIGS/CIS	CdTe	Thin Si	DYE	Spherical Si	Organic	Total
First Solar	USA	—	100.0	—	—	—	—	100.0
Kaneka	JPN	—	—	55.0	—	—	—	55.0
United Solar Ovonix LLC	USA	—	—	50.0	—	—	—	50.0
Mitsubishi Heavy Industries	JPN	—	—	40.0	—	—	—	40.0
Nanosolar	USA	30.0	—	—	—	—	—	30.0
Showa Shell Solar	JPN	20.0	—	—	—	—	—	20.0
Sharp	JPN	0.0	—	15.0	0.0	—	—	15.0
Fuji Electric Systems	JPN	—	—	12.0	—	—	—	12.0
Johanna Solar Technology (JST)	Euro	10.0	—	—	—	—	—	10.0
Honda Soltec	JPN	10.0	—	—	—	—	—	10.0
Schott Solar	Euro	—	—	10.0	—	—	—	10.0
AVANCIS	Euro	10.0	—	—	—	—	—	10.0
Würth Solar	Euro	10.0	—	—	—	—	—	10.0
Miasolé	USA	5.0	—	—	—	—	—	5.0
Global Solar Energy (GSE)	USA	5.0	—	—	—	—	—	5.0
Brilliant234	Euro	—	—	5.0	—	—	—	5.0
CSG Solar	Euro	—	—	5.0	—	—	—	5.0
Solibro AB	Euro	5.0	—	—	—	—	—	5.0
CIS Solartechnik	Euro	5.0	—	—	—	—	—	5.0
Antec Solar Energy	Euro	—	5.0	—	—	—	—	5.0
DayStar Technologies	USA	3.0	—	—	—	—	—	3.0
Bangkok Solar	Asia	—	—	3.0	—	—	—	3.0
EPOD International	USA	—	—	3.0	—	—	—	3.0
Ersol Thin Film	Euro	—	—	3.0	—	—	—	3.0
Odersun AG	Euro	3.0	—	—	—	—	—	3.0
Konarka Technologies	JPN	—	—	—	—	—	2.0	2.0
Sulfurcell Solartechnik	Euro	2.0	—	—	—	—	—	2.0
ICP Solar Technologies	USA	—	—	1.0	—	—	—	1.0
Heliodomi SA	Euro	—	—	1.0	—	—	—	1.0
Sinonar	Asia	—	—	1.0	—	—	—	1.0
Dyesol-STI	Euro	—	—	—	1.0	—	—	1.0
TerraSolar	USA	—	—	1.0	—	—	—	1.0
Energy Photovoltaics (EPV)	USA	—	—	1.0	—	—	—	1.0
Solaronix SA	Euro	—	—	—	1.0	—	—	1.0
Free Energy Europe	Euro	—	—	0.5	—	—	—	0.5
Tianjin Jinneng Solar Cell	Asia	—	—	0.5	—	—	—	0.5
G24 Innovations	Euro	—	—	—	0.0	—	—	0.0
Clean Venture 21	JPN	—	—	—	—	0.0	—	0.0
Solar Cells Ltd	Euro	—	—	0.0	—	—	—	0.0
Kyosemi Corporation	JPN	—	—	—	—	0.0	—	0.0
Kyusera	JPN	—	—	—	—	0.0	—	0.0
AVA Solar	USA	—	0.0	—	—	—	—	0.0
Heliovolt	USA	0.0	—	—	—	—	—	0.0
PrimeStar Solar	USA	—	0.0	—	—	—	—	0.0
SoloPower	USA	0.0	—	—	—	—	—	0.0
Xunlight Corp	USA	—	—	0.0	—	—	—	0.0
Fujikura	JPN	—	—	—	0.0	—	—	0.0
Aisin Seiki	JPN	—	—	—	0.0	—	—	0.0
Fujikura	JPN	—	—	—	0.0	—	—	0.0
Hitachi Maxell	JPN	—	—	—	0.0	—	—	0.0
Peccell Technologies	JPN	—	—	—	0.0	—	—	0.0
Sanyo	JPN	—	—	0.0	—	—	—	0.0
TDK	JPN	—	—	—	0.0	—	—	0.0
Calyxo	Euro	—	0.0	—	—	—	—	0.0
Flisom	Euro	0.0	—	—	—	—	—	0.0
PVFlex Solar	Euro	0.0	—	—	—	—	—	0.0
Scheuten Solar Systems	Euro	0.0	—	—	—	—	—	0.0
Solarion	Euro	0.0	—	—	—	—	—	0.0
others		—	—	—	—	—	—	0.0
Total		118.0	105.0	207.0	2.0	0.0	2.0	434.0

### (3) Advanced PV Maker List

- 下表では、Advanced PV Maker を PV Type 及び PV Cell の基板材料別にまとめた。注目されるのは、Advanced PV System では、従来の PV System で使用されてきたガラス基板の他に、Flexible 基板が使用されているケースがあることで、Thin Silicon や CIGS/CIS、DYE などの非 Silicon PV でプラスチックなどの Flexible 基板による PV System の開発が行われている（Silicon Spherical PV では、基板材料は用途に応じて使い分けることができるため、下記では基板ごとに分類していない）。
- Flexible 基板への PV System の形成は、Bulk Silicon を使用するこれまでの PV ではできなかったことであり、本書で定義する Advanced PV において可能になる。このうち特に注目されるのは、米国 Maker Nano Solar が開始している CIGS/CIS PV の Flexible 基板による量産、英国 G24 Innovations による DYE PV における Flexible Module と Konarka Technologies の Organic PV の印刷による Flexible Module の生産である。これらは非 Silicon PV として開発され、いずれの Maker も大規模な量産を開始する予定でこれら 3 つの Maker の Flexible PV 展開が今後の Advanced PV Market において重要な意味をもつとみられる。

**表 7 Advanced PV Type- Substrate Maker**

PV Type		Glass Substrate	Flexible Substrate
Silicon	Thin	Solar Cells Ltd, Tianjin Jinneng Solar Cell, Free Energy Europe, Energy Photovoltaics (EPV), TerraSolar, Sinonar, Heliodom SA, ICP Solar Technologies, Ersol Thin Film, EPOD International, Bangkok Solar, Schott Solar, Brilliant234, CSG Solar, Kaneka, Mitsubishi Heavy Industries, Sharp, Sanyo, etc	Fuji Electric Systems, United Solar Ovonic LLC, etc
	Spherical	Clean Venture 21, Kyosemi Corporation, Kyouser, Photowatt Technologies, etc	
non Silicon	CIGS/CIS	Sulfurcell, Würth Solar, AVANCIS, CIS Solartech, Showa Shell Solar, DayStar Technologies, Solibro AB, Honda Soltec, Johanna Solar Technology (JST), Global Solar Energy (GSE), Miasolé, PVflex Solar, Scheuten Solar Systems, Heliovolt, SoloPower, etc	Nanosolar, Solarion, Flisom, Odersun, etc
	CdTe	Antec Solar Energy, First Solar, Calyxo, AVA Solar, PrimeStar Solar, etc	—
	DYE	Solaronix SA, Dyesol-STI, Fujikura, Aisin Seiki, Elexcel Corporation, Hitachi Maxell, Peccell Technologies, TDK, Sharp, etc	G24 Innovations,
	Organic	—	Konarka Technologies

※ハイエッジ作成

表 8 Advanced PV Market における主な Maker の取り組み状況 (1)

Maker	Area	PV Type	Status
Sharp	JPN	Thin Silicon	Bulk Silicon では高い Share をもつ PV Maker。Thin Silicon への市場参入を開始しすでに 160MW の量産設備構築を発表。数年以内に 1GW までの生産体制構築を計画している。Thin Silicon PV の他、DYE PV、CIGS PV などの開発を行っている。
First Solar	USA	CdTe	CdTe PV におけるトップメーカー。生産規模は 100MW であるが、2010 年までに 910MW までの生産体制拡充を計画。住宅向けなど Silicon PV 代替が中心の展開。
Nanosolar	USA	CIGS/CIS	CIGS/CIS PV で Roll-to-roll による生産を開始して注目されている。現在は 30MW 程度の生産規模とみられるが、530MW までの量産を開始すると発表している。1W 当たりで US\$1.0 以下の Cost Reduction が可能としている。
United Solar Ovonic LLC	USA	Thin Silicon	Flexible Type の Thin Silicon PV の量産を行う米国 Maker。a-Si 層と a-SiGe <sub>2</sub> 層で計 3 層の Thin Silicon PV Structure をとっている。住宅など Bulk Silicon 代替が主体。
Kaneka	JPN	Thin Silicon	Thin Silicon で量産を開始。独自の Interlayer を a-Si と $\mu$ c-Si の間に形成する。CY2008 には量産規模 70MW に生産規模を拡充する。
Mitsubishi Heavy Industries	JPN	Thin Silicon	a-Si PV を中心に展開してきたが、Thin Silicon PV の量産を開始している。量産規模は 40MW で CY2008 に 70MW まで拡充する予定。
Miasolé	USA	CIGS/CIS	Roll-to-roll による CIGS/CIS PV の開発を行っている。200MW の量産規模での量産を計画している。
Global Solar Energy (GSE)	USA	CIGS/CIS	Flexible 基板への CIGS/CIS PV 形成の開発を行っている。軍用では実績がある。成膜方法は真空蒸着法。量産規模は CY2008 で 40MW と推定される。
Honda Soltec	JPN	CIGS/CIS	CIGS/CIS の住宅用 Module を量産開始。販売を始めている。成膜法はセレン化を主体とした独自開発によるもの。緩衝層に InS を使用する。量産規模は 27.5MW。
Brilliant234	Euro	Thin Silicon	Bulk Silicon のトップメーカー Q-Cell の子会社で、Thin Silicon Maker。すでに、24MW までの生産ライン構築が進められている。a-Si/ $\mu$ c-Si の tandem Cell Structure による。Applied Materials の生産設備を導入している。
Solibro	Euro	CIGS/CIS	真空蒸着法による CIGS/CIS の生産を行っている。Q-cell が出資。Module 変換効率 12% を達成している。
AVANCIS	Euro	CIGS/CIS	Shell Solar の CIGS/CIS PV を受け継いで設立された CIGS/CIS PV Maker。セレン化による量産を実施。量産規模は 10MW。

(4) Advanced PV Area Share

- 下図では、Advanced PV Market Maker における参入 Maker の地域別の割合を示す（この集計値は各 Maker の本社所在地をもとにしたもの）。
- これによると、Maker 地域別区分では、USA、JPN、Euro の順に Share が高く Asia Maker による Advanced PV Market への参入はまだ少ないレベルに留まっている。

表 11 Advanced PV Market Area Share (MW : Estimated by HIEDGE)

Area	CY2006	CY2007	CY2008
USA	113.5	199.0	500.9
JPN	71.0	154.0	368.5
Euro	31.2	76.5	220.9
China	1.6	4.5	16.6
Others	0.0	0.0	3.0
Total	217.3	434.0	1109.9

図 7 Advanced PV Market Area Share (MW : Estimated by HIEDGE)

