

## 第7回世界再生可能エネルギー会議 WREC-7 参加報告書 (完成版)

As of 7/28, 2002

### 1. 所属・氏名

東京農工大学工学部電気電子工学科 黒川浩助

### 2. 渡航目的

ドイツ国ケルン市において開催される「第7回世界再生可能エネルギー会議」に出席し、招待論文を発表するとともに、太陽光発電システム関連分野の発表を聴講・調査する。また、帰途にアムステルダム空港に隣接して開催中のフロリアード2002施設に設置されている世界最大の太陽光発電ルーフ(2300kW)の動作状況を現地調査する。

### 3. 出張期間・渡航地

平成14年6月30日～平成14年7月8日 ドイツ国ケルン市およびオランダ国アムステルダム市

### 4. 会議期間・場所

平成14年7月1日(月)～6日(金) 世界再生可能エネルギー会 WREC: コンgressセンター

平成14年7月6日(金) フロリアード2002会場ソーラールーフ現地調査

## 5. 世界再生可能エネルギー会議 WREC-7 の概要

### (1) 歴史

英国レディング大学のサイ教授(バーレーン系英国人)の提唱により創始された再生可能エネルギーに関する国際会議で、今回で7回目である。(第1回レディング, 第2回テジョン, 第3回レディング, 第4回デンバー, 第5回フィレンツェ, 第6回ブライトン, 第7回ケルン)会議の規模は思いのほか大きい。組織的には世界再生エネルギーネットワークが主催者であるが、今回の実行部隊は、ドイツ諮問委員会を組織し、英独の多くの研究者を中心にした技術委員会による運営である。

### (2) 今回会議の規模

91カ国から参加、登録された758名(登録していない参加者含めて800名以上)参加される再生可能エネルギーに関する国際会議の中で最大規模。41回の招待講演, 3人の大臣が発表を行った。ドイツから186名, 英国88名, 日本39名, アメリカ18名, スイス16名, オランダ14名, マレーシア12名, ...連日10並行セッションで発表。そのほかにスペシャルセッションやワークショップもいくつか実施された。

### (3) 会議の枠組み

会議の構成は、2日間の各ワークショップに引き続き、5日間の本会議から成っている。月曜日・金曜日はすべてプレナリ, その他の日は午前中前半に1プレナリ, その後に平行会議が3セッション、昼食時から1時間半のポスターセッションが組まれている。

太陽光発電のセッションについてはオーラル: 64, プレナリ: 4, ポスター115件, 合計183件の発表が行われた。

優秀発表: S. Karekezi: The case for De-Emphasizing PV in renewable energy strategies in rural Africa.ポスター賞: Mondol, UK: Monitoring building integrated photovoltaics at the ECOS Millennium Environmental Centre in Northern Ireland.

展示については34の企業・団体が参加した(後述リスト参照)。会議参加者は無料入場。会期は7月1～3日(月～水)。

### (4) 次回以降の予定

次回WREC-8は2004年8月28日～9月3日にデンバーで開催の予定である。なおWREC-9は2006年に日本で開催することが正式決定された。実施母体はJOPREを中心として組織される予定

#### (5) 全体的な印象

本会議の特徴は、再生可能エネルギー全体にカバーしていて間口が広いこと、学術発表だけでなく、ポリシーも扱うこと、しかし、サイ会長自らの方針でグリーンピース的な先鋭な議論は避けていること、途上国も多数参加していることから、研究者・専門家だけでなく、各国政府代表・高官、金融関係も参加しており、総合的な討論が可能な雰囲気に満ちている。

プレナリにおける太陽光発電関係発表のレベルは速報性には欠けるものの、国際水準に達している。

太陽光発電は途上国でも普通のものになりつつある。

(本メモは聴講主体に作成したものであり、論文集との整合はチェックしていないので注意が必要。)

### 4.1 開会

#### (1) 大会委員長：サイ教授

ドイツは風力、太陽熱利用、太陽光発電で世界的な成果を上げている。ケルンはその心臓部に位置する。今大会を開催するにあたり多くの寄付があった。これに感謝する。



#### (2) ドイツ国内委員会委員長：リチャード・ワグナー教授 フローレンスでの WREC-5 で今回大会のドイツ開催が決定された。

欧州の温暖化ガス削減量は大きく、ドイツは 21% 削減を目標としている。

近傍にはユーリッヒ研究所もあり、ケルンは昔からコンベンションで有名であった。

途上国・先進国の両方に持続可能なエネルギーを提供することが会議のスローガンである。



#### (3) 米国 NREL: スタンリー・ブル博士 Dr. Stanley Bull

NREL は今年 25 周年を迎えた。

昨年 11 月米国ブッシュ政権はエネルギー政策を大きく変え、エネルギーセキュリティを重視している。

再生可能エネルギーはエネルギーセキュリティーに合致するエネルギーである。

水素エネルギーシステムや燃料電池は車用として重要な技術である。

2004 年の WREC-8 はコロラドで開催される。

#### (4) 開会記念講演：シュナイダー博士 Dr. Schneider

同氏は欧州自動車会社の連合 Eurotels の代表。

長期的には車は再生可能エネルギーに依存する。持続性の移動手段 mobility with sustainability を実現すべきである。

とりえる手段は、バイオガス、太陽エネルギー、アルコールが候補。

#### (5) 開会記念講演：西ファーリア州エネルギー省大臣シュバン・ブルスト氏 SchwanBurst, Minister 州のエネルギー問題を考えるとき、自然資源、経済性、環境性を重視する。昔の問題を繰り返したくない。

学校における持続性についての環境教育が大切。

地域エネルギー効率に石炭を用いて 60%を達成している（筆者注：熱供給も含めてか？）

1000 ルーフ計画のように，再生可能エネルギー源は国家の責任によってより経済性を向上させるべきだ。

省エネルギーもとても効率的に思うがまだ不十分だ。

小規模発電所に対して 25 億ユーロの融資を実施した。これにより再生可能エネルギー企業の 1 万人の雇用を確保した。

エネルギー資源保存のために燃料電池は有効である。蓄電池とハイブリッド利用していく。

#### 4.2 プレナリ 1

##### (1) PL1-1: ピーター・ヘンニッケ氏「再生可能エネルギーの役割とエネルギー効率」

Peter Henricke, Wuppertal Institute of Climate, Environment and Energy, Germany.



エネルギー効率について考える場合，キー指標は GDP である。先進工業国にも発展途上国も同じような挑戦必要と考える。シェルのシナリオでもよく詰まっていない。代替エネルギーの貢献度合いが遅い。

WEC シナリオでは，エネルギー効率・技術の重要性を指摘している。WEC-B シナリオや WEC-C1 シナリオでは，燃料別一次エネルギー消費や CO2 シナリオを想定している。

他には森田シナリオなどあるが，その多くで地球規模の CO2 排出は安定化できない。

ドイツの例では，省エネルギー量 1 TWh 当り 370 人の雇用創出効果がある。

太陽エネルギーや省エネルギーは大きな利点がある。

##### (2) オバシ氏「気候変動と地球規模エネルギーニーズ - 21 世紀見通し」

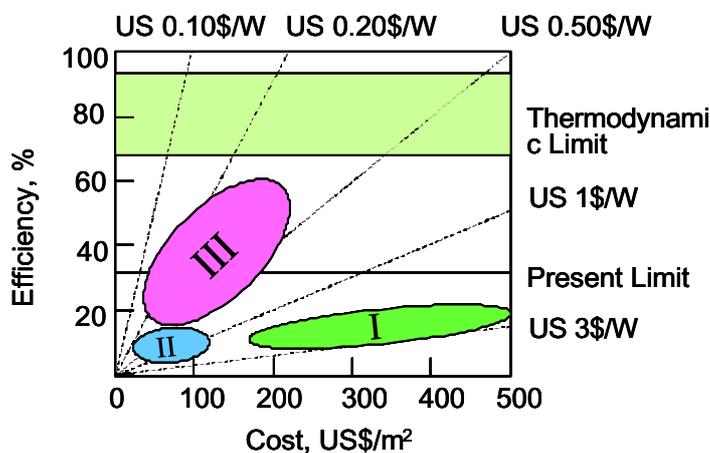
G.O.P. Obasi, World Meteorological Organization: Climate change and global energy needs - 21<sup>st</sup> century perspective

##### (3) グリーン教授「2020 年以降の先進型太陽電池概念」

M. Green: Advanced solar cell concepts for 2020 and beyond.

本日の講演の内容はオーストリア政府出版物に掲載されたもので残部が少々あるので希望者は連絡してください。

第一世代の太陽電池はシリコンウェファーやリボン技術である。第二世代は薄膜太陽電池，第三世代は先進型薄膜を考えている。それぞれの世代の位置付けは図示するように，効率と面積あたりの製造コストについて示すことができる。US\$ 3.00/W，1.00/W，0.50/W，0.20/W，0.10/W は点線で示した。現在の限界と熱力学的な限界についても実線で表した。



第一世代太陽電池は耐久性やそこそこの効率が得られる。生産歩留まりは高く、製造装置も入手性が高い。強度も十分である。弱点は、コストと美観である。実効率は8%~15%である。

第二世代は薄膜太陽電池である。材料コストが安価、生産規模の単位が大きくなる。完全に集積化したモジュールが可能で美観もよい。4~9%の効率を示す。

アモルファスの単層セル、タンデム、トリプル、a-Si/μ-Siがあげられる。利点は、材料面、大面積化。弱点は、技術の成熟度、安定性、効率である。

CISの利点は効率の可能性であるが、生産性？、ロバスト性？、毒性は弱点である。

CdTeはロバスト性は長所で、毒性が短所。

多結晶薄膜は材料や大面積化は利点だが、不可侵性 immaturity に問題があるのでは。

染料増感チタニヤは簡単、特徴的という点が長所に挙げられるが、液体デバイスであり、安定性、効率、毒性に難点がある。

効率限界に関係する損失のバンドモデルで限界は31%で集光すれば40.8%になる。太陽を6000K、太陽電池を300Kとして考えたカルノー効率制約は95.0%、ゼロエントロピー制約は93.3%である。

波長分割が効率限界を超える一つの手段である。他に、可能性のあるものとして up-down conversion, hot carrierなどをあげた。結晶格子を300K、キャリア温度を2400Kとすると86.2%が限界となる。

薄膜が頂上を制覇しなくてはならない。最高の効率に向かって発展していかなくてはならない。

トレブル氏からの質問：第二世代薄膜の実際の製造工程の材料歩留まりは低い！

#### (4) ジェファーソン氏「バランスの取れた開発のための持続性推進の指標」

M Jefferson: Promoting sustainability indicators for balanced development.

同氏はシェルのエコノミストであった。

ヨハネスブルグ会議のスローガン「人々、惑星、そして貧困」は間違いである。

people, planet and prosperity Johannesburg statement wrong!!!

Placing environment first does not ignore people's basic needs!

Environmental sustainability important

環境が第一ということは人々の基本的な必要なものを無視することを意味しない。環境持続性が最重要であるということだ。データと重み関数の改善が必要である。



### 4.3 プレナリ2

#### (1) PL2-2 ドイツ議会議員フェル氏「ドイツの再生可能エネルギー政策」 H - J Fell ドイツ議会議員として、風力、バイオ、水力、太陽光発電、地熱などの再生可能エネルギー資金調達政策について紹介。

同氏のホームページ：[www.hans-josef-fell.de](http://www.hans-josef-fell.de)

#### (2) PL2-3 米 NREL プル氏「再生可能エネルギーの過去・現在・未来」 S R Bull: Renewable Energy Past, Present and Future

独立システム

風力+DG ハイブリッド

分散型ネットワーク

水素システム Local to Global

AC Bus DC Bus

キー技術の21世紀中葉までの可能性を上げた。



最後に計算科学の重要性を

US DOE の当面の開発政策優先は下記のごとし、水素、フリーダムカー、建物設備、低速風車、ピーク負荷減少、バイオベース製品、国際的適用

(3) PL2-4 英国リダメント氏「屋内換気」

Martin Liddament, VEETECH Inc.: Ventilation – Sustaining Indoor air quality and Comfort needs



先進国では一次エネルギー需要の 40%が建物で消費されている。これは輸送用エネルギーと同レベルである。

建物エネルギー消費の半分は気流によって消費されている。エアコンによって調整された熱量が気流によって失われるものと、気流循環の動力ファンエネルギーの 2 つがある。後者が前者と同レベルになってしまう場合も多い。

換気電力は、良好なものは 4W/坪位であるが、6W/坪以上になる例もある。

換気エネルギーを抑えるために換気量を下げると汚染気体濃度が高くなって具合が悪い。必要なレベルに必要な換気量を確保する換気エネルギーが最小必要量である。(図参照)

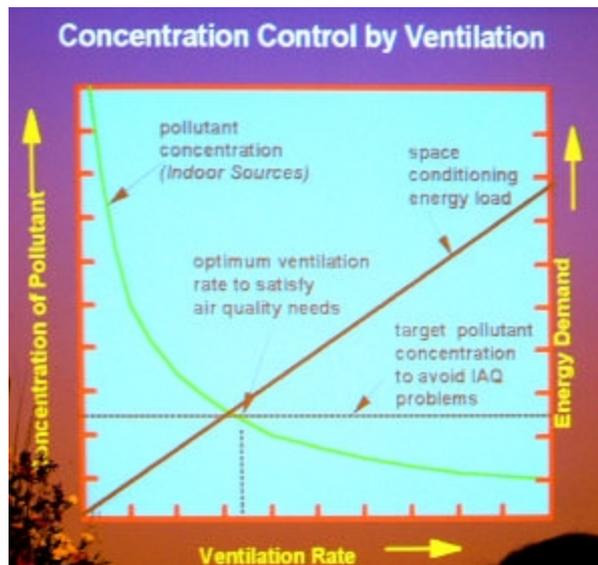
外部の汚染気体を取り込まないようにするには、発生源対策、空気採り入れ方法、エアフィルター、建物気密性が関係する。内部の汚染気体を外部に出さず、かつ、たまらないようにしないようにするには、発生源対策、換気、エアフィルター・再循環が関係する。

CO<sub>2</sub> を十分に排出しているか？ 1000ppm を超える例が多い。住宅の寝室では 5000ppm を越えることもある。

オフィスにおける CO<sub>2</sub> 実例の紹介。

学校における換気などの実例を紹介。

シャワー後 6 時間以上も家庭内の湿気は続く。



(4) PL2-5 RES 社メイ氏「世界の風車市場の動向」

I. Mays, Renewable Energy Systems Ltd.: Harnessing the wind - Global dimension.



RES 社は 2001 年の総売上高 2 億ポンドの風車製造会社で今までに 70 万 kW の建設実績がある。600 万 kW のウィンドファームを開発中。

2001 年にはテキサス 2 件 280MW + 160MW ,フランス 1 件 13MW ,ポルトガルに 1 件 10MW を建設した。

1 基あたり 1300kW および 660kW 風車を有する。

世界の市場は 2010 年に 2500 万 kW/年規模に達する。

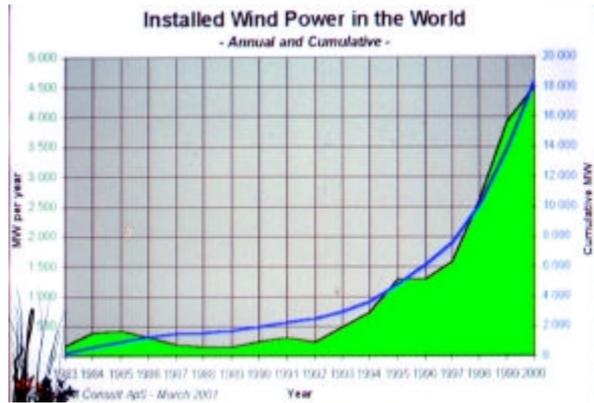
現在の欧州の再生可能エネルギーは一次エネルギー供給の 5.3%相当、これを EU 指令では 2010 年に各国について 12%目標とすることとしている。

欧州市場の予測やコスト動向についても講演があった。

英国でオフショア風力を建設する計画のフォトモンタージュ写真あり。



テキサス州キング・マウンティン 660W × 142 基



世界の風車市場統計

#### 4.4 プレナリ 3

(1) PL3-1 ユーリッヒ研究センター・アイゼンバイス氏「持続性ある太陽技術革新」



G. Eisenbeiss, Juelich: Solar innovations for global sustainability

CO<sub>2</sub>の廃棄のボトルネックは、永遠に吸収し続けなければならないこと、自然保護はよいのだが効き目は遅いこと、京都議定書は5%削減を求めていること、IPCCは75%削減を要求していることである。

気候変化の抑制を考えないときの CO<sub>2</sub> 排出量と京都議定書の間には大きなギャップがある。(右図)

石油・ガスの埋蔵量は近い将来に使い果たす。

研究はエネルギー政策の戦略的要素としてよい選択肢である。

R&D コストは現在の消費の外部コストとして扱えばよい。

研究開発資金は現在の資源消費に対する次世代への補償である。

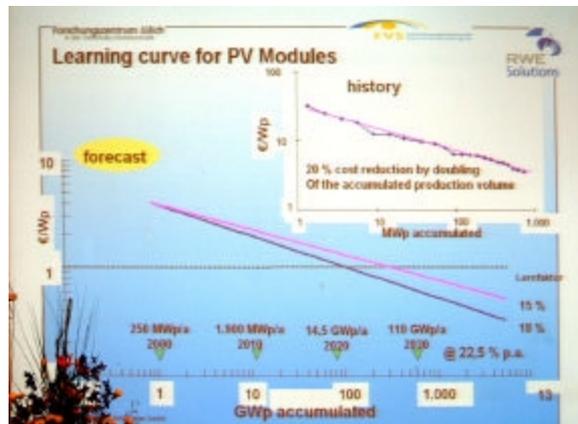
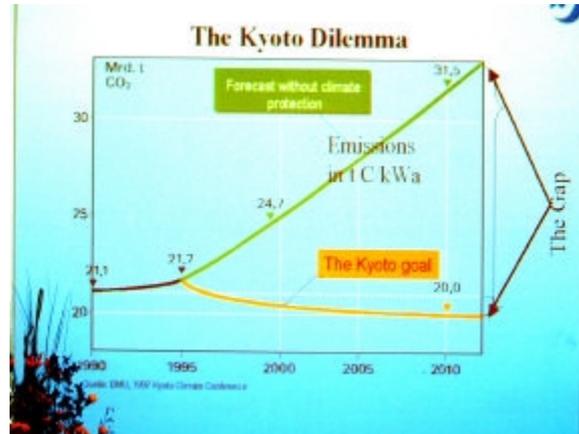
環境を汚すものは代償を支払うべきである。

太陽熱発電や風力発電が望ましい。

太陽光発電モジュールの過去の市場トレンドでは累積容量が倍になると20%コスト定価が起きた。2010年に焼く10GW、2020年には役100GW、2030年には1000GW弱と想定すると、コスト低減カーブ15%または18%では、現在の4 Euro/W程度は前者で1桁弱、後者で1桁強の価格低下が期待できる。(下図)

次の3ステップのシナリオが想定される。

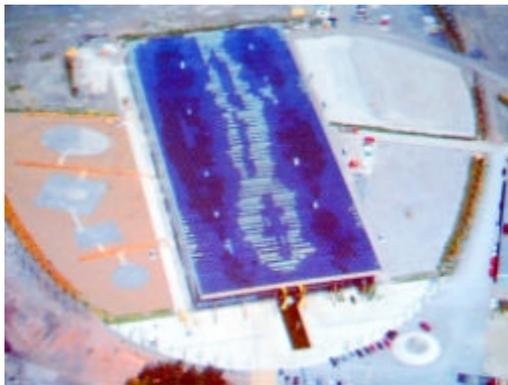
1. 需要の増加には再生可能エネルギー建設で対応。



- 2. 次の段階として在来エネルギーの代替が始まる。
  - 3. そのうちに余剰分を周辺国へ輸出する時代がくる。(これはすぐには来ない)
- 再生可能エネルギー化で輸送部分がもっとも難しい。  
耕作可能な土地ではエネルギー作物から燃料が得られる。

(2) PL3-2 フラベークソーラー・ベネマン氏「建物一体型太陽光発電」  
Benneman, Flabeg: BIPV

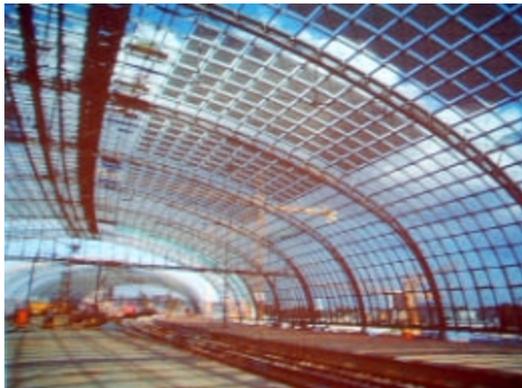
建築家はなぜ PV を使わないか。  
デザインの優れたものとして日本の産業技術総合研究所の OSL  
や日本工業大学の例を紹介。  
議事堂などのベルリン市の再開発地帯の PV 化を紹介。アモルファ  
スの事例もある。中央駅のかまぼこ状ガラス屋根の工事も行わ  
れている(大規模であり優美な概観から完成が待たれる)。ソニーセンターBIPV 紹介。ケ  
ルンメッセの駅も BIPV 化する(建設中)。  
ビル外壁は“tailor made”のものである。  
モジュールの信頼性, 面積あたりの壁面材料価格を比較。  
2005 年までの市場予測を住宅用 BIPV と商業 BIPV について述べた。各々2005 年に,  
364MW および 109MW としている。



ヘルネショッピングモール



ベルリン国会議事堂地区の再開発



ベルリン中央駅

(3) PL3-3 ドイツ石炭社・レーナー氏「炭鉱ガスの利用」

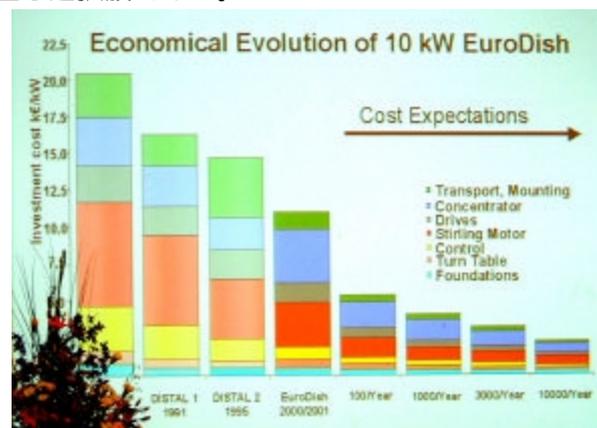
W. Röner: Mine gas utilization

ドイツはルールやザール地方に石炭が豊富である。炭鉱の炭層から噴  
出するガスの採掘は, 放って置けば温暖化効果の大きなメタンガス  
なので, 積極的な利用により温暖化抑制につながる。(筆者の素朴な  
疑問: 石炭の利用を中止したほうがもっと抑制効果は大きい?)  
炭層ガスは爆発の危険性も大きい。

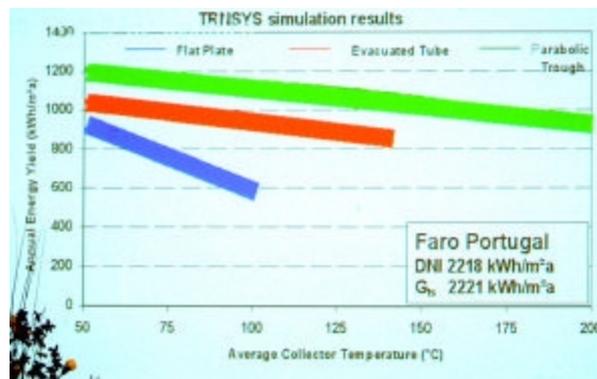
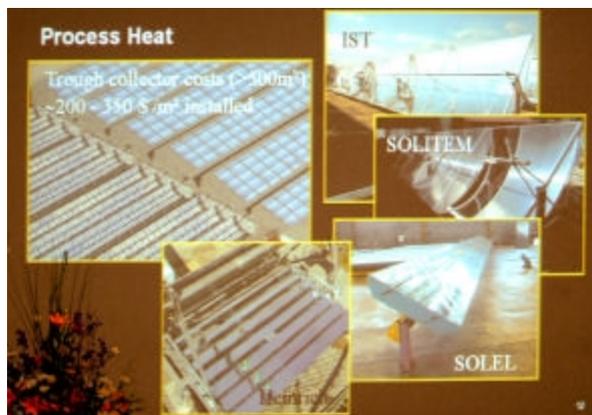


炭層ガスの採掘権は石炭とは別になっている。

- (4) PL3-4 DLR 社・ピッツパール氏「集光太陽熱発電」  
 タワー式太陽熱発電，パラボラトラフ，パラボラディッシュの各種熱発電方式がある。  
 これらは太陽直達放射光が必要である。  
 世界中でたくさんの地域で利用可能で，米国では 12 ~ 15 cent/kWh の実績がある。  
 石油が安くなってこの 10 年間は建設されていない。  
 最近になって 4 プロジェクトが計画されたが，2 つが建設進行中。スペインの Solar Tres および PS10 で，太陽熱サイクルのみのシステムで 0.15Euro/kWh を目標に 3 方式の実験を計画。  
 ディッシュ+スターリングエンジンは有望な選択肢である。



プロセスヒートや淡水化がこれからの有望な適用分野である。



パラボラトラフの場合 150°C で 1 2 0 0 kWh/m<sup>2</sup> 集熱が可能である。

#### 4.5 プレナリ 4

- (1) PL4-1 濱川教授「21 世紀の文明における PV 技術の加速的促進と役割」  
 Y Hamakawa, Ritsumeikan University, Accelerated Promotion of PV Technology and Some New Roles to the 21st Century's Civilization Life  
 文明におけるエネルギー資源利用の変化石炭・石油・LNG・電気  
 IT 進展に伴う米国電力比率の上昇を事例に現代の問題点を指摘  
 日本の PV システム導入量の長期的計画，2010 年 5GW，2025 年 500GW



## 4.6 太陽光発電技術 (PV1)

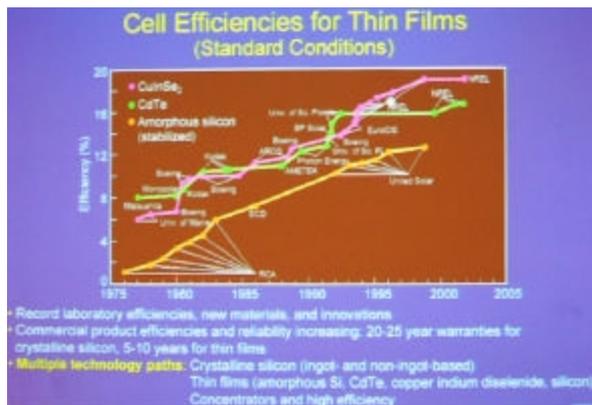
### (1) PV1-1 ディーブ NREL 「薄膜太陽電池の現在と将来展望」

S Deb: NREL, Denver, Colorado, USA, Current Progress and Future Opportunities for Thin Film Solar Cells

薄膜太陽電池の未来は明るい。効率と安定性の改善と製造コスト削減されている、複数のオプションがあり、メーカーは大量生産に乗出している。

商業と実験室レベルのモジュール性能ギャップは大きいので、この差を縮める必要がある

材料とデバイスの革新的技術開発の余地が見える



実験室レベルのセル効率

**Best Large-Area, Thin-Film Modules (standard conditions, aperture area)**

Company	Device	Size (cm <sup>2</sup> )	Efficiency (%)	Power (W)	Date
BP Solarex	CdS/CdTe	8670	10.6	91.5	5/00
United Solar Solar	a-Si triple-junction	9276	7.6 (stabilized)	70.8	9/97
First Solar	CdTe/CdS	6728	9.1	61.3	6/96
BP Solarex	a-Si dual-junction	7417	7.6 (stabilized)	56	9/96
Matsushita	CdS/CdTe	4874	10.8	53.9	4/00
Siemens Solar Industries	CdS/CIS-alloy	3651	12.1	44.3	3/99
United Solar	a-Si triple-junction	4519	7.9 (stabilized)	35.7	6/97
Golden Photon	CdS/CdTe	3366	9.2	31	4/97

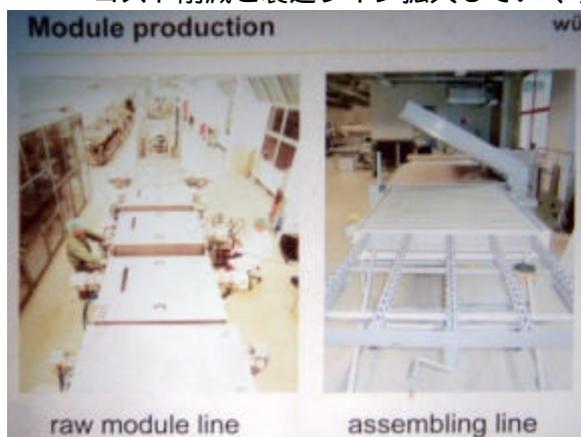
商品化されたモジュール効率

### (2) PV1-2 シャフレイ氏 Photovoltaic Systems and Manufacturing of Large Area CIS Modules

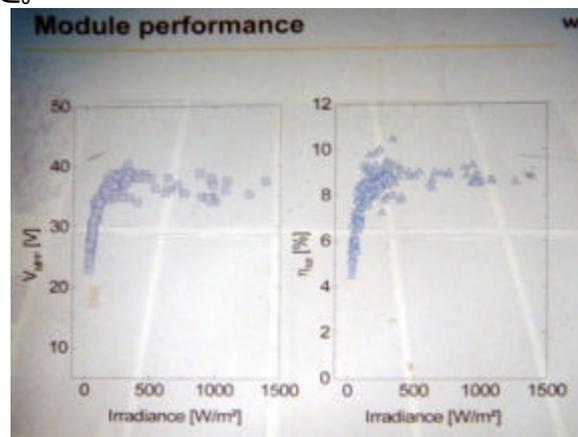
B Dimmler and R Schaffler: Würth Solar GmbH & Co. KG, Marbach am Neckar, Germany

Würth Group の活動を紹介, Würth Solar は CIS モジュール製造, Würth Solergy は PV システム設計・設置。

Würth Solar: CIS モジュール製造工場を 2000 年 5 月から機械調整・製造開始。サイズ: 60cmx120cm; 平均効率: 9.5%  
 事例紹介, 2001 年で 50-75kWp モジュール製造と設置。製造コスト削減と製造ライン拡大していく予定。



CIS モジュール製造過程



CIS モジュール性能

(3) PV1-3 デューリシ氏 Behaviour of a Copper Indium Gallium Diselenide Module under Real Operating Conditions

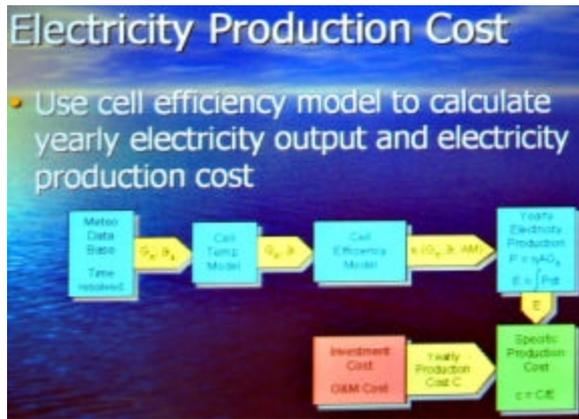
W Durisch, King Hang Lam\* and Josie\*; Paul Scherrer Institute, Villigen, Switzerland;

\* University of Hong Kong, Hong Kong, SAR China

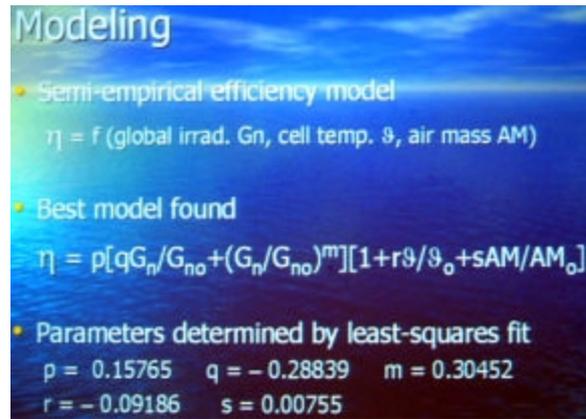


フィールドテスト：CIS プロトタイプモジュールを室外実験で計測  
 スイスのMidlandでPSIの野外試験設備使用  
 半実験的モデル式を開発，パラメータ：日射強度・セル温度・エア  
 マス  $\eta = f(G, \vartheta_{cell}, AM)$

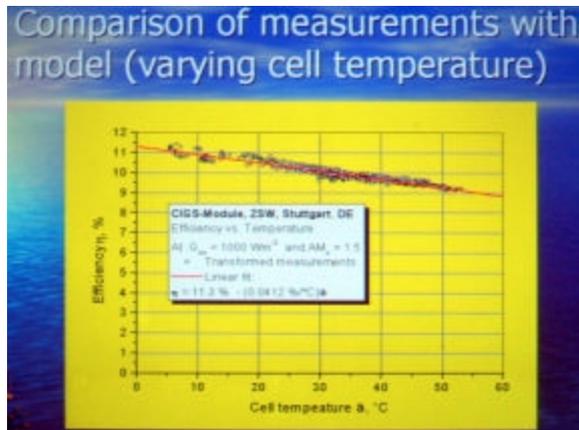
温度上昇にいる効率低下率：-0.412%/ $^{\circ}\text{C}$ ，結晶シリコンよりやや低い低下率である



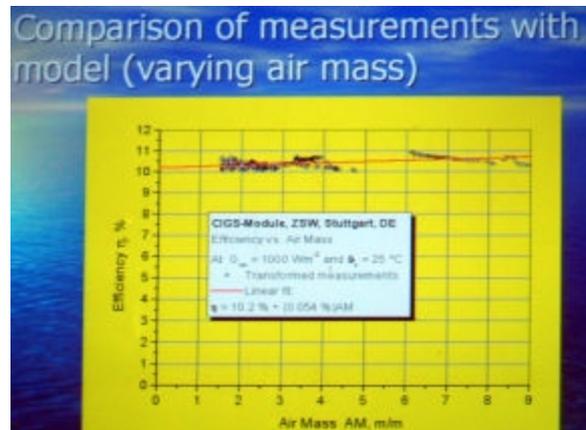
発電コストの計算流れ



効率の実験的近似モデル式



セル温度に対する効率特性



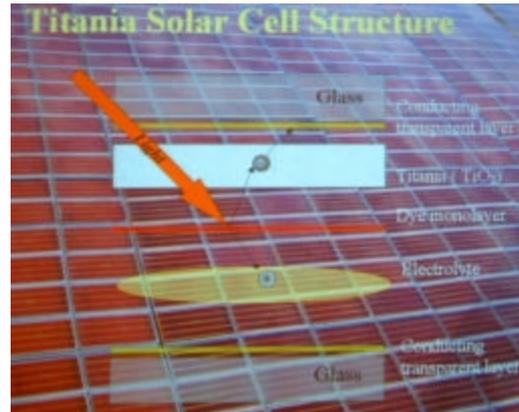
エアマスに対する効率特性

(4) PV1-4 トウローク氏 Sustainable Technologies International  
Gavin Tulloch, Igor Skryabin, DSC Solar Cells

NSW は 1984 年に設立，オーストラリアのナノテク専門，1994 年から DSC( Dye Sensitized Cell ) Solar Cell に着手，特許取得，製造・BIPV 設計設置等の活動  
DSC の特徴：入射角依存性が少ない，30 以上で高効率，低日射強度・室内で他太陽電池よりよい特性，部分的影・散乱成分にもよい特性が出る



DSC パネル外見



Titania DSC セル構造

(5) PV1-5 ブライン Powerguard Photovoltaic Roofing Tiles and European Wind Codes

C O'Brien, H J Gerhardt, B Bienkewicz PowerLight Corporation, Berkeley, CA, USA; IFI Institute for Indust. GmbH, Aachen Germany;

米国と欧州の屋根風圧耐久性等に関する規約比較  
模擬風圧試験設備，その応用に関する説明  
ビル設計規約（風圧負荷，電気，火災その他設備）合理化が PV システムのコスト削減に繋がる



風圧負荷説明

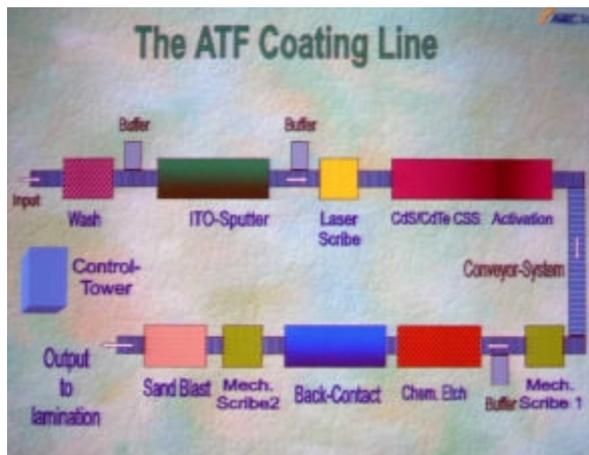
	U.S.	E.C.
Governed by:	Each state	In Germany by state, others by country
Governing codes:	4 Possibilities: <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ BOCA - National Codes</li> <li>↳ SBCCI - Standard Codes</li> <li>↳ UBC - Uniform Building Codes</li> <li>↳ ASCE-7 - American Society of Civil Engineers - Recognised by all codes</li> </ul>	Depends on country Germany: DIN 1055-4 Switzerland: SIA 160
Move Towards Harmonisation?	Yes: IBC likely to be adopted by most states	No: ENV 1991-2-4 unlikely to be adopted
Wind pressure on roofs:	Pressure coefficient * velocity pressure = Cp * qv	Pressure coefficient * velocity pressure = Cp * qv
Wind on Permeable Systems:	No approach given - but wind tunnel testing is accepted	Cp given for permeable walls, but not roofs - wind tunnel testing is accepted
Approach to give with roofs:	Wind tunnel testing -> design tables by leading experts in U.S. (CSU - Neff and Bienkewicz)	Wind tunnel testing -> design tables by leading expert in Germany (I.F.J. - Gerhardt)

米国と欧州の屋根風圧耐久性規約比較

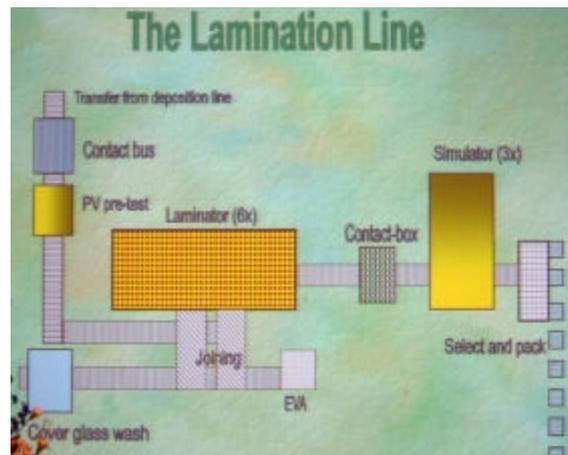
## 4.7 太陽光発電技術 (PV2) Solar Cell Fundamentals, Technology and BOS Components II

### (1) ボンネット氏 Experiences in Production of CTS Solar Modules D Bonnet: Solar GmbH, Rudisleben, Germany

ATF モジュール：高速製造・低価格材料，低材料消費，リサイクル可能，ゼロエミッション工場；  
製造工場面積：6 千平方メートル，ライン長さ：165m，製造能力：12 万枚/年(目標：40 枚/h 現在：30 枚/h) 実行時間：7day, 24 hours, 現在 72 hours, モジュール面積 60x120cm，  
効率：初期 20 枚は 5.5%，現在 6.5%；EPT：12 ヶ月；2 万枚モジュール販売された，2002 年から全能力で稼働予定



ATF モジュール製造工程コーティング



ATF モジュール製造工程ラミネーション

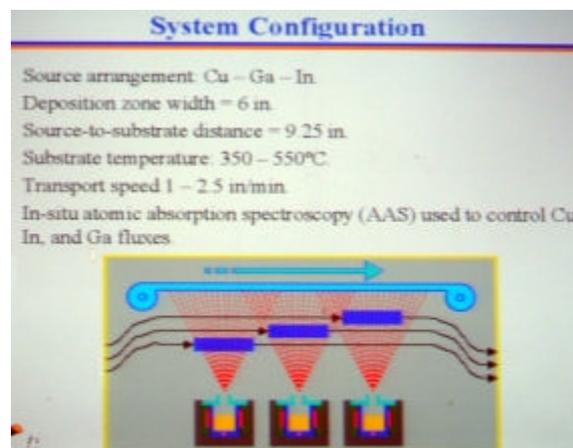
### (2) バークマイア氏 Role-to-role Deposition of Cu(InGa)Se<sub>2</sub> Films on Polymer Substrates

R W Birkmire: Inst. of Energy Conversion, University of Delaware, Newark, Delaware, USA

Cu-Ga-In Source arrangement, DEPO Width 6inches, 連続的ロールツーロール法

2 種類の蒸着プロセスを採用，ソーダライムガラス 14.9% FF=74.3  
ポリイミド：11.5% FF=66.3%

シングルプロセスより 2 段階プロセスの法がよい



システム仕様

(3) 山口教授 Towards 50% Super-High-Efficiency Multi-Junction Solar Cells  
 M Yamaguchi, Tokyo Technological Institute Director, Semiconductor Research Center,  
 Nagoya, Japan

(4) On Principles of Composite Polymer Solar Cell Function  
 V M Aroutiounian and H Tributsch\*: Dept. of Physics of Semiconductors, Yerevan State  
 University, Yerevan, Armenia; \* Hahn-Meitner Institut, Berlin, Germany

(5) Plastic Solar Cells  
 N S Sariciftci: Linzer Institute for Organic Solar Cells (LIOS), Johannes Kepler University of  
 Linz, Linz, Austria.

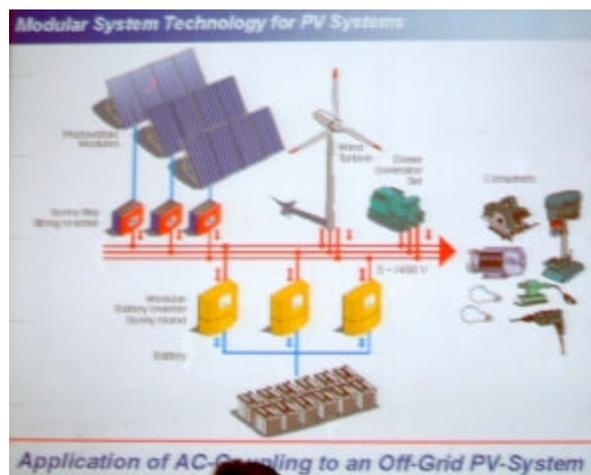
(6) Photothermal Deflection Spectroscopy for Studying Defects due to Implantation on  
 Solarcell Material  
 M Paulraj, S Ramkumar, K P Vijayakumar, C Sudha Kartha, K G M Nair and T S Radha  
 Krishnan: Dept. of Physics, Cochin University of Science and Technology, Kochi, Kerala,  
 India

(7) Fabrication and Study the Properties of a - As<sub>2</sub>Se<sub>2</sub>Te/Se +10 at% In Solar Cells  
 M N Makadsi and F H Shinater\*: College of Science, University of Baghdad, Baghdad, Iraq;  
 \* College of Ibn Al-haytham, Baghdad, Iraq

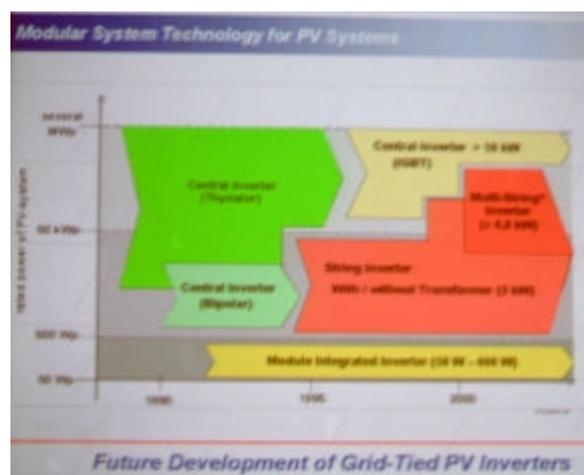
#### 4.8 太陽光発電技術 ( PV3 ) Utility and Grid Connection Issues

(1) クライマ氏 Modular System Technology for Grid-connected and Stand-alone PV Systems  
 G Cramer and M Meinhardt: SMA Regelsysteme GmbH, Niestetal, Germany

系統連系と独立型 PV システムにおける組み立てユニット技術の特徴・応用例など説明  
 系統連系ではマルチストリング SunnyBoy5000 : 3DC/DC コンバータ入力電圧 125-750V ,  
 AC 出力 4.6kW 高効率 96% , コスト削減  
 独立型ではバッテリーインバータ : SunnyIceland を使用した AC バス , 特徴は既存のローカ  
 ル系統が使用可能 , 基準化された設備多数ある , コスト削減 , 簡易設計可能 , 拡張性ある ;



独立型 PV システム構成・応用

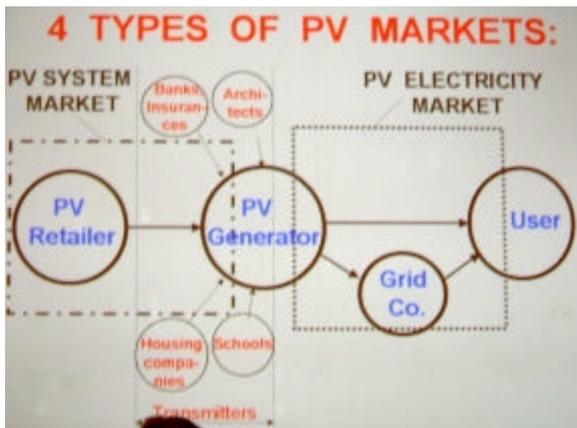


系統連系インバータの将来

(2) ハース氏 An International Evaluation of Dissemination Strategies for Small Grid-Connected PV Systems  
 R Haas: Energy Economics Group, Vienna University of Technology, Vienna, Austria



PV 市場構成・戦力方法分類；国家計画・RPS・テンドー；補助金・金融促進・買取制度・グリーン電力・課税免除；NGO 活動  
 ユーザにとってコスト・効率の面だけではなくの付加価値も付けるべき，情報交換・交流と教育活動が重要だ。  
 以下の HP から市場展開戦力と IEAPVPS のレポートダウンロード可能 [www.tuwien.ac.at/iew](http://www.tuwien.ac.at/iew) [www.iea.org/pvps](http://www.iea.org/pvps)



PV システム市場の構成・相互関係

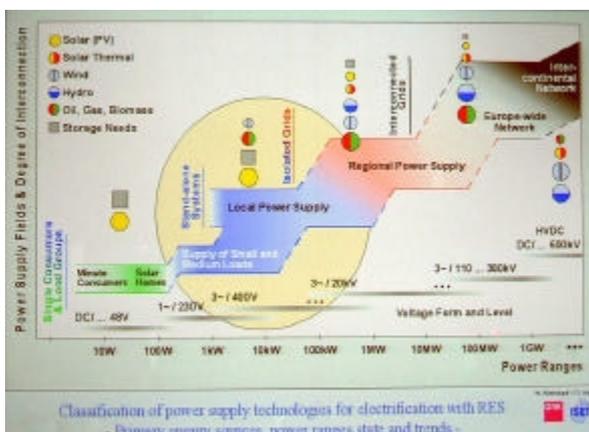


普及のキーワード

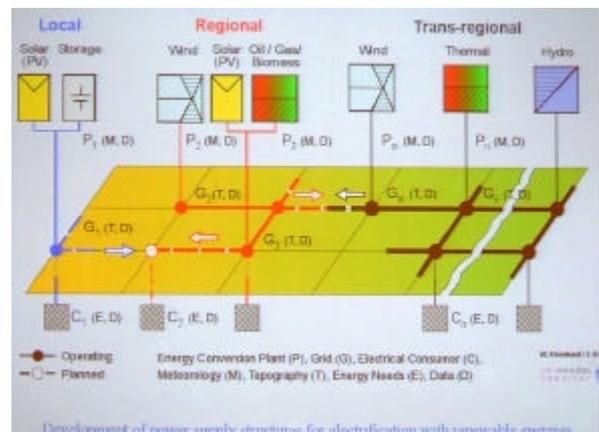
(3) クレインカフ教授 Electrification with Photovoltaic - Technology as a Part of Strategy  
 W Kleinkauf: Inst. for Electrical Energy Technology, University of Kassel, Kassel, Germany



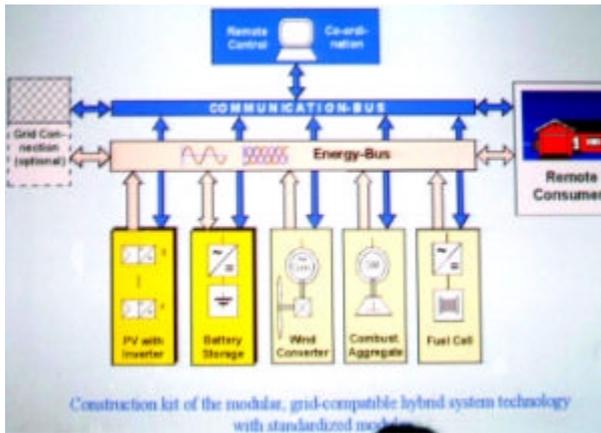
分散電源システムの位置付け，構成要素・組み立てユニット方式・ハイブリッドシステムについて説明，交流バスで標準化された設備使用され低コストにつながる，高い拡張性もつ  
 地域系統の間で情報通信とモニタリングによって最適制御とメンテナンス可能  
 Kythnos の Greek 島の地域ミニ系統設備構成，ユニット式系統事例



分散電源システムの位置付け



地域間の系統の連系



地域ミニ系統設備構成

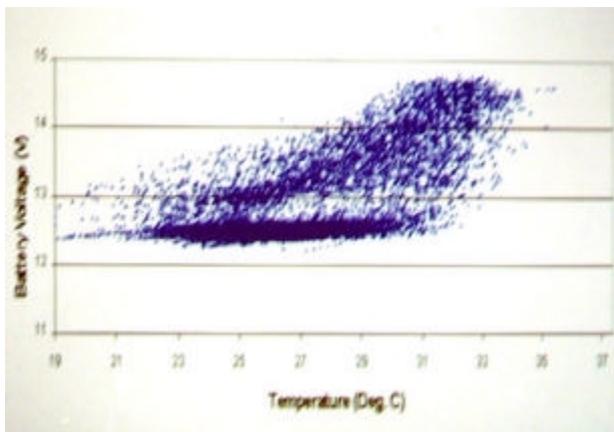


分散型電源システム事例：Kythnos の Greek 島

(4) ダスキ氏 Solar Home Systems Performance in Hamlet of Polinggona, Indonesia

A S Dasuki, M Djamin and F Nieuwenhout\*: Centre for Assessment and Application of Energy Conversion and Conservation Technology, BPPT, Jakarta, Indonesia; \*Netherland Energy Research Foundation (ECN), Petten, The Netherlands

インドネシアの地方電化対策として 167 セットのシステムを 98 年から設置した中 5 台のシステムに 4 チャンネルのデータロガー付のシステム運転データを解析  
 SHS 構成：多結晶 Si モジュール 50Wp, 蓄電池 70Ah, 充放電装置 10A, 蛍光灯 6W 数本  
 計測間隔は 20 秒瞬時値の 30 分毎平均値, モジュール電力出力・負荷電力・蓄電池の電圧・温度が測定され, 比較的高い出力係数を示している



温度に対する蓄電池電圧特性

MEASUREMENT RESULTS						
Data-log No.	Owner of house	Occupant	Average Module energy (Wh/day)	Average Load consump. (Wh/day)	Max. battery voltage (volt)	Minimum battery voltage (volt)
2-42163	Kadiat	Farmer	150	80	14.60	12.21
5-42241	Martin	Farmer	150	100	14.42	11.61
7-42192	Hamid	Farmer	110	105	13.91	11.34
9-42115	Hall	Student	145	100	14.46	11.53
Santner	Yusuf	Teacher	-	-	-	-

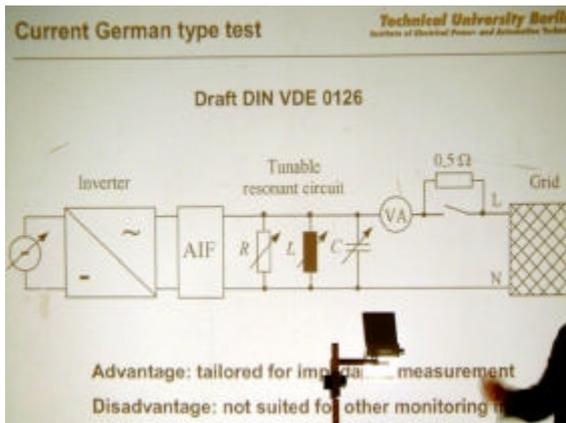
SHS の入出力と蓄電池電圧

(5) シュルズ教授 Proposal for an International Standard for Islanding Detection Standard

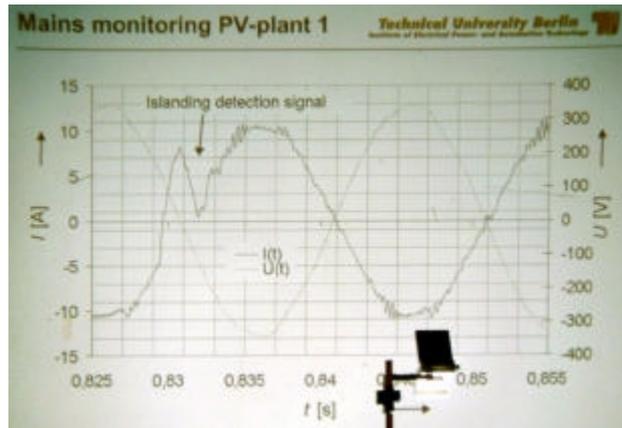
D Schulz and R Hanitsch: University of Technology, Berlin, Germany

ドイツにおける単独運転防止機能 AIF の規格, 問題点, 解決案  
 無効電力モニタリング, ドイツの現在コード DIN VDE0126 は無効電力監視に適して他方法に向いてない  
 ドイツの単独運転防止機能の規格が修正できてない理由, 他の試験方法が認めべき, 分散電源システムに関する新規格が必要





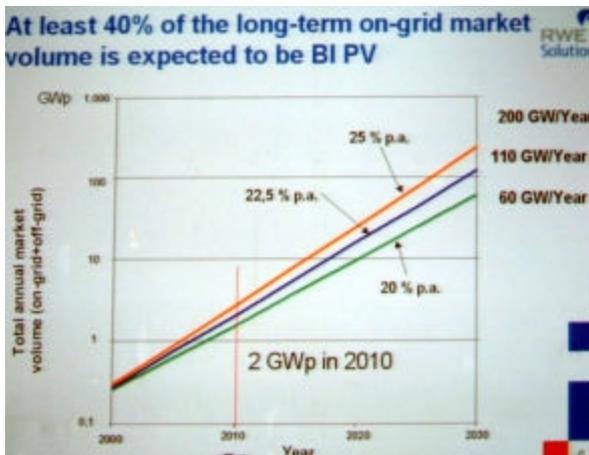
ドイツの規格 DIN VDE0126



単独運転感知例

(6) Building Integrated PV (BIPV): One of the Major Market Segments for the Future Solar Electricity Industry  
W Hoffmann, Roland Neuner: RWE Solar GmbH, Alzenau, Germany;

BIPV の特長とビルへの付加価値：クリーンエネルギー利用, デザイン, 日陰等  
BIPV 市場成長段階, B2C がドイツにメイン, B2B 建築業者との協力  
Win-Win 体制必要, 新住宅に導入されるケース増加, デザイン設計も,  
2030年までの予測図, BIPV の事例多数紹介, 日本の事例も



2030年までの BIPV 市場予測 40%



BIPV の事例

## 4.9 太陽光発電技術 (PV4) Photovoltaics in the Built Environment I

### (1) トレブル氏 A Domestic PV System in Southern England - One Man's Experience

F Treble: Consulting Engineer, Farnborough, Hants, UK

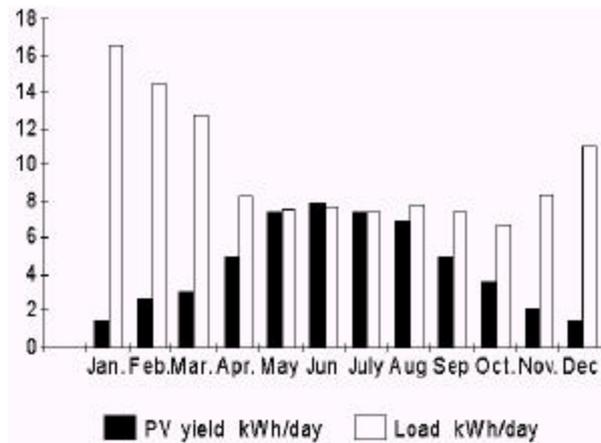
単結晶 Si の 2kW システム設置, スtringインバーターを 2 台使用, 設置目的: システム性能測定, CO<sub>2</sub> 削減に個人として協力したく

モニタリング項目: 出力電圧電流, 発電量, 停止, 故障記録

システム総合効率 PR=75%, 2001 年では電力負荷の 47% を PV から供給, Annual Final Yield : 807hr, Reference Yield : 2.93hrs/day, 1069.45hrs/Y, 夏の負荷 mismatch は大きい



アレイ外見



PV 発電と消費電力量

### (2) Building Integrated Photovoltaic Systems in India

N K Bansal, IIT Delhi, India

インドにおける BIPV の設置事例紹介;

### (3) シュノフ氏 Photovoltaic Megawatt Rooftop Plants – the World's Largest Photovoltaic Roofs

E Cunow: Siemens und Shell Solar GmbH, Munich, Germany

2.3MWp の FloriadePV ルーフ: サッカー競技場 3 個分, 100x276m, 日陰問題がある, 南向きではない; 南西, 北東, 分割;

SiemensNL がメインに実施, プロジェクト予算 17.5mill.Euro ?; 17.5%透過率, 118Wp モジュール 19,380 枚; 19 スtring, ケーブル長さ: 70km; 0.5%が工事中に壊れた。Yield は低い ( 1.23GWh/Y と予測している )

ミュンヘンの Trade Fair Center の 1MWp ルーフシステム: 屋根には貫通ボルトはない, 96%インバーター効率, 回転マスタースレーブ ( 運転時間を合わせる ), 低日照時には台数制御, アレイ対地絶縁抵抗は常時監視, 3%の頻度時間が 1000W/m<sup>2</sup> を超え, 7%のエネルギーに相当する! 28 度傾斜 反射ではないと考えている

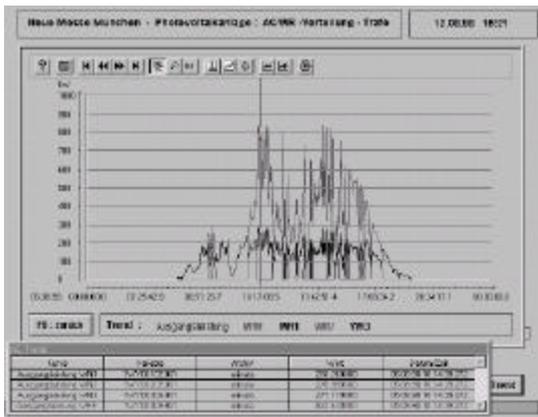




2.3MWp の FloriadePV ルーフ



ミュンヘンの Trade Fair Center : 1MWp ルーフトップシステム



PV システムの運転状態監視画面 (曇りの日)

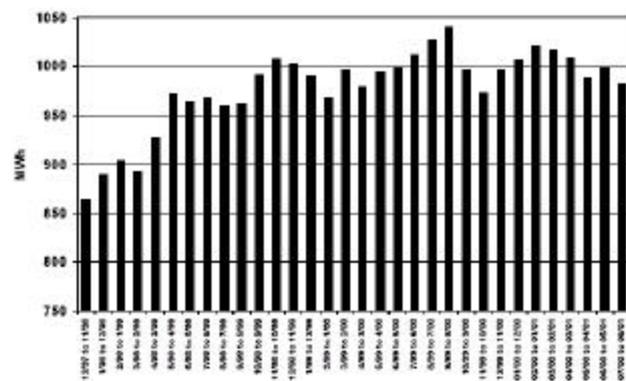


Fig. 4 Gliding monthly figures for the system in 12 monthly segments in each case

月毎の発電電力量

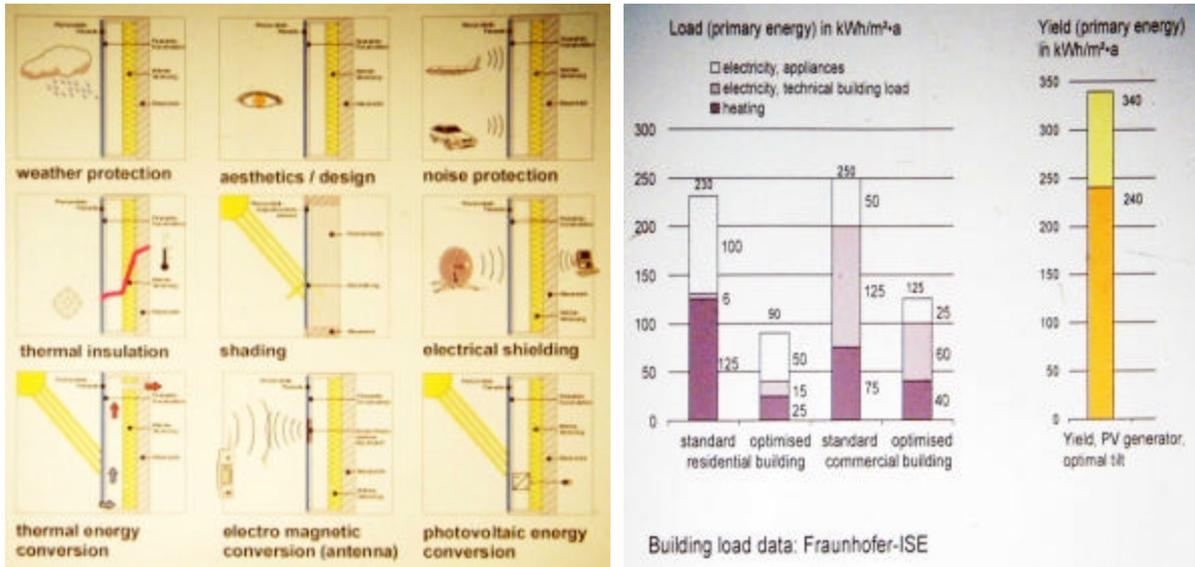
#### 4.9 太陽光発電技術 (PV5) : Photovoltaics in the Built Environment II

(1) Energy Self-Sufficient Urban Buildings: Evaluation of Building Integrated Photovoltaics  
 T Miyazaki, R Leutz, A Akisawa and T Kashiwagi:  
 Tokyo University of Agriculture and Tech., Tokyo, Japan

## (2) Photovoltaic Power Generation for the Built Environment

H Gabler: Center for Solar Energy and Hydrogen Research, Baden-Württemberg, Stuttgart, Germany

PV の電気が高いのは分かっているが多くのドイツ人が PV を好んでいる  
 市場規模：70MW, 450M euro, システム価格：6.5Euro/W, その内独立型 3MW, ビル上でない  
 系統連系：1MW, ビル上に 65MW;  
 普通の Facade 650euro/m<sup>2</sup> PV: 1100euro/m<sup>2</sup>



Facade の役割一覧表 Multifunctional PV façade

ビルの消費電力を普通と BIPV の比較



Zwei SUNSLATES のルーフトイル

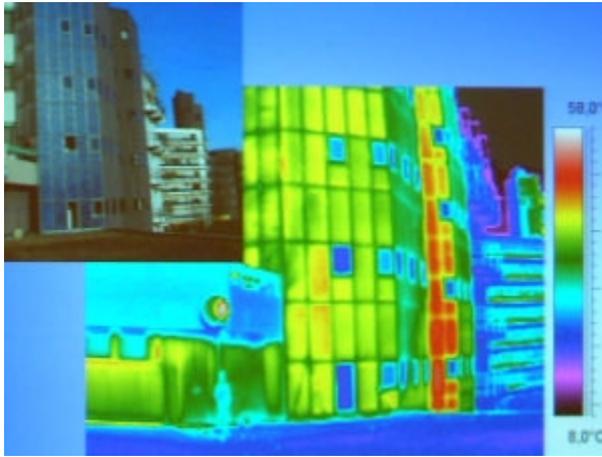
## (3) System Analysis of Photovoltaic (PV) Facade Systems

H Becker, W Vaaßen, K Oeljeklaus and G Markert: TÜV Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, Test Centre for Energy Technologies, TÜV Rheinland / Berlin-Brandenburg Group, Cologne, Germany

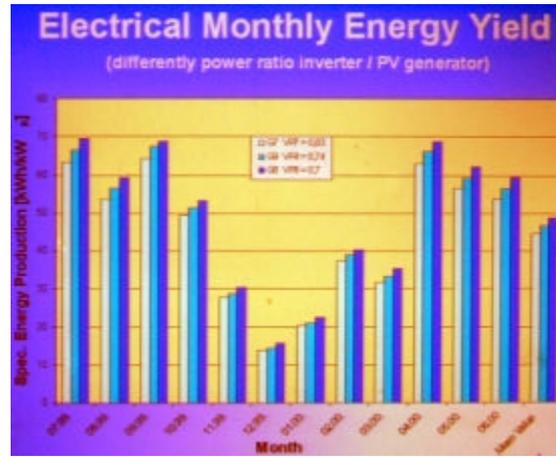
AG Solar, インバータに関する調査を行い, 出力レベル別インバータの市場統計, DC 電圧対最大出力



University of Essen 建物の表面温度分布計測，午前より午後のほうがアレイ温度 20 度くらい高い，同じ日射量に対し  
 その他 BIPV 事例多数紹介，“ Basics” Brochure 出版する



University of Essen 建物の表面温度分布



月別システム出力係数

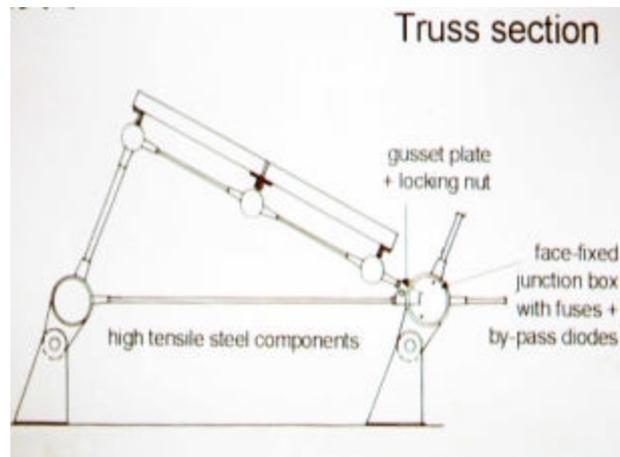
(4)クローズ教授 Development of A Proto-Type PV Deck-Shading System  
 J Close, H C Tam and Y H Wong: Dept of Architecture University of Hong Kong, Hong Kong, SAR China



学校における PV Deck-shading プロジェクト，香港の特徴高速ビル多い，高気温，台風襲来多し，  
 7.5x9.6m の組立式換気貫通型甲板（デッキ）に PV をつけ，冷房負荷の削減と野外教室スペース造りそしてクリーン発電することが目的；  
 温度の影響を受け難い薄膜 CIS を選ぶ，標準モジュール 35-85 度で 2%効率ドロップ，トラス構造，  
 2400N/m<sup>2</sup> 風圧 25mm たわみ，吸引力（Suction）がまずい，1：100 モデルで風洞試験した。-7.28kPa 最大風圧試験，+1.50kPa -3.30 kPa 負圧試験；-17 kPa で 10sec も行った  
 費用：US\$292,506 建設費 モニタリング含む；US\$677per m<sup>2</sup>，Siemen Shell ST40 US\$3/W  
[www.arch.hku.hk/research/schoolsBIPV](http://www.arch.hku.hk/research/schoolsBIPV)



完成予定の学校外見



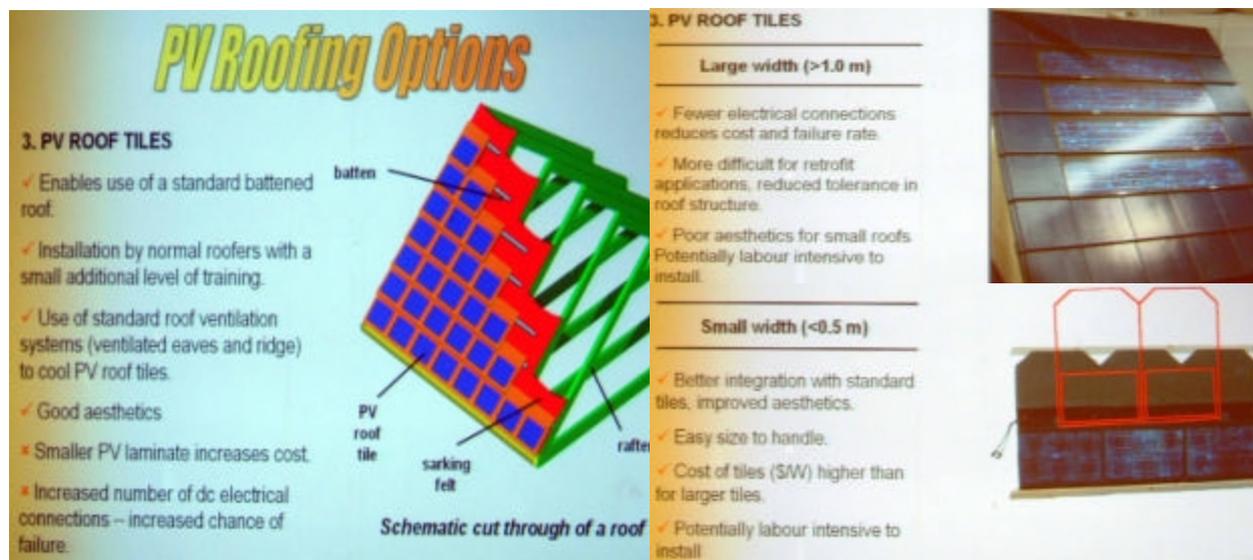
トラス構造のアレイ架台

(5) バハジ教授 Photovoltaic Roofing: Issues of Design and Integration into Buildings  
 A S Bahaj: Southampton Univ, Civil and Environmental Eng., Sustainable Energy Res.  
 Group, Southampton, UK

初期 PVRoofing は BP Solar SEP “Sun in a Box” system , 欠点あり  
 瓦サイズ別 (0.5m より小さく・1.0m より大きい) 特徴を示す, あとから交換容易, 大きいルーフモジュール特性のものより通常のもジュールを利用したが経済的, モジュール組立てのアニメ秀逸  
 アクセルは [www.soton.ac.uk/~serg](http://www.soton.ac.uk/~serg) , serg@soton.ac.uk



初期 PVRoofing : BP Solar SEP “Sun in a Box” system



ルーフタイル(瓦)PV の特徴, そのオプション, 瓦サイズ分類 (<0.5m; >1.0m)

(6) ベイト氏 Economics and Project Management Interventions in a Large Scale (1000 Schools) EU Funded PV Project in South Africa

J-Paul Louineau, J R Bates, R Oldach, S Taylor, C Purcell\*: IT Power Ltd, Chineham, UK; \* Energy and Development Group, Cape Town, South Africa



Jonathan Bate が代理講演 IT Power , 880Wp x 1000 rural schools プロジェクト , 以前のプロジェクト実施が悪く , 設備と設置の品質は低かった , 盗難・破壊多数発生 , 2000 年 5 月で 31 件の盗難・破壊  
Beneficiary : Department of Education , '98 年 12 月 スタート , 2000 年 11 月改善点を盛り込んで再スタート : 880Wp アレイ , 510Ah 24V 蓄電池 , 900W インバータ , 蛍光灯負荷 14pcs 36W , バッテリー物置を設置 , galvanised キュービクルに収容  
建設保証 1 年間で DoE に移管 , 品質管理体制 , 簡単な保守は学校の教師に , 使い方・メンテの研修実施 , マニュアル・記録ノート配布 , 盗難・破壊発生 6 ヶ月後 6.2% ! , その対策



導入された PV システムの外見



盗難・破壊対策 : フェンス・網かけ

(7) オウミー氏 Comparative Design and Monitoring of PV Systems on a Domestic and an Educational Building

S A Omer, R Wilson, and S B Riffat: School of the Built Environment, The University of Nottingham, Nottingham, UK



イギリスの Nottingham 大学にて 2 種類の BIPV を設置し , モニタリング・性能評価を行い教育・情報提供・環境保全に役立つ目的とするプロジェクト

センターに設置したシステム : a-Si モジュール 952Wp , 面積 20 m<sup>2</sup> , 傾斜角 90 度 , 1.1kW SunnyBoy ;

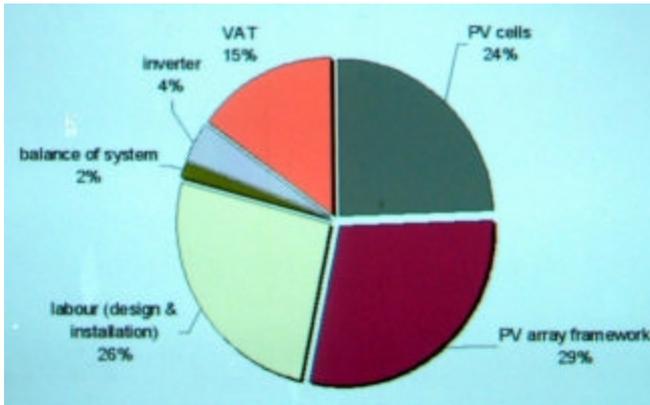
Eco-Energy House 4 寝室住宅 , 寄棟に SunSlate 瓦単位のルーフを設置 , 単結晶 Si , 傾斜角 52 度 , 1.58kWp アレイ , 1.1kW SunnyBoy ;

予想よりずいぶん少ない , 系統電圧が高い ? ,

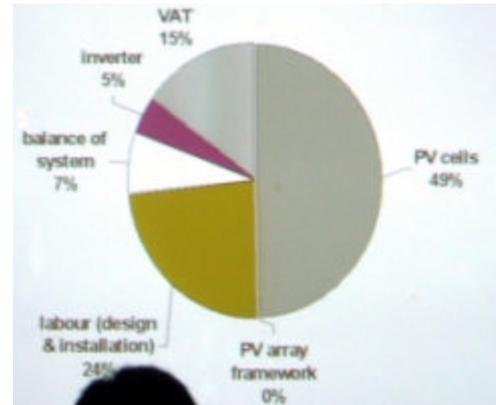
詳細経済性分析 , 6 % 利率 , 付加価値税 17.5 % , 5% のときに発電コストを表に示すように試算している

表：各 PV システムの付加価値税による発電コスト

PV システム	付加価値税 VAT	年間平均発電コスト [ユーロ/kWh]
RE センター	17.5%	11.53
	5%	10.30
エコハウス	17.5%	3.12
	5%	2.80



センターに導入したシステムのコストの内訳



住宅システムのコスト内訳

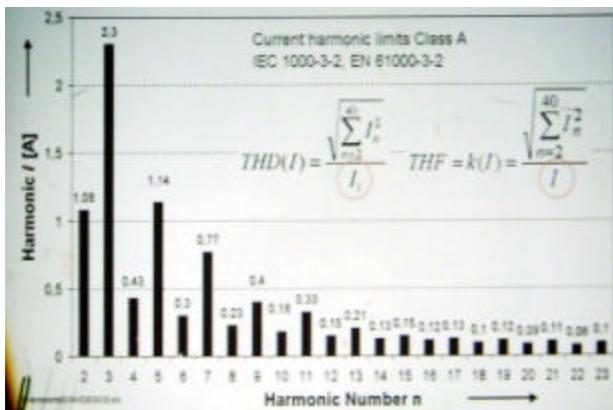
(8) シュルツ氏 Power Quality Investigations of Grid Connected PV Plants

D Schulz, K Moutawakkil and R Hanitsch: University of Technology, Berlin, Germany

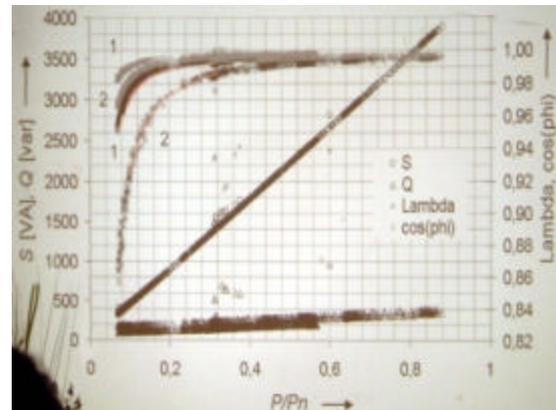


Hanitsch 氏の代理 系統連系 PV システムの電力品質をモニタリング、Plant1 にインバータ 2 台、1 インバータに 2~3 スtring、Plant2 に 2 と 3 スtring インバータ接続、異なる種類のインバータと系統インピーダンスにおける品質の比較

ダウンコンバータ + トロイダルコア変圧器、ひずみ、電圧変動、力率などを観測、PNA3000 Network Analyzer を使用、時間の経過と共に歪み率が変化していく。



計測・解析結果：高調波スペクトル分布



有効・無効電力の変化

#### 4.10 太陽光発電技術 ( PV4 ) Stand Alone Systems and PV for Rural Development

(2) S. Abughrees 氏 Sea Water Reverse Osmosis Powered from Renewable Energy Sources – Implementation of a Stand Alone Desalination System in Libya

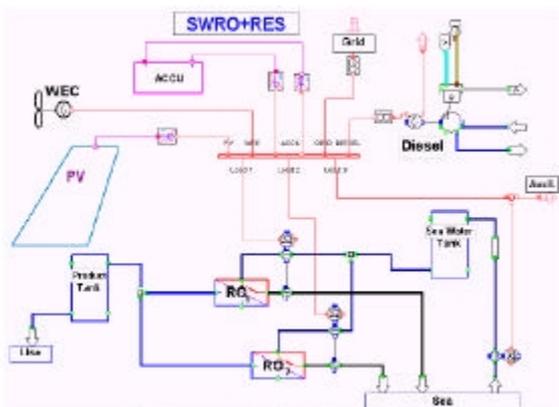
S Abughrees, S A Kershman\*, J Rheinlander\*\* and H Gabler\*\*:  
El Fateh Univ., Tripoli, Libya; \* General Electricity Company of Libya, Tripoli, Libya; \*\* Center for Solar Energy and Hydrogen Research, Baden-Württemberg, Stuttgart, Germany



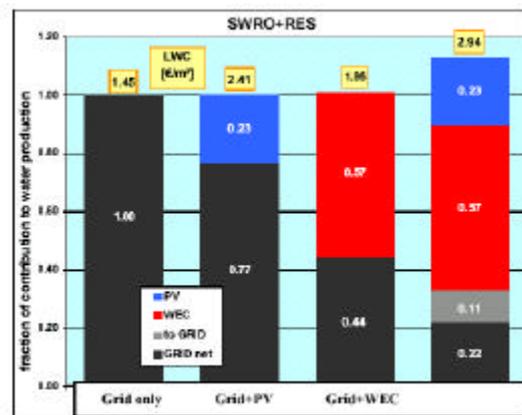
リビアの Ras Ejder における小規模式海水逆浸透式淡水化，風力 + PV，風速はそれほど高くない，高さ 10m での年平均風速 4.4m/s，夏の午後が風が比較的 OK

42,000ppmTDS，浜井戸を取水に利用，容量：2x150m<sup>3</sup>/d，300m<sup>3</sup>造水量，200kW WEC，50kW PV，バッテリーなし，DG 系統に連系を想定，70kW 一定負荷 RO  
リビアで 1000 人いれば DG 系統がある，夏の日中は余剰電力を逆潮流する，風力だけでは 47%をまかなえる。今回は他のオプションも研究（？）

コストに関する解析発電コスト LEC：grid のみ：3.7Euro/kWh，grid+PV: 13.6 Euro/kWh，grid+WEC:11.2 Euro/kWh，PV+WEC+Grid: 21.4 Euro/kWh，生産コスト LWC PV+WEC+Grid: 2.34Euro/m<sup>3</sup>，grid のみ：1.35 Euro/m<sup>3</sup>，1.2 Euro が RO 部分のコストシェア。



海水逆浸透式淡水化システムの構成図



各オプションの発電エネルギー寄与率

(3) コルデイブ教授 Opportunities of Photovoltaic Systems for Rural Electrification in ESCWA Member Countries

M Kordab: Prof. at Damascus University; expert at Energy, Natural Resources and Environment Division of ESCWA, Beirut, Lebanon

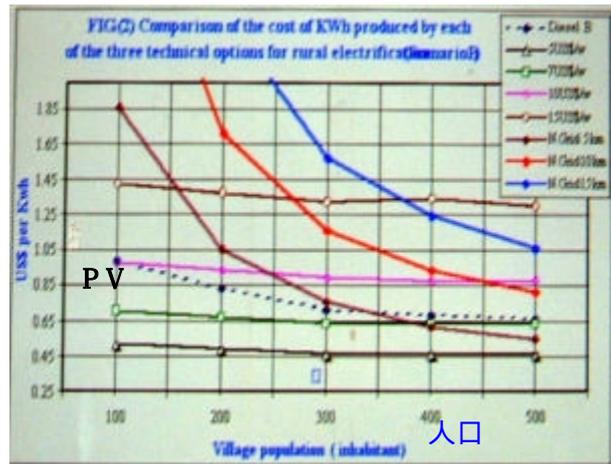


ESCWA 諸国：レバノン，バーレーン，エジプト，イラク  
ヨルダン，クウェートなどの 13 カ国，人口では 1.66 億人，その内 1.05 億人は地方に住む，

人口 200 ~ 300 人の村では学校 360Wh/d，モスク 290Wh/d の電力需要がある，電力需要による PV システムの容量を以下の表に示す，

系統から距離 5, 10, 15km の送電線延長と PV システム導入（5, 7, 10 & 15 ドル/Wp），ディーゼル（250ドル/トン，6%利率；350ドル/トン 10%利率）とのコスト比較も示された，500 人部落が 15km の送電線延長が 80 cents/kwh，PV コストが 10 ドル/Wp で下回る

Daily elect. Ener. & PV Sys Capacity					
Villages inhs	100	200	300	400	500
Daily elect. ener. needed (KWh/d)	11.15	22.95	34.10	49.14	60.29
Daily elect. Ener. Requ. From PV sys (KWh/d)	14.87	30.60	45.46	65.52	80.39
PVsys capacity requ. (KWp)	2.70	5.56	8.27	11.91	14.62
PV sys nominal capacity (KWp)	3.0	5.8	9.5	12.0	15.0



村落の規模による電力需要と PV の容量

送電線延長・ディーゼル・PV のコスト比較

(4) A Jäger-Waldau 氏 Development of a Roadmap for European PV R&D

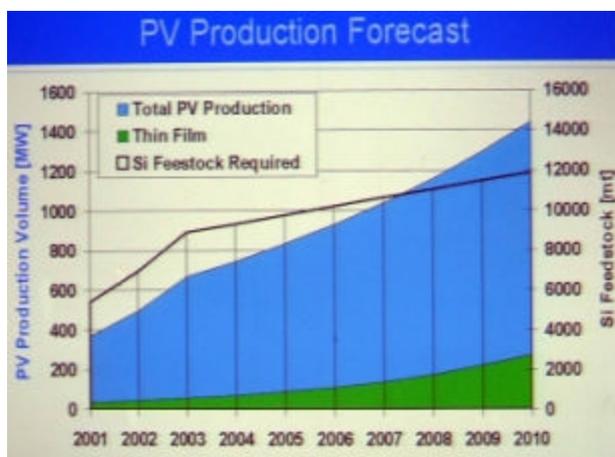
A Jäger-Waldau: European Commission, Joint Research Centre, Renewable Energies Unit, Ispra (VA), Italy



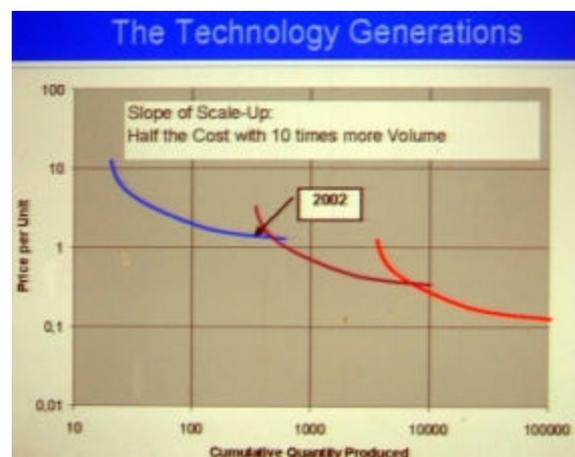
PV-NET の紹介, 各国のセル生産量を 2010 年までの対数軸グラフで示す, EU の目標 2010 年に 10% シェア

JP Roadmap を例に引いた, 10 倍市場規模 1/2 コスト, 技術世代

PV-NET ワークショップのキーワード: R&D, 生産装置, 品質管理, システム設計, BIPV, リサイクル, 認定・標準化など, 情報交換・協力関係が必須, アクセス: [www.pv-net.net](http://www.pv-net.net)



2010 年までの生産量・Si 材料供給予測



10 倍市場規模 1/2 コストの生産量と単価関係

(5) A de Miguel 氏 Performance Analysis of a Grid-Connected PB System in a Rural Site in the Northwest of Spain

J R S Cazorra, A de Miguel, J Bilbao and C Martin: Dept of Applied Physics, University of Valladolid, Spain

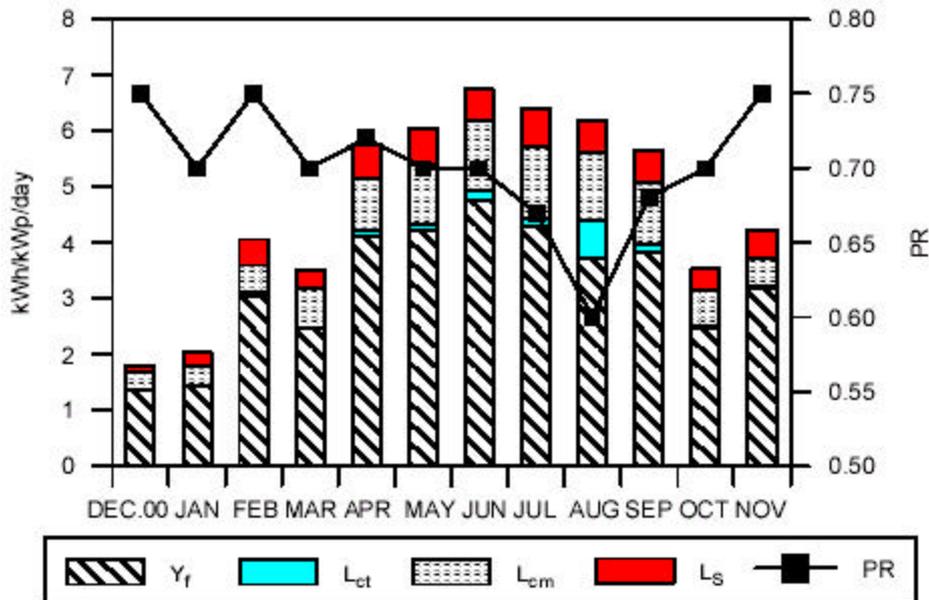


4.3kW の系統連系 PV システム 単結晶 Si 3 直 x 6 並接続アレイ 2 units, モニタリング装置付

データ解析は等価アレイ運転時間, 等価日システム稼働時間, 出力係数, インバータ損失, アレイ損失 (温度上昇による損失, その他の損失) に

算出，グラフに表示，

1年間のデータ，PR：0.6～0.75；8月PR低い原因は嵐によるシステム停止，損失分離によって運転状態を監視し，原因を突き止められる



解析結果：システム出力係数・等価稼働時間と各損失

TABLE I  
CHARACTERISTIC PARAMETERS AND SYSTEM EFFICIENCIES

$Y_a$ (kWh/kW <sub>p</sub> )	$Y_f$ (kWh/kW <sub>p</sub> )	$Y_r$ (kWh/kW <sub>p</sub> )	$E_{Grid}$ (kWh)	PR (%)	$\eta_{A,mon}$ (%)	$\eta_{inv}$ (%)	$\eta_{Tot}$ (%)
1352	1180	1699	5099	69.8	13.68	89.45	12.15

References

1. G.Blaeser, D.Munroe. "Guideliness for Assesment of PV plants, Document B". Report EUR 16339 N.1995.
2. A.Amarbayar, K.Kurokawa. "Performance analysis of portable photovoltaic power generation system based on measured data in Mongolia".Tokyo University of Agriculture and Technology 2001.
3. U.Jahn, D.Mayer."Analysis of the operational performance of the IEA Database PV system".16<sup>th</sup> European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition,Glasgow. May 2000.

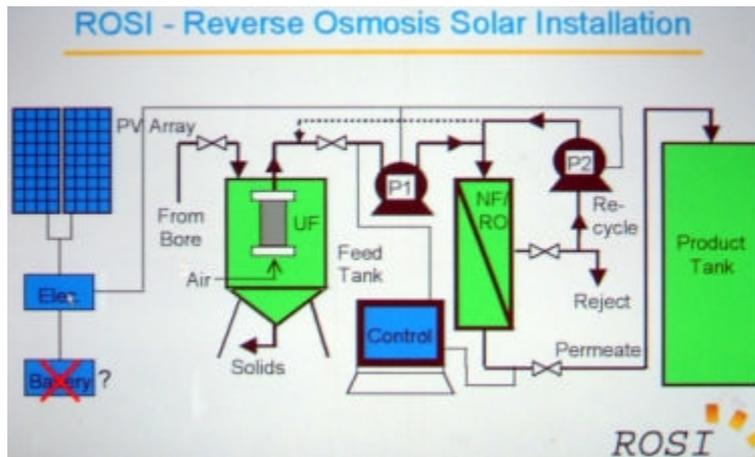
(8) リチャード氏 Photovoltaic-powered Desalination System for Remote Australian Communities

B S Richards and A I Schafer\*: Centre for Photovoltaic Engineering, The University of New South Wales, Sydney, Australia; \* Civil & Environmental Engineering, UNSW, Sydney, Australia



UNSW/CSIRO との共同研究，800 村地下水利用，18000 人水問題あり，健康問題，地下水資源図，日射量マップ太陽エネルギー資源，かん水，降雨地図  
設計：500L/day，PV，膜フィルタリング淡水化，きれいな水を貯蔵，モジュラスシステム  
マイクロフィルターはバクテリアに除去，ultrafiltration(UF)，nanofiltration(NF)，RO，UF: minimize fouling きれいな水を用意，low pressure drop，UF NF/RO  
ROSI：Reverse Osmosis Solar Installation，場所：White Cliffs，人口 250 人の村，シドネイか

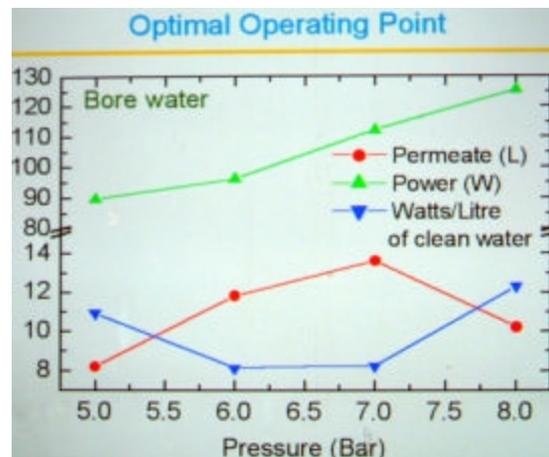
ら 1200km , 最適運転状態



ROSI システムの構成図



フィールドテスト , システムの外見



最適運転状態

#### 4.11 太陽光発電技術 (PV7) Manufacturing, Testing and Certificate

(1) W Wiesner 教授 Test Facilities for Longtime Survey on Small Decentralised PV-supplied Energy Systems

W Wiesner: Section Renewable Energy and Material, University of Applied Sciences, Cologne, Germany



PV-WindのR&Dプロジェクトの一環でSHSの寿命評価・サイクルテスト、市場成長妨害原因：ユーザが期待する寿命に達してない、蓄電池の早期劣化、充放電装置の故障、CCのラジオへのノイズ；

SHSのサイクル試験、深放電試験、IEC61427試験：長期間が必要、試験装置：モジュールシミュレータ、CC、蓄電池、負荷、long term cycling test 20C

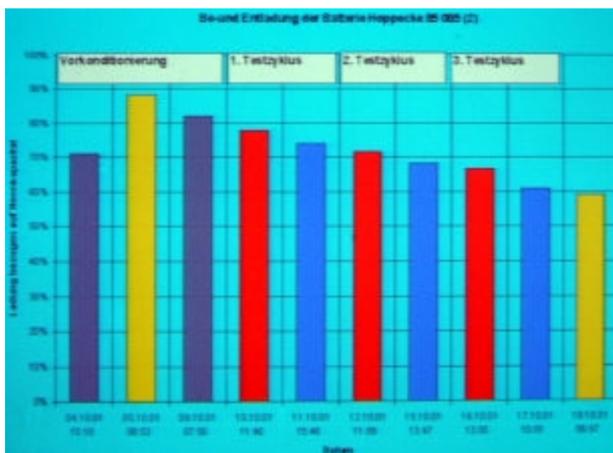
蓄電池性能テスト：初期試験充電  $I_{20}$ 、状態・容量試験 discharge to 10.8V、サイクル試験、5 サイクル・均等充電、結果に時間が必要、一部の結果を示した、鉛に比べてジェル電池はよい性能を示す



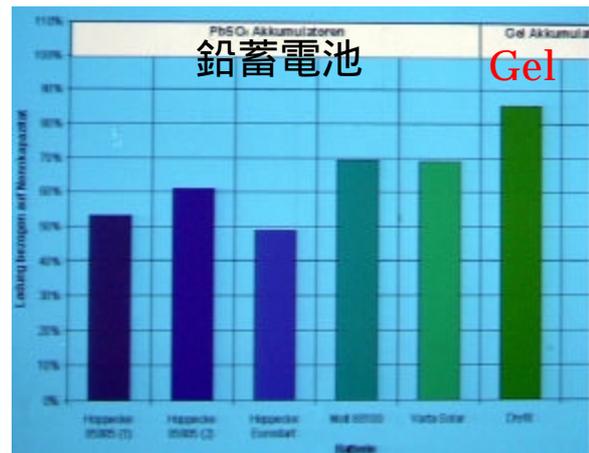
SHSの試験設備



各種蓄電池のサイクル試験設備



サイクル試験結果の一部



鉛蓄とジェル蓄電池との比較

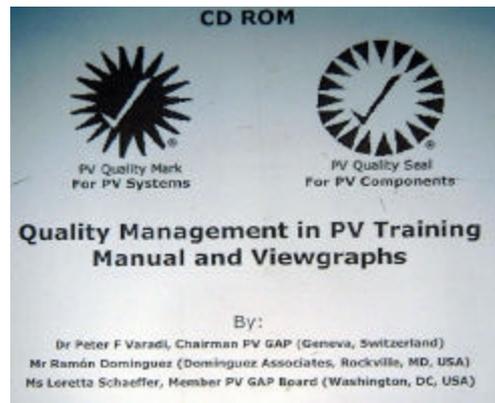
(2) Global Approval and Certification Program for PV

P Varadi, A Bergmann\* and R Kay\*\*: PV GAP Chevy Chase, MD, USA; \* DKE, Frankfurtam Main, Germany; \*\* PV GAP , C/O IEC Central Office, Geneva, Switzerland



PV-GAP( Global Approval Program for a PV )の紹介 ,組織構成 ,委員 , IECQ product approval and PVGAP licensing, Pulz , Chairman, World council for RE

PV-GAP を利用すると高品質・コスト削減をできる！



PV 品質検査済みシール , 研修マニュアル

(4) W Wiesner 教授 Status of Standardisation of Qualification systems and Test Procedures for PV -Systems and Components

W Wiesner: Section Renewable Energy and Material, University of Applied Sciences, Cologne, Germany



規格の必要性 , 安全・品質・性能に関する規格 , IEC の規格作成手順 NP WD CD CDV FDIS IEC PAS ,

どこが PV モジュールテストをするか : ESTI , ASUPTL , TUVIEC ;

どの機関が認定するか : TUV , UL , PV-GAP , IEC-TECQ ; 30 以上の標準をすでに作っている , Final Message , PV 技術に関する IEC の規格リストを以下に示す

Table II: Standards created by IEC TC82

No	Title	Status
1	IEC 60891: 1987, Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic (PV) devices. Amendment No 1 (1992)	PPUB
2	IEC 60904-1: 1987, PV - Part 1: Measurements of PV current-voltage characteristics	PPUB
3	IEC 60904-2: 1989, Photovoltaic devices - Part 2: Requirements for reference solar cells.	PPUB
4	IEC 60904-3: 1989, Photovoltaic devices - Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data	PPUB
5	IEC 60904-5: 1993, Photovoltaic devices - Part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method.	PPUB

6	<b>IEC 60904-6: 1994</b> , Photovoltaic devices - Part 6: Requirements for reference solar modules	PPUB
7	<b>IEC 60904-7: 1995</b> , Photovoltaic devices - Part 7: Computation of spectral mismatch error introduced in the testing of a photovoltaic device	PPUB
8	<b>IEC 60904-8: 1995</b> , Photovoltaic devices - Part 8: Guidance for the measurement of spectral response of a photovoltaic (PV) device. Second edition (1998)	PPUB
9	<b>IEC 60904-9: 1995</b> , Photovoltaic devices - Part 9: Solar simulator performance requirements	PPUB
10	<b>IEC 60904-10: 1998</b> , Photovoltaic devices – Part 10: Methods of linearity measurement	PPUB
11	<b>IEC 61173: 1992</b> , Overvoltage protection for photovoltaic (PV) power generating systems- Guide	PPUB
12	<b>IEC 61194: 1993</b> , Characteristic parameters of stand-alone photovoltaic (PV) systems	PPUB
13	<b>IEC 61277: 1995</b> , Guide: General description of photovoltaic (PV) power generating systems	PPUB
14	<b>IEC 61345: 1998</b> , UV test for photovoltaic (PV) modules	PPUB
15	<b>IEC 61427</b> , Secondary cells and batteries for solar photovoltaic energy systems – General requirements and methods of test.	PPUB
16	<b>IEC 61646: 1996</b> , Thin film silicon terrestrial PV modules - Design qualification and type approval	PPUB
17	<b>IEC 61683: 1999</b> , PV systems - Power conditioners - Procedure for measuring efficiency	PPUB
18	<b>IEC 61701: 1995</b> , Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules	PPUB
19	<b>IEC 61702: 1995</b> , Rating of direct coupled photovoltaic (PV) pumping systems	PPUB
20	<b>IEC 61721: 1995</b> , Susceptibility of a photovoltaic (PV) module to accidental impact damage (resistance to impact test)	PPUB
21	<b>IEC 61724: 1998</b> , Photovoltaic system performance monitoring - Guidelines for measurement, data exchange and analysis	PPUB
22	<b>IEC 61725: 1997</b> , Analytical expression for daily solar profiles	PPUB
23	<b>IEC 61727: 1995</b> , Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface	PPUB
24	<b>IEC 61730</b> Photovoltaic module safety qualification - Part 1: Requirements for construction	CDM
25	<b>IEC 61730</b> Photovoltaic module safety qualification - Part 2: Requirements for testing	CDM
26	<b>IEC 61829: 1995</b> , Crystalline silicon PV array - On-site measurement of I-V characteristics	PPUB
27	<b>IEC 61836: 1997</b> , Solar photovoltaic energy systems – terms and symbols	PPUB
28	<b>IEC 61853</b> Performance testing and energy rating of terrestrial photovoltaic (PV) modules	ANW
39	<b>IEC 62078</b> Certification and accreditation program for photovoltaic (PV) components and systems - Guidelines for a total quality system	CDM
30	<b>IEC 62093</b> , BOS components - Environmental reliability testing - Design qualification and type approval	CDM
31	<b>IEC 62108</b> Concentrator photovoltaic (PV) receivers and modules - Design qualification and type approval	ANW
32	<b>IEC 62109</b> Electrical safety of static inverters and charge controllers for use in photovoltaic (PV) power systems	ANW
33	<b>IEC 62116</b> Testing procedure - Islanding prevention measures for power conditioners used in grid connected photovoltaic (PV) power generation systems	ANW
34	<b>IEC 62124</b> Photovoltaic (PV) stand-alone systems - Design qualification and type approval	CDM
35	<b>IEC 62145</b> Crystalline silicon PV modules - Blank detail specification	ANW
36	<b>IEC 62234</b> Safety guidelines for grid connected photovoltaic (PV) systems mounted on buildings	ANW
37	<b>IEC 62253</b> Direct coupled photovoltaic pumping systems - Design qualification and type approval	ANW
38	<b>IEC 62257</b> Specifications for the use of renewable energies in rural decentralised electrification	ANW

40	IEC/PAS 62111, Specifications for the use of renewable energies in rural decentralised electrification	PPUB
41	PNW 82-263 Maximum Power Point Tracking	PNW
42	PWI 82-1 Photovoltaic electricity storage systems	PWI
<i>Abbreviations:</i> <i>ANW = Approved New Work</i> <i>CDM = Committee draft to be discussed at meeting</i>  <b>PPUB = Publication issued</b>  <b>PNW = Proposed New Work</b>  <i>PWI = Potential New Work Item</i>		

(5) Test Procedure for Solar Home Systems (SHS)

U Hupach: TÜV Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, Test Centre for Energy Technologies, TÜV Rheinland Berlin-Brandenburg Group, Cologne, Germany



P-chart(performance chart) ; 6, 5, 1 kWh/day 標準パターンを決め, これを組み合わせで試験パターンを作成, 室内・室外試験方法を確立・設備を揃えた  
 サイクルテスト : 1-6-1-1-5 ,5-5-5-5-5 パターン ,I-V カーブを測定, 試験結果, p-chart による簡易性能評価法 ;  
 EU sponsored project “Photovoltaic Lighting System Evaluation and Rating Method” (PLISE)現在進行中

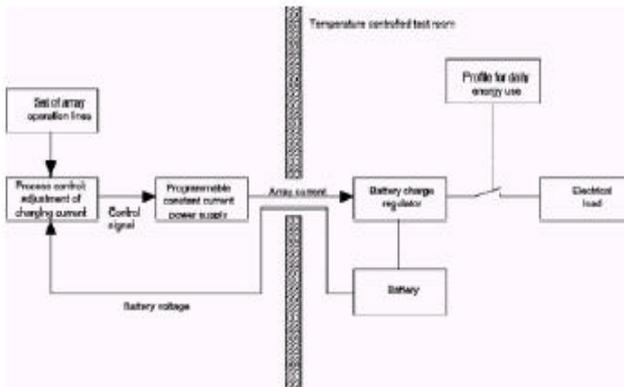
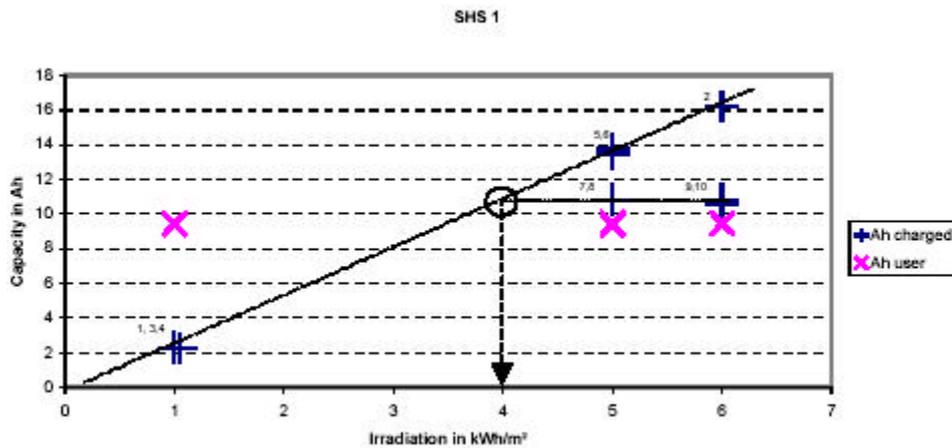


Figure 5: a) Test set-up for system testing of an SHS b) Installed SHS tested in lab of TÜV Rheinland

SHS の性能評価試験設備



室内試験の結果を簡易評価法 p-chart で表示

#### 4.12 太陽光発電技術 ( PV8 ) Market and Commercialization

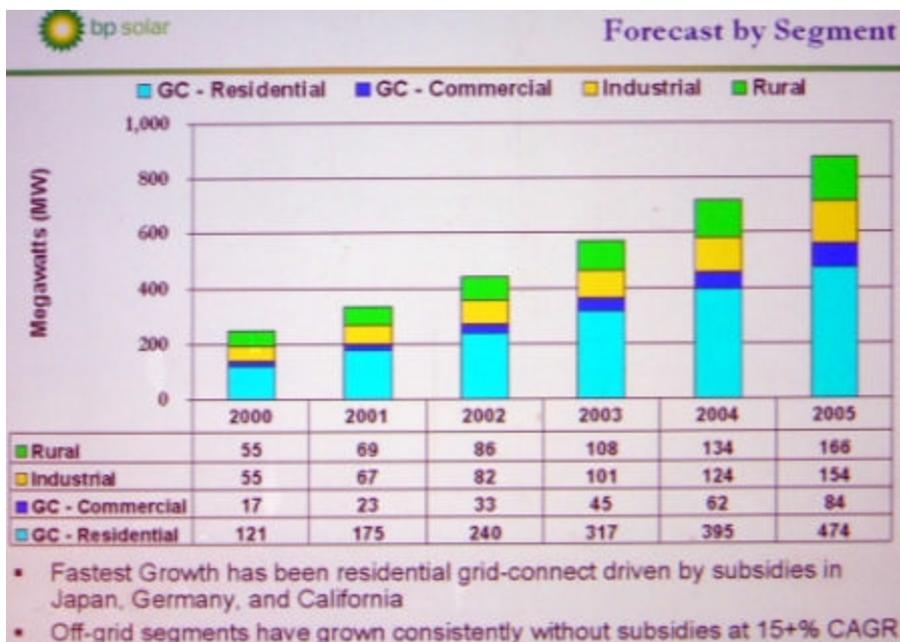
(2) リーヴァ氏 Photovoltaic 2001-A Review of the Industry and Market

W B Rever, III: BP - Solar, Linthicum, MD, USA



PV 市場の現状，産業用：通信・表示機器，成長率が 10-15% と低い，などの成長率，独立型：途上国での成長余地がある，ユーザの経済能力が低い，援助が必要，系統連系：本格的な市場ができてない，BIPV に薄膜 PV によって成長が期待される，各国の PV 市場

日本は 5 年以内に競合可能になるだろう，日本は高い電力料金と比較的高日射量のため有利  
ドイツ・USA の市場についても詳細に説明



PV 市場の予測とその内訳

### (3) Effects of Non-technical Factors on the Electricity Cost of PV Systems

A Zahedi, S Subramaniam and F Rault: Solar Energy Applications Research Group (SEARG), Monash University, Department of Electrical and Computer Systems Eng., Clayton Campus, Clayton, Victoria, Australia

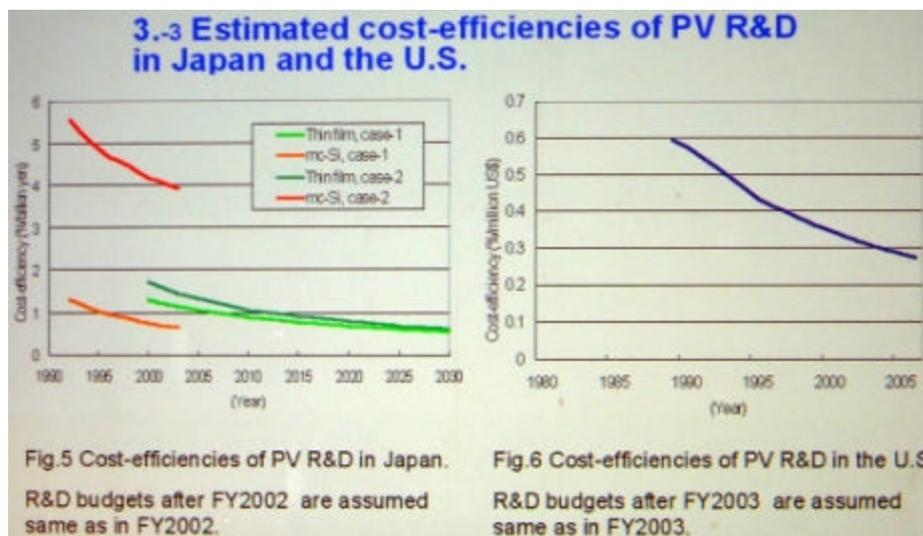
LCC (ライフサイクルコスト) C: 投資コスト, M: 保守管理コスト, E: エネルギーコスト, R: 修理部品代,



### (7) Cost-Efficiencies of PV R&D in Japan and U.S. from the Viewpoint of Solar Cell Manufacturing Cost Reduction

E Endo and Y Tamura: National Institute of AIST, Tsukuba, Ibaraki, Japan

セル製造コストダウンの視点から日本と米国を対象に PV の R&D コスト効率を解析, 技術発展モデル作成, 大量生産効果



日本と米国の R&D コスト効率の比較

## 4.13 太陽光発電技術 (PV9) National Programmes

### (1) Performance Analysis of Portable Photovoltaic Power Generation Systems Based on Measured Data in Mongolia

A Adiyabat and K Kurokawa: Tokyo University of Agriculture & Technology, Naka-cho, Tokyo, Japan

Q1 (Rever 氏 BP Solar): 蓄電池の寿命が短くなっている原因はオーバーサイズ設計ではないでしょうか。

A1 (アマル): オーバーサイズとも言えるが, 大きい原因はユーザにシステムの操作と運転・保守管理に関する説明・トレーニングが欠けたことにあると考えられる。蓄電池の自動車用バッテリーを使用しているため電解液に補充液を定期的に補充し, 負荷管理をしていれば蓄電池劣化が



少なく、長く使えるはずである。

Q2 (インドネシアからの女性): SHS の内部損失は思ったより大きかった。自動車用蓄電池は途上国でよく使われるがこの解析から寿命はどのくらいでしょうか。

A2 (アマル): 37 サイトの平均では劣化が早いものでは 1.5 年、定期保守されたシステムでは 3, 4 年間と言える。各システム毎に保守に関する記録がないためはっきりできない側面もある。

C 1 (H Gabler 座長): PV システムに関する詳細解析は求められているのでぜひこのような研究を続けてください。

(3) Cumulative Energy Demand and Cumulative Emissions of Photovoltaic Energy Systems in Europe

D Gürzenich and H -J Wagner: Instute for Energy Systems and Economics, University of Bochum, Bochum, Germany



パラメータ: CED(Cumulative Energy Demand), CEm(Cumulative Emissions), Emission coeff., Process-Chain-Analysis, Overall Efficiency in EC を使用し, LCA 的解析手法で欧州各国の総合エネルギー効率, 投入エネルギー量を比較

1.56kW の PV システムを製造するときの投入エネルギーの内訳, life=20yr, 多結晶は単結晶より倍くらい低い値, 以下の表を参照に;

TABLE 3  
CED OF 1560W PV-SYSTEMS WHEN MANUFACTURED IN GERMANY

	inverter	Modules	BOS-components	PV-system
sc-Si system	5356 MJ	89971 MJ	6361 MJ	101688 MJ
pc-Si system	5356 MJ	35303 MJ	6676 MJ	47335 MJ
a-Si system	5356 MJ	49173 MJ	16156 MJ	70685 MJ

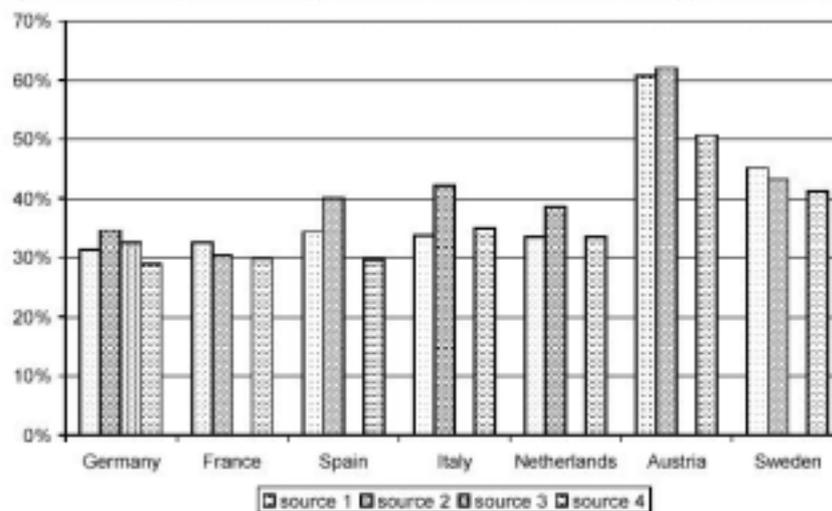
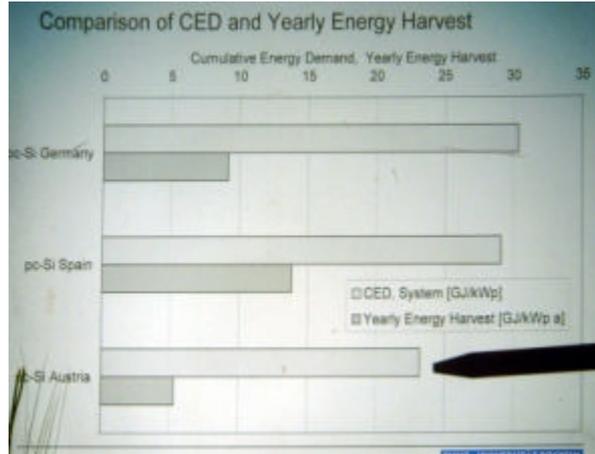
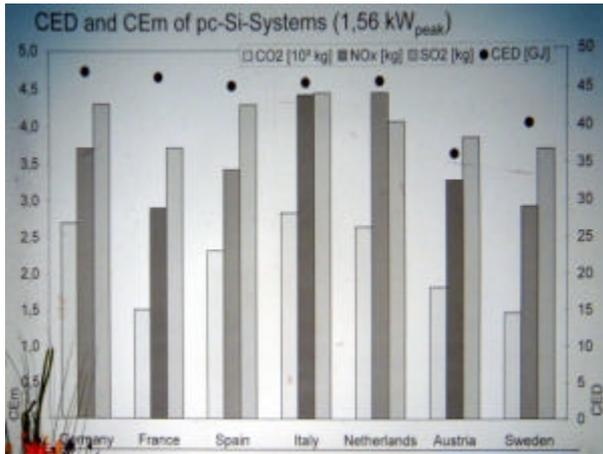


Figure 1: Overall efficiency of electricity supply in selected EC countries.

欧州各国の電力供給エネルギー総合効率



EU 各国の多結晶 Si 製造における発生 CO<sub>2</sub> その他

投入エネルギー回収の比較

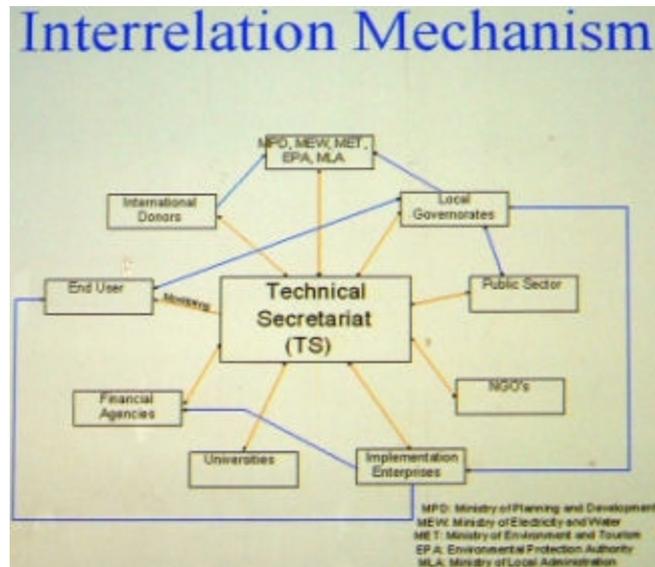
(5) Breakthrough Approach for Disseminating Photovoltaic Technologies for Rural Electrification Applications in Yemen

A M Al-Ashwal: University of Sana'a, Sana'a, Yemen

Yemen の平均日射量は 450-550cal/cm<sup>2</sup>/day, 国家予算 US\$9million, IFA などから援助を受けている

数々の制約と障壁がある：高い投資リスク, 多くの利害関係者, 各省間の利害調整のための組織枠組みが各種必要, 技術者・研究者の不足,

Technical Secretariat (TS), 9 ユニット



TS の組織構成図

(7) Performance of the First Grid-connected Photovoltaic System in Poland

S. M. Pietruszko and M. Gradzki: Warsaw University of Technology, Institute Microelectronics and Optoelectronics, Warsaw, Poland

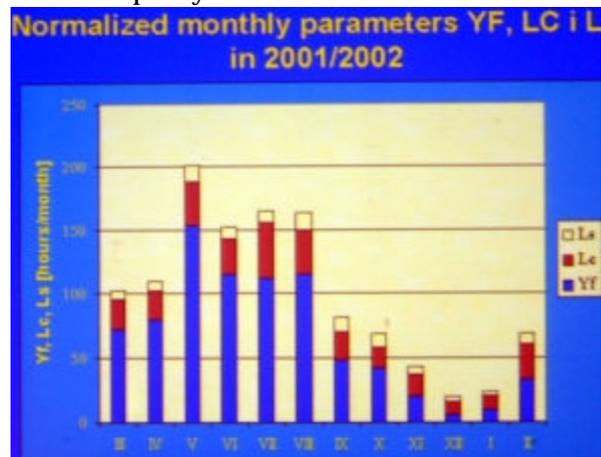
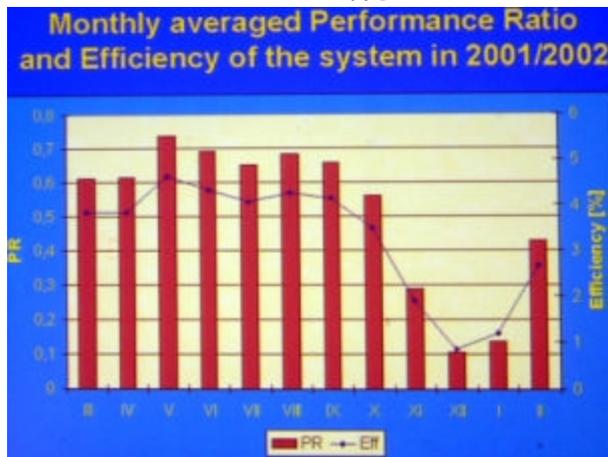
BPSolar

ポーランドの第 1 号系統連系 PV システム, 50Wp モジュール 20 枚 1kW, SunnyBoy1.2kVA インバータ, ポーランドの気象状況における運転評価, 教育を目的とする

モニタリングシステム: Refe. Cells, 温度 PT100, 風速, IEC-61714 の基本パラメータで利得・損失分離, 837kWh/y



システムの外見 Grammer School in Municipality Warsaw-Wawer



PV システムの出力係数 2001/3 – 2002/2

月平均利得・アレイキャプチャー損失と他損失

(8) Sizing A Medium-size Desalination Plant Powered by Photovoltaics in the Gaza Strip of Palestine

E Sader and H Hallak\*: Dept. of Physics, Birzeit University, Birzeit, West Bank, Palestine; \* Dept of Physics, Bethlehem University, West Bank, Palestine

パレスチナ, ガザ 2250kWh/m<sup>2</sup>/year, Water Resources demand & shortage, WHO 基準より塩分濃度が高い?, 海水淡水化が必要  
PV 使用には場所が必要, 太陽電池が高い, 6.7m<sup>2</sup>/kW 土地が必要,  
10MW が水需要の 10%を供給 44-120m<sup>3</sup> 造水規模, RO, 土地の制約が大きいので PV は部



分供給がよい，造水量で3つのシナリオを想定，PVは10%エネルギーを供給  
 供給能力が120mcm/yearのシステムの土地代を含む合計コストは700millionEuro，  
 336kWh/Y per capita in Gaza Strip 50MW total 100MW ~ 37MW PV desalination

(9) The Case for De-Emphasizing PV in Renewable Energy Strategies for Rural Africa

S Karekezi: African Energy Policy Network / FWD, Nairobi, Kenya

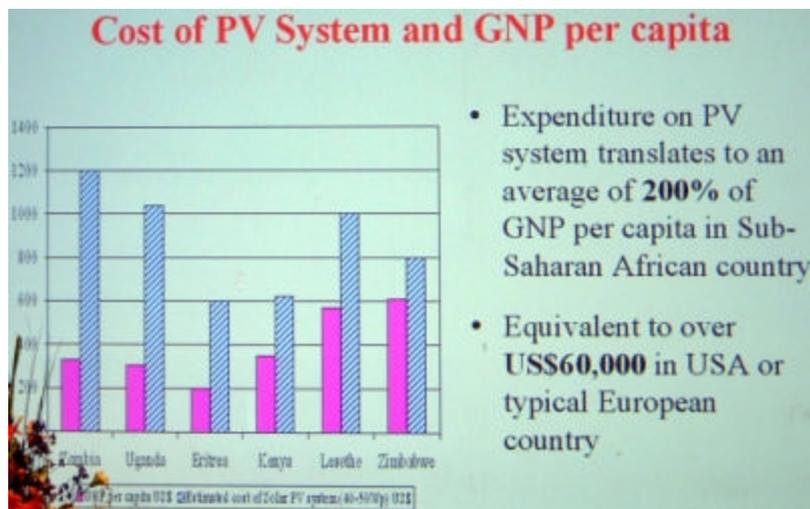


Sub-Saharan Africaの貧困レベルグラフ，ウガンダと南アフリカの無電地域人口比較，困窮人口の割合に比べて無電化の人口は極端に高い，ウガンダ：金があっても電気がない；

農業機械の電化できるようなサイズが必要だ。SHSではなく，10年寿命？ 次の12ヶ月生きていられるか分からない貧困地域だ。

低価格証明済み再生可能エネルギー技術を強調したい，人力水ポンプの成功事例（Foot Treadle Pressure Irrigation Pump）中古US\$20-25，新品US\$34，3-6ヶ月でペイバックできる，バイオ燃料 heat

優秀発表賞を受賞



SHSのコストとGNPとの比較

**Successful Country Case Study - Kenya**

- 20,000 pumps in use by poor farmers
- 36,500 new jobs created
- \$25 million per year in profits and wages generated by the pumps
- 70% of pumps managed by women entrepreneurs
- 4 manufacturers producing pumps in Nairobi and Arusha
- 40 retailers selling pumps in Kenya

人力水ポンプの成功事例

## 5. 第7回世界再生可能エネルギー会議収集資料等

### [会議資料・論文]

1. Extended Abstracts Book, WREC-7 Renewables: World's Best Energy Option  
1006 page, hardcover (講演論文集)
2. FULL PROCEEDINGS CD-ROM WREC-7 Renewables: World's Best Energy Option  
(投稿全論文集)
3. The Role of Renewables and Energy Efficiency within Long-Term Sustainable Energy  
Scenarios Prof. Peter Hennicke, The Wuppertal Institute Germany (Plenary Session)
4. Technological, Political and Social Changes Demanded by Sustainable Development:  
Towards a New Kind of Technological Progress Prof. Peter Hennicke, The Wuppertal  
Institute Germany (Plenary Session)
5. International Journal of PHOTOENERGY Tables of Contents
6. Research in Julich No1/98, April 1998 National Research Centre
7. Renewable Energy World May-June '02 James and James Vol5 No3
8. Renewable Energy 2002 Synexus Global Inc. an official publication of the WREN
9. New Energy No3 / June 2002 Magazine for renewable energies
10. Wind Blatt The Enercon Magazine Issue 03/2002 Energy for the World
11. Waste Management World International Solid Waste Association 3-4/ 2002
12. Cogeneration and On-Site Power Production Vol3 May-June 2002 ICA
13. Photon International 6/2002 The Photovoltaic Magazine
14. AG-SOLAR Nordrhein-Westfalen CD-ROM Version 2001 German+English

### [展示会参加企業・団体]

1. ADO Technology GmbH
2. AG Solar NRW
3. Alstom Power UK Ltd
4. BRE Ltd.
5. Brotherhood Aircogen
6. Denaro Energiesysteme
7. Deutsche Montan Technologie GmbH
8. DTI ETSU. Technology Environment
9. Elsevier Science ltd.
10. Energieagentur NRW
11. energiebau solarstromsysteme gmbh
12. Fraunhofer- Institut für Umwelt-, Sicherheits-, und Enenergietechnik UMSICHT
13. Forschungszentrum Jülich
14. Flabeg Solar Internat. GmbH
15. G.A.S. Energietechnik GmbH
16. GLB- Gesellschaft für Licht- und Bautechnik
17. G-Therm Energy GmbH
18. Global Energy Network Institute
19. Hese Umwelt GmbH
20. Hydro Tasmania
21. Ifes Institut für angewandte Energiesimulation und Facility Management GmbH
22. imb + frings
23. James & James (Science Publishers) Ltd.
24. Kompetenz-Netzwerk Brennstoffzelle NRW
25. Landesinitiative Zukunftsenergien NRW
26. Ocean Power Delivery Ltd.
27. One North East
28. Peter Brotherhood Ltd.
29. Redler Limited
30. RWTH Aachen- Institut für Markscheidewesen
31. Shell International Renewables Ltd.
32. The Engineering Business Ltd.
33. Thyssen Bausysteme GmbH
34. Wülfing & Hauck GmbH & Co.KG

### [展示会資料]

1. Renewable Energy Expo Fair Catalogue
2. Global Energy Network Institute (GENI) "There is no Energy Crisis" CD-ROM
3. Themen 2001 Integration Erneuerbarer Energien in Versorgungsstrukturen FVS
4. Photovoltaik 3 Forschungs-Verbund Sonnenenergie Themen 95/96
5. The Future is our Mission Forschungszentrum Julich
6. Renewable Energy Focus International Solar Energy Society ISES

7. Go Wind (pamphlet) ROPATEC AG-SPA
8. World Renewable Energy Congress 7 Programme
9. Reciprocating Process Gas Compressors Peter Brotherhood Ltd.
10. Engineering Services Peter Brotherhood Ltd.
11. 2004 Asia-Pacific Regional Conference of International Solar Energy Society ISES 2004, May 16-20, 2004, Gwangju, Korea
12. WREN NEWS Vol.1 2002, WREN Prof. A.A.M.Sayigh
13. Ocean Power Delivery LTD. Offshore wave energy Pelamis P-750 Wave Energy Converter
14. PV GAP'S Quality Label for PV Products and Systems Global Approval Program for Photovoltaics
15. Total Energy Air CHP Brotherhood Aircogen

## 6. フロリアード2002会場の世界最大PVルーフ現地調査

Floriade は 10 年に 1 度開かれるオランダ最大の園芸見本市である。本年 4 月から 10 月までの予定で開催中である。[http://www.floriade.com/index\\_uk.html](http://www.floriade.com/index_uk.html)

会場の、最寄駅はスキポール空港駅。空港で入場券を購入、そこからバス「ザイドタンгент」で約 10 分。フロリアード入場券にはこのザイドタンгентの乗車料金も含まれている。このバスは他にホーフトドルプ駅、ハーレム駅をとおり。(ザイドタンгентの詳細は<http://www.zuidtangent.nl/>) スキポール空港駅までの所要時間:アムステルダム中央駅から約 20 分。

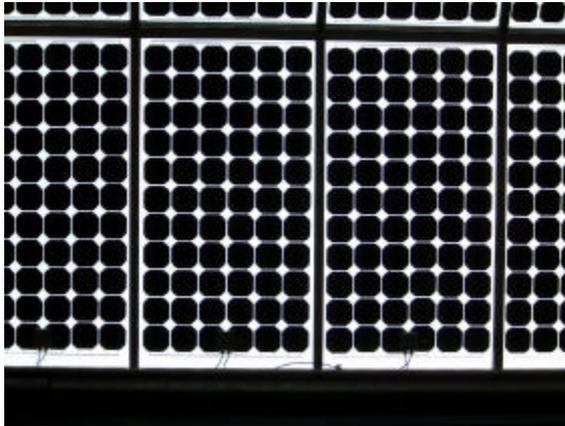
園内は、湖エリア、丘エリア、ガラス屋根エリア、駐車場に大別される。花は、湖エリアとガラス屋根エリアにいっぱい。そのほか、インド、ケニアなどの土産物店やイベント館がある。非常に広いので、少々体力が必要。



Floriade に設置された太陽光発電システムは、2.3MW の温室の高さ 8m の屋根にシースルーのモジュールを用いたシステムである。オランダ最大の地域配電会社 NUON 社が発注主、ジューメンソーラー社(現シュルソーラー社)が屋根部分を製造施工した。屋根エリアは縦に半分され、半屋外部分と温室部分からなる。温室部分は、百合を中心とした花々にあふれかえっていた。



基本屋根アレイは 3.20m×96m のモジュール ( SIEMENS 製 SP140 を元にして製造 ) を 85 枚用い、傾斜角は 21.5°-18.5°となっている。全体で 200m×100m であり、20000m<sup>2</sup> の面積、屋根の表面積は 26000m<sup>2</sup> である。モジュールの直下側壁の窓は自動換気システムとなっており、温度を調整する事が出来る。



200kW と 300kW の二つのインバータを持ち、システムの保証は 5 年、モジュールの保証が 10 年間であり、10 年間使う予定である。その後は銀行になるという話であったが、定かではない。コストは 669 /m<sup>2</sup> ( 75000 円/m<sup>2</sup> ) であり、推定年間発電量は 1230MWh である。



フロリアード・ソーラーーフ・セクションの正面左半分 ( 2.3MWPV ルーフ )



2.3MWPV ルーフ上面 ( 正面左半分 )  
 ( 東向き傾斜と西向き傾斜があり、前面が南向きからずれているので一方に日陰ができる )