

欧州太陽光発電国際会議 海外出張報告書（速報版）

As of November 20, 2001

．全体事項

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

小泉裕孝

2．渡航目的

ミュンヘンで開催された「第17回欧州太陽光発電国際会議」参加し，論文発表・聴講するとともに最新の研究関連情報を収集する

3．出張期間・渡航地

平成13年10月20日～平成13年10月28日 ドイツ・ミュンヘン

4．会議期間・場所

10月21日（日） 第17回欧州太陽光発電国際会議：ミュンヘン国際会議センター
Registration, 会場下見

10月22日（月）～25日（金） 第17回欧州太陽光発電国際会議：ミュンヘン国際会議センター

10月23日（火） 世界太陽光発電会議 WCPEC-3 プログラム委員会

10月24日（水） 世界太陽光発電会議 WCPEC 運営委員会

10月24日（水） IEA Task II ワークショップ（不参加）

10月25日（木） IEA PVPS Outlook Workshop



（左）ミュンヘン国際会議場外観 （右）会場入口付近：EUの展示が中央のサークル

5.発表事項等

10月22日（月） J. Tamura, K. Kurokawa, K. Otani: The Measurements and Estimation of In-plane Irradiation, VA1.66.

10月24日（水） K. Otani, K. Sakuta, T. Sugiura, K. Kurokawa: Performance analysis and evaluation on 100 Japanese residential grid-connected PV systems based on four years' experience, OC8.3.

10月25日（木） M. Ito, K. Kato, H. Sugihara, T. Kichimi, J. Song K. Kurokawa: A preliminary study on potential for Very Large -Scale PV (VLS-PV) system on the world deserts, OD8.2.

10月25日（木） A. Yamaguchi, M. Takahashi, T. Uno, K. Kurokawa, S. Yatabe: A New Added Value of Photovoltaic Module - Absorption Characteristics of Electromagnetic wave -, VD1.14.

10月25日(木) H. Koizumi, T. Kaito, Y. Noda, K. Kurokawa, M. Hamada, L. Bo:
Dynamic response of maximum power point tracking function for irradiance and
temperature fluctuation in commercial PV inverters, VD1.48.

・第17回欧州太陽光発電国際会議

1. 日時: 2001年10月22日(月)~26日(金)
2. 場所: ICM International Congress Centre, Munich, Germany
3. 参加者および発表数:

(1) 会議参加者数

(, は木曜日の Committee Dinner(黒川出席での口頭発表聞き取り情報)

会議登録者数: 1647 展示を含めると: トータル 2000 名

会議登録国別統計: 参加国数: 65ヶ国

1. DE: 500以上; 2. US: 111; 3. ES: 99; 4. IT: 87; 5. NL: 85; 6. UK: 84;
7. FR: 79; 8. JP: 70; 9. BL: ?; 10. CH: ?; 11. AS: ?; 12. NW: ?;
13. RU: 18; 14. DN: 15; 15. BR: 15; 16. FN: 13; 17. KR: ?; ...

ドイツ: 35.4%, 米国: 6.7%, スペイン: 6.0%, イギリス: 5.2%, オランダ: 5.2%, イタリア: 5.2%,
フランス: 4.8%, 日本: 4.3%, ベルギー: 3.3%, スイス: 3.2%。その他(55ヶ国): 20.8%

(2) 発表数

Oral Presentation: 約200件

Visual Presentation: 約700件

Withdrawals: 5%

[分野別] 基礎: 120件, 結晶Si系: 190件, 薄膜系: 180件, モジュール・システム:
320件, 宇宙: 55件, 普及: 40件, 途上国: 85件(モジュール・システムと途上国で計:
415件, 全体の40%を占める)

(3) 出展者数

21ヶ国から170ブース, 6000m²

DE: 82; US: 17; ES: 9; UK: 6; NL: 5

(4) ベクレル賞

受賞者: Viacheslav M. Andreev 氏

同氏は、ロシアの宇宙用太陽電池開発者。主な成果は、宇宙用 GaAs 太陽電池 100 sun 26%、32~33%のモノリシックスタックドセルを開発した。



(左)メインホール全景 :ほぼ 99%のオーラル講演がデータプロジェクターを使用。明瞭な理解に役立つ。
(右)ベクレル賞 :Viacheslav M. Andreev 氏 (ロシアの宇宙用太陽電池開発者)

4. 会議総括: Closing Session

(1) Conference Highlight

Fundamentals

- Conference started with a bang: How far can we go with efficiency?
- Remarkable agreement: 83...87% estimated by different theoretical models
- "Recommendation is basically not bad, if you make use of it"
- New efforts. New launch of roadmaps how to get there

Silicon Solar Cells

- Most comprehensive and understandable overview about advanced industrial technologies
- Quasi-monocrystalline thin-films by layer transfer: 20 μ , 15%. Shallow angle evaporation for interconnection
- High-Eta Emitter-Wrap-Through with Laser-Fired contacts

Silicon Feedstock

- Consensus: PV needs additional solar grade Si
- Consensus: 5000t by 2005 required
- Consensus: PV needs it now
 - Different concepts of technical approaches
 - How to finance and where to locate a large-scale plant?

CdTe, CIS and Ternary Thin Film

- Laboratory CdS/CdTe to 16.5% (NREL)
- First Antec CdTe fabrication runs: 7%
- CIS pilot plant of Würth Solar: 8%, best 10% on 0.7 sqm
- World record: Lab-scale, superstrate CIGS: 12.8% (Univ. Tokyo)

PV Modules and Components

- Certification of products well established
- Further efforts necessary for entire systems
- Medium scale concentrator in Australia
- Good and stable grid-performance of CIS
- String-inverters vs. central inverters: discussion ongoing
- Finale: lightning flashes, but no damage

Solar Cells for Space

- Flight data from the "late" MIR space station
- Design of the Rosetta spacecraft
- Radiation hardened multijunction devices achieve 91% of initial performance at EOL
- Further successes for space-sustainability of CdTe, CIGS, GaInP/GaAs/Ge, InGaP, InGaAsP and InGaAs.

PV Systems Technology

- 150(!) papers presented
- Rapid growth of integration into buildings, many posters. Variety of concepts and ideas.
- Large scale PV: Experience 1...5MW, concepts of 5...10MW, very large scale 100MW
- Multiple, several hundreds in one location
- Safety, user acceptability

Implementation

- Community *Directive on the Promotion of Electricity from Renewable Energy Sources*
- Success of German programs "100,000 Roofs" + Grid-feeding law
- Impact of Japanese programme
- Italy launches its 10,000 roofs, through its regions
- Spain: feed-in Tariffs

Developing Countries

- Very moving introduction by the Conference Chairman: PV is a real solution to poverty alleviation
- Vital interests in partnerships between industrial world and developing countries
- PV for Peace

Overall Impression

- Pace at which PV markets is developing very impressive: all levels of PV progress making steps forward simultaneously
 - Current technology begins mature, large scale production
 - Thin film production goes on-line
 - 3rd Generation PV to meet long-term demand
 - Successful market introduction programmes, both for rural and grid-connected applications

(2) EUREC Technology Prize

(3) PV Young Professional Award

- Ms. P. Schweizer-Ries (Fraunhofer ISE, Freiburg, Germany)

(4) Poster Award

[VD 2.34 (*PV Systems Technology*)]

- PV Lighting Systems Evaluation and Rating Methods (PLISE): Final Results

[VD 3.42: (*Space Cells and Fundamental Studies*)]

- Progress in the Development of a Small Thermophotovoltaic Prototype System

[VC 3.50: (*Crystalline Silicon Solar Cells*)]

- 8% efficient ZnO/c-Si heterojunction solar cells prepared by magnetron sputtering

(5) Future Conference

[3rd WCPEC]

- 12-16 May 2003, Osaka, Japan

[29th IEEE-PVSC]

- 19-24 May 2001, New Orleans, USA

[14th PVSEC]

- 26-30 January 2004, Bangkok, Thailand

[19th EU-PSEC]

- Fall 2004, Paris, France

[PV for Europe, *Conference and Exhibition on Science, Technology and Application*]

- 7-11 October 2001, Rome, Italy

6. 収集論文・資料

本稿は黒川・小泉が聴講し関心をもった発表を中心に紹介する。

6.1 導入普及

OA5.1 P. Zegers: R&D in photovoltaics: From the 5th to 6th Framework Programme.

(1) 最近の PV 市場は年々 25 ~ 30% 増で伸びているが、欧州における現在の電力供給の依然として 0.15% に過ぎない。主要なボトルネックはコストである。現状で発電コスト 0.25 ~ 0.50 Euro であり、在来型発電の 0.04 Euro (発電端)、0.10 Euro (需要家) に比べて高い。

(2) 0.06 ~ 0.10 Euro にコストダウンするためには

低コスト製造技術および量産効果によりモジュール・システムコストを 1/4 とする。

10% ~ 16% の現状変換効率を長期的には倍にする。

ユーザーに至近の住宅屋根設置を優先し、システムコストを下げる。

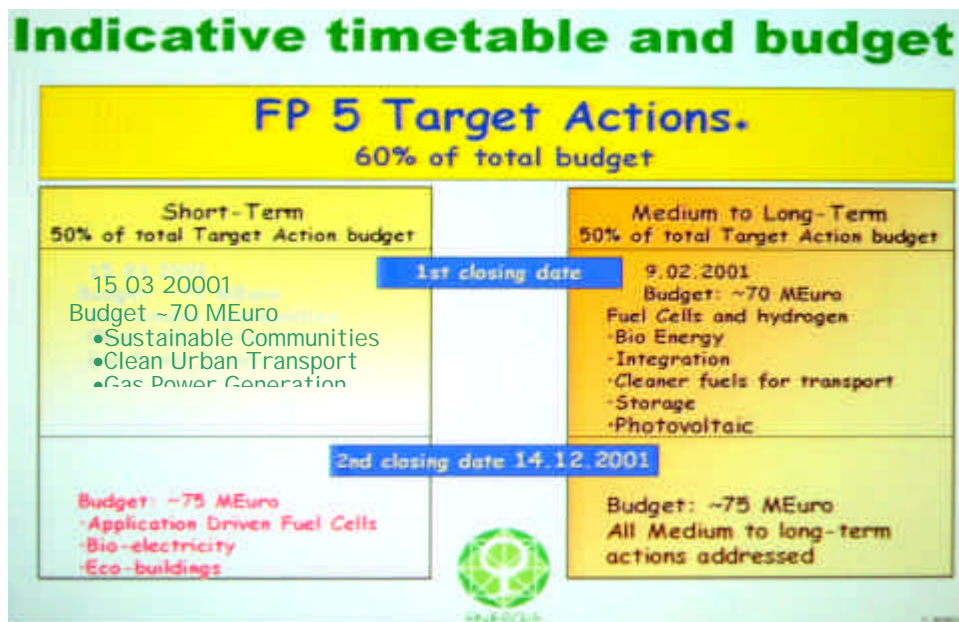
用地コストを回避する。

(3) 第 5 期枠組み計画(1998-2001)では、38 プロジェクト (約 10 プロジェクトはまだ未着手) で 4.3 千万 Euro (52 億円) [RTD Part-Research & Technology Development: セル・モジュール 71%, システム 14%, 建物 10%, 標準等 5%]。

(4) 各プロジェクトは以下のように組み立てられている。



- ・シリコンフィードストックプロジェクト（2プロジェクト）
 - SOLSILC 18E/kg @ 1000 t/y
 - SAHARA (ALTENER)
- ・結晶シリコンプロジェクト（11プロジェクト）
 - 目標：1 E/W, シリコン使用量改善, 15%以上のモジュール効率
 - MIBCELL 広い分光感度による効率改善
 - FANTASI 150um厚のシリコンチューブ引き上げウェハによるセル
 - FLASH 高速熱処理による生産速度工場（1セル/秒）
 - FAST-IQ プロセス改良と品質管理
 - TWINGO 経済性のある生産プロセスによる効率改善（20%）
 - PORTRAIT 結晶系シリコン生産プロセスのモデリングによる効率最適化
 - MOPHET シリコンヘテロ構造（タンデム）に基づくモジュールプロセッシング
 - ADVOCATE 湿式を代替するクリーンなガスプロセスによる積層・エッチ
 - EC2CONTACT 電極リード用新材料
 - Re-Si-CLE 結晶シリコン生産ラインにおけるシリコン廃棄物回収・再利用
- ・薄膜技術（10プロジェクト）
 - CIS, CdTe, a-Si, など；硬・軟基板；0.5~1.2 Euroの可能性；寿命と効率
 - METEOR 金属誘導結晶化・エピ成長による高効率・低コストシリコンセル
 - SUBARO CVD成長薄膜シリコン(30-50um)：基板と障壁の最適化
 - DOIT 11.5%モジュール効率をねらったアモルファス/多結晶タンデムセル
 - H-Alpha 経時効率低下のない多結晶セル
 - PROCIS 高速スループットの120x60cm大面積CIS
 - METAFLEX ロールツーロール製造フレキシブルCISセル（30x30cm高分子膜）
 - CISLINE ロールツーロール製造CISCuTセル
 - HIPROLOCO 50%モジュールコストダウンをねらったガラスからプラスチックへの代替
 - PYTHAGORAS CISモジュール信頼性試験手順
- ・集光プロジェクト（5プロジェクト）：レンズ/集光器，追尾
- ・システム研究プロジェクト（3プロジェクト）：日陰，燃焼，変換器
- ・BIPV（5プロジェクト）：フレキシブルモジュール，寸法・形状の自由度，リアコンタクト・モジュール，光熱ハイブリッドモジュール
- ・PV NET：現存プロジェクトの協調
- ・PV-EC-NET：ECおよび各国RTDプロジェクトの協調(マッピング，ベンチマーク，情報交換)



(5) 次期枠組み計画は現在以下のような案が検討中である。

次期 Framework Programme 2001-2006 (百万ユーロ)

EC		16,270
	欧州統合化研究	12,770
	ゲノム・バイオテクノロジー	2,000
	情報社会技術	3,600
	ナノテク, インテリジェント材料, 新生産プロセス	1,300
	航空宇宙	1,000
	食物安全性・健康リスク	600
	持続開発・地球規模気候変化	1,700
	市民と統治	225
	先行的科学/技術ニーズ (JRC 715)	2,345
	時代の構築	3,050
	時代の基礎の強化	450
EURATOM	核分裂 150, 核融合 700, JRC 330, その他 50	1,230

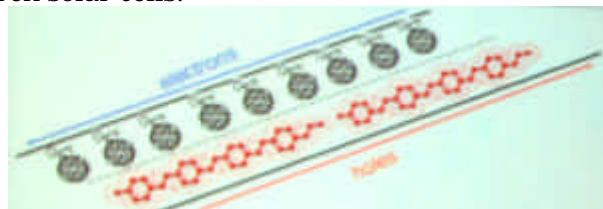
OD8.1 W. Gillet, C. Obled, A. Perujo, H. Ossenbrink: Results from PV Demonstration Projects in Europe.

ヨーロッパにおける 1980 年からの Demo プロジェクトの歴史, 経緯の概要紹介と, より低価格な PV 電力供給にむけた第三世代 Demo への方向提示。

6.2 PV 基礎技術

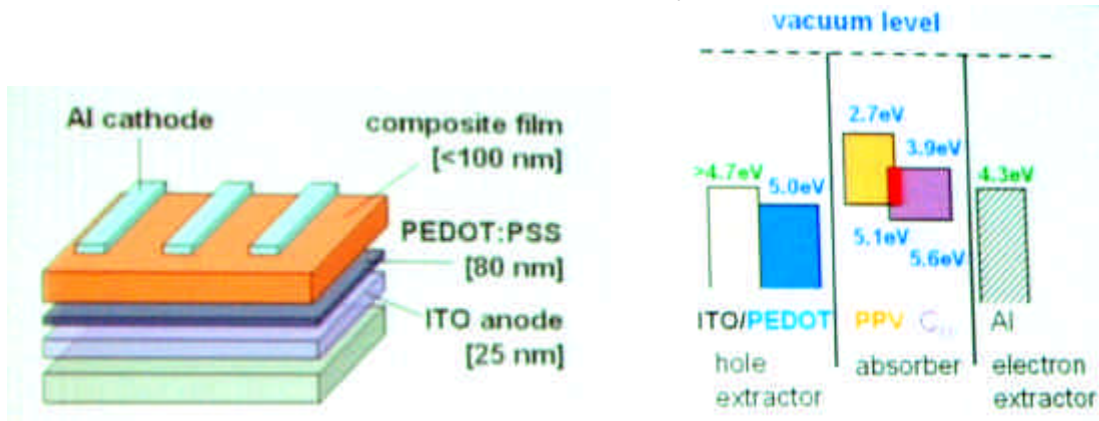
PA1.3 Riedel: 色素増感高分子 + フラーレンセル (講演スライドあり)

PA1.3 I. Riedel, Univ. of Oldenburg: Electrical characterisation of polymer-fulleren solar cells.



C-60と高分子材料を組み合わせセルを試作。1回の蒸着プロセスを利用した単純なサンドイッチ状の構造。電子はフルーレン中を伝導し、ホールは鎖状ポリマーに沿って移動する。

効率2.5%, ff=0.62, Voc=810mVの性能を得た。70°Cくらいまでの温度上昇にともない, Vocは低下するがffが上がるので効率が增加する特性を示した。劣化の問題を解決する必要である。



6.3 PV モジュール新技術

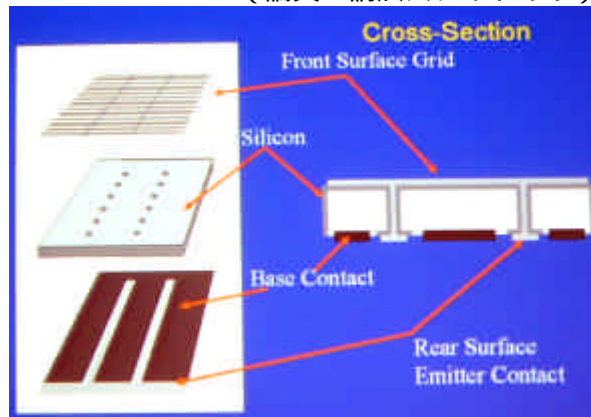
OA1.4 L. Frisson & K. Lieten, S. Roberts-BP Solar: Conductive Adhesives as an Interconnection Technique for Very Thin Solar Cells. (論文・講演スライドあり)



薄膜セルの機械的なストレスを考えると金属インターコネクタをはんだ付けする方法は好ましくない。そこで、導電性の接着剤の印刷法によるストリング形成を試みた。塗布後、キュアリングする。2種類の処理法を提案し、FFで評価した。150 μ 程度の薄膜セルに適用可能。半田に匹敵する耐久性、電気的特性を示し、Silver-filled タイプが非常に良好な電気的特性と安定性を示した。加工工程に関して硬化時間と封入加工時間を重ねることが可能とし、製造コストについても容認できる範囲と報告している。

銀入りペーストの価格は、0.5～0.9 Euro/gr で、セル1枚あたり表裏で各々10mg 使用するので、セル1枚あたりのコストは0.01～0.018 Euro となり、0.0045～0.008 Euro/W に相当する。

OA1.5 E. van Kerschaver, j. Szlufcik & S. de Wolf-IMEC: High Performance Modules Based on Back Contacted Solar Cells. (論文・講演スライドあり)



スルーホールを用いた裏面コンタクトセルは表面側の電極最小化され、入射光の陰が減少し、高効率化が可能である。これに加えて、正負両電極とも裏面に配置されるので、セル間のインターコネクタは平面的に配線が可能である。そのために、事前に形成したインターコネクタにセルストリング配線が”Pick and Place”が可能となり生産性をあげることができる。モジュールの美観も損なわれにくい。

10.1x10.1cm²のシングルセルを封止した試作品で、 $J_{sc}=32.9\text{mA/m}^2$, $V_{oc}=623\text{mV}$, $FF=72.5\%$, $\eta=14.9\%$ となった。8セルのミニモジュールにおいて平均セル効率 15.4%を示した。

OD8.3 I. Weiss, A. Sobirey, P. Helm, H. Oppermann, R. Tolle, J. Sherborne, T.M. Bruton: A New High Efficient PV System Technology – Test and Measurements Results of the Innovative Development of Magnetic Power Transmission. [依頼中]

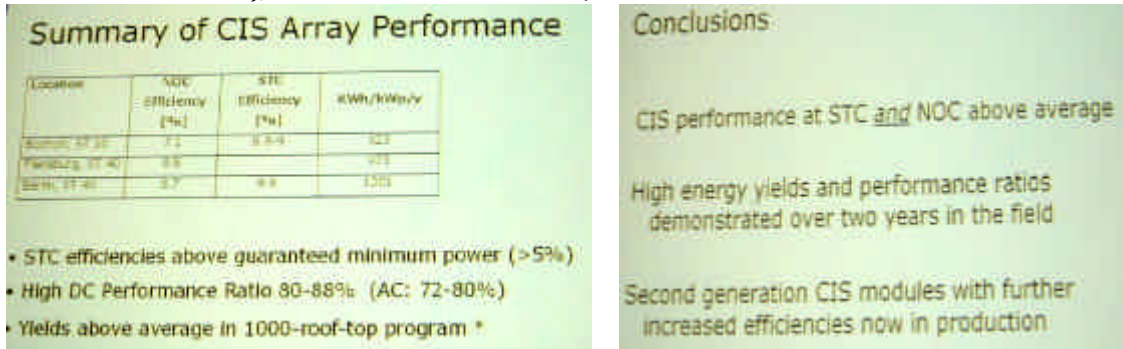
磁気的な結合を利用した PV モジュールの接続。-PV と同等のライフサイクル、-素子の小型化、-ミスマッチや影などの損失削減、-絶縁問題の解消、-システムレベルで 15%のコスト削減などの利点を有する。



(左)裏面の Magnetic Power Transmitter と Receiver case (右)結線時のイメージ

PD2.2 F.H. Karg, D. Kohake, B. Kuhne, S. Grosser, M.C. Lux-Steiner: Performance of Grid-coupled PV-Arrays Based on CIS Solar Modules.

市場の PV で最高効率を持つ CIS モジュールのシステム出力係数を測定するため, Bocholt, Flensburg, Berlin のサイトにて日射, 温度, 直流電圧電流を 1 分値で 2 年間にわたり測定。(ウェブから遠隔測定可能)。CIS モジュールの STC, NOC における平均以上の出力係数を確認。



(左)試験結果のまとめ,(右)結論

[ポスター:モジュール新技術]

- VC2.23 M. van Cleef, P. Lippens, J. Call: Superior Energy Yields of UNI-SOLAR® Triple Junction Thin Film Silicon Solar Cells Compared to Crystalline Silicon Solar Cells Under Real Outdoor Conditions in Western Europe. [論文入手]
- VA1.91 I.F. Barro, I. Zerbo, F. Zougmore, O.H. Lemrabott, G. Sissoko: Bulk and Surface Recombination Parameters Measurements in Silicon Double Sided Surface Field Solar Cell Under Constant White Bias Illumination. [論文入手]
- VB2.26 H.G. Beyer, N. Kreuzer, R. Rütger: Estimation of the Yield of Building Integrated a-Si PV-Installations in Brazil Based on Long Term Performance Data of a 2 kWp System. [論文入手]
- VB2.45 R. Versluis: Calculating the Electrical Performance of Curved Thin Film PV on Moulded Surfaces. [論文入手]
- VC2.51 H. Schmidhuber: Why Using EVA for Module Encapsulation if There is a Much Better Choice? [論文入手]
- VD1.14 A. Yamaguchi, K. Kurokawa, T. Uno, M. Takahashi: A New Added Value of Photovoltaic Module -Absorption Characteristics of Electro-magnetic Wave- [論文入手]
- VD1.34 A. Moehlecke, I. Zanesco, A.C. Pan, T.C. Severo, A.P. Mallmann: Photovoltaic Module with Coloured Diffuse Reflector [論文入手]
- VD1.5 K. Peter, R. Kopecek, P. Fath, E. Bucher: Silicon Solar Cell Modules with an Aluminium Foil Back Contact.[依頼中]
- VD1.9 P. Johander, H. Petersson, T. Gruszecki: Shaped Dye PV Modules for Low Power Application in Electronics. [論文入手]

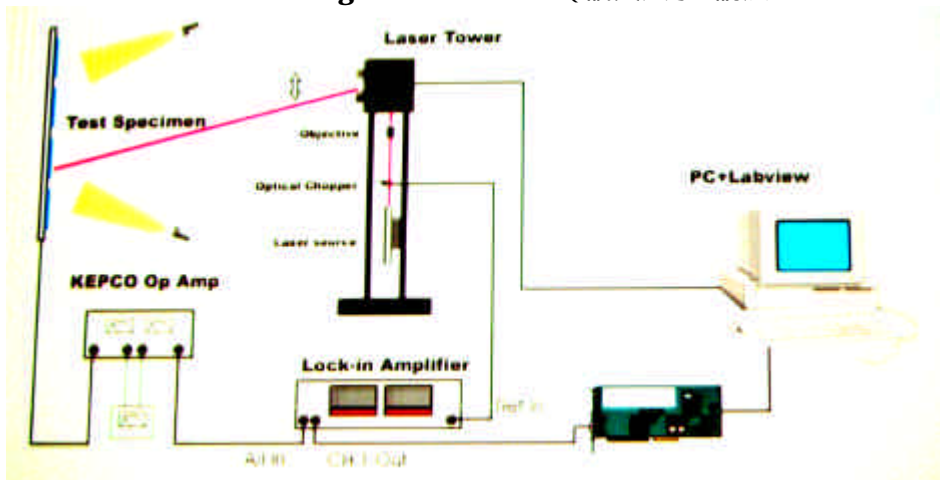
6.4 PV モジュール評価論文

OA1.1 A. Ho & S. Wenham, UNSW Intelligent Strategies for Minimizing Mismatch Losses in Photovoltaic Modules and Systems (論文入手・講演スライド一部あり)

ミスマッチ回避のためのモジュール製造時のセルソート戦略。最大 50%の性能差のあるセルが混じりこんでいてもセルをはねないで,1%の性能低下ですむ戦略を見つけた。アルゴリズムの基本は,現在の配置でもっとも動作点が極端に違うセル同士的位置を交換していくスワップ法をもとに賞数回の繰り返しで最適解が求まるように改良を加えた。

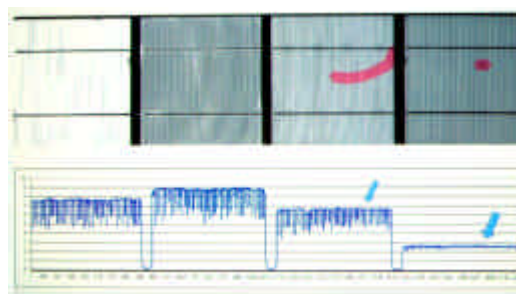


OA1.2 G. Agostinelli, et al_JRC: Large Area Fast LBIC as a Tool for Inline PV Module and String Characterisation(論文入手・講演スライドあり)



セル診断で用いられる LBIC のモジュールへの適用。モジュール内部欠陥が見つけれられる。生産ラインへの応用。定常光を全体に照射しながら，チョッピングしたレーザービームをタワーから照射。セル内部の欠陥を含めて検査できる。

図の例では，一部のセルに欠陥があり（赤く塗ってある部分），それにより励起電流が減っているのが分かる。全体に下向きの細かいひげがたくさん観測されるのは，電極格子の部分では発電されないから。



PD2.L C.R. Osterwald, P.F. Varadi, S. Chalmers, M. Fitzgerald: Product Certification for PV Modules, BOS Components, and Systems.

PV の製品保証制度の在り方に関するレクチャー。

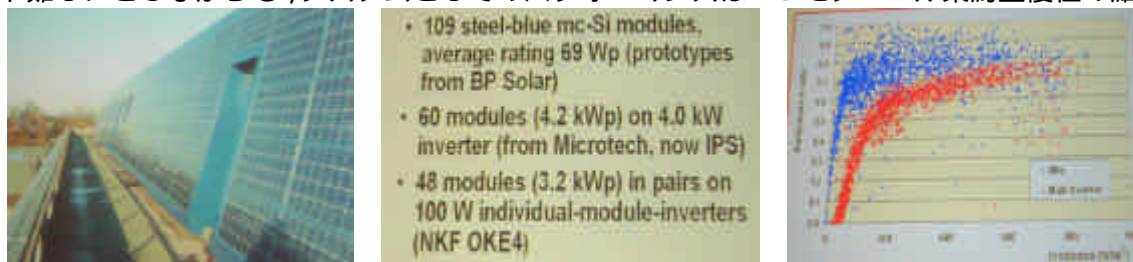


提示された 3 通りの保証体系

PD2.3 A.E. Wheldon, J-Y. Cherruault, S Wheeler: Comparative Performance of a Central Inverter and Individual Module Inverters on a Building-Integrated – Photovoltaic Roof.[依頼中]

集中型インバータと AC モジュール集約型システムの比較。英国 Reading 大学に設置された BIPV システムにおける測定結果に基づく。日射-システム出力係数特性を実測値により比較し温度，影，モジュールサイズとの整合などを分析。取り付けやメンテナンスでは AC モジュールが

やや難しいとしながらも,システムとしてのパフォーマンスはAC モジュール集約型優位の結論。



(左) Reading 大学屋上の BIPV システム ,(中) モジュール構成内訳 ,
(右) 日射-システム出力係数比較プロット

[ポスター : モジュール評価]

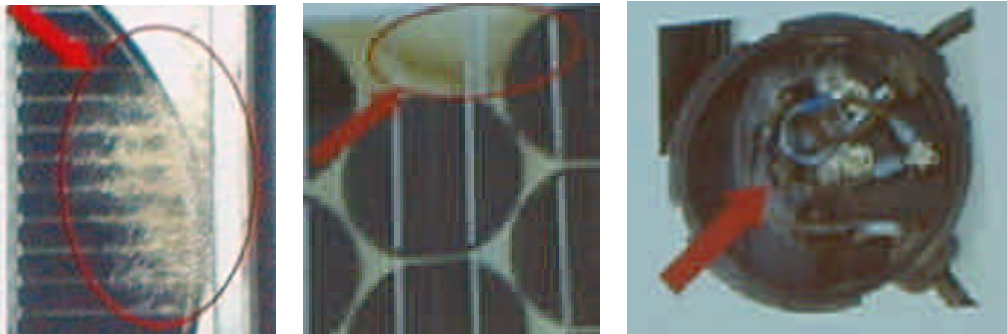
- VC2.11 E.L. Meyer, E.E. van Dyk: Monitoring Isc, Voc and the Performance Parameters of Photovoltaic Modules. [論文入手]
- VC2.12 E.L. Meyer, E.E. van Dyk: The Behaviour of Photovoltaic Modules Under Reduced Light Levels. [論文入手]
- VC2.16 T. Rodziewicz, M. Zabkowska-Waclawek, T. Zdanowicz: Performance of PV Modules Made Fabricated in Different Technologies at Strongly Changeable Insolation Conditions. [論文入手]
- VD1.3 K. Bücher: Accurate Production Line Testing of High Capacity Modules, High Efficiency Modules and Very Large Area Building Integrated PV Modules. [論文入手]
- VD1.6 D. Chianese, N. Cereghetti, A. Realini, S. Rezzonico, G. Travaglini: Energy Rating of PV Modules. [論文入手]
- VD1.7 N. Cereghetti, D. Chianese, A. Realini, S. Rezzonico, G. Travaglini: Power and Energy Production of PV Modules. [論文入手]
- VD1.8 PV S. Rezzonico, N. Cereghetti, D. Chianese, A. Realini, G. Travaglini: Module Behaviour in Real Conditions: Emphasis on Thin Film Modules. [論文入手]
- VD1.40 R. Gottschalg, D.G. Infield, M.J. Kearney: Influence of Environmental Conditions on Outdoor Performance of Thin Film Devices. [論文入手]
- VD1.52 D. Anderson, T. Sample, E. Dunlop: Obtaining Module Energy Rating from Standard Laboratory Measurements. [論文入手]
- VB2.41 A.S. Bahay, R.M. Braid, P.A.B. James: Mismatch Losses in Large PV Arrays at Southampton University.[依頼中]
- VB2.50 I. Morsy, A.K. Aboulseoud: A Predictive Model for a Panel Maximum Output Power Under Cloudy Skies.[依頼中]
- VD1.2 H. Kiess: Orientation of Solar Panels to the Elevation of the Sun, Revisited.[依頼中]
- VD2.9 W. Maranda: Parallel Operation of Non-Uniformly Oriented PV-Arrays. [論文入手]
- VD2.27 M. Sidrach de Cardona, L. Mora-López, L. Ramírez Santigosa, M. Marchante Jiménez, A. Navarro Fernández: A Multivariate Lineal Model for the Prediction of Daily Average Photovoltaic Array Temperature. [論文入手]
- VD1.1 W. Keogh, A. Blakers: Natural Sunlight Calibration of Silicon Solar Cells. [論文入手]
- VC2.22 J.C. Lakeland, A.E Wheldon, R. Oldach: Should International Standards for Solar Home Systems be Testable Without Standards Laboratory Facilities?[依頼中]
- VD2.49 J.J. Bloem, J. Rasmussen: Testing, Field Monitoring and Certification of a Roof Integrated Photovoltaic System. [論文入手]
- VD1.15 M. Pellegrino, G. Flaminio, A. Sarno, J. Zhao: Dark Measurements Techniques for PV Modules Quality Evaluation.[依頼中]

6.5 モジュール・アレイの信頼性

OA7.1 A. Realini, TISO: Study of a 20-years Old PV Plant (MTBF Project) (論文入手)

1982年に設置されたPVシステムの運転実績報告である。世界で最長期間のモジュール劣化評価として貴重。実データに基づく詳細な統計資料分析と性能試験の報告。剥離は92%(1996年74%)

のモジュールで観察された。そのうち IEC61215 で 27%が劣化状態にあるが、絶縁特性は特に劣化していない。黄色化に対して特性測定を行い性能上の著しい劣化は見られないことが判明。また、屋内で行った加速試験と屋外での劣化を比較。屋外で見られた積層剥離、テッドラバックシートの剥離は屋内試験では見られなかった。外見は悪いが機能的には十分と評価。モジュールの耐久性を確認。



(左) 剥離部分の拡大 (中) 黄色化した部分の拡大図 (右) 接続 BOX 内の劣化状況

[ポスター：モジュール・アレイ信頼性]

- VC2.21 M. Bergovic, A. Pregel, A. Rohatgi, Georgia Tech: Estimation of PV System Reliability Parameters.
- VC2.25 N.G. Dhere, M.B. Pandit: Study of Delamination in Acceleration Tested PV Modules. [論文入手]
- VC2.44 M.C. Alonso, R. German, W. Herrmann, K. Wambach, B. Proisy: Outdoor Hot-Spot Investigations in Crystalline Silicon Solar Modules. [論文入手]

6.6 リサイクル論文

[ポスター：リサイクル]

- VC2.32 N. Warburg, M.A. Wolf, M. Kaiser, M. Zumkeller: Recycling of Photovoltaic Systems – Aims and Roads. [依頼中]

6.7 システム実績論文

OC8.4 Edwin Cunow, Bodo Giesler, Wolfgang Rehm: One MW PV Roof at the Munich Trade Fair Centre ? Results and Experience of three Years of Operation (発表スライドあり)



会場の屋上に設置された1MW屋根システムの運転性能報告。

アレイ全体は6棟の屋上にわたり12セクションのアレイから構成されている。アレイのDC電位はフローティングで、漏れ抵抗を常時監視しており、問題が生じたときは、問題のあるセクションを切り離しメンテする。

同システムは3台のインバータが交互マスター・スレーブモード*で運転する方式で、低負荷時の台数制御により効率改善が図られている(*マスターが交代していく方式)。負荷率 5%で効率 85%，6%で効率 90%，10%で効率 96%と低負荷側においても高効率を示している。

インバータは UPS 汎用品を転用したので安価に製作できた。20年保守契約を結んでいる。インバータ効率の実績は、下表のように非常に高い値を示している。また、システム出力係数は欧州の大型システムの中では最良値である。

	1998 年	1999 年	2000 年
インバータ効率	95.0%	95.2%	-
システム出力係数	73%	77%	80%
発電電力量	839 MWh	991 MWh	1007 MWh
年積算日射量	1124 kWh/m ²	1224 kWh/m ²	1134 kWh/m ²

		システム出力係数
トレド(ES)	1.0 MW	~65%
ヘルネ(DE)	1. MW	~68%
セレ(IT)	3.3 MW	~70%
モンソレイユ(CH)	0.56 MW	~78%
ミュンヘンメッセ(DE)	1.0 MW	~80%

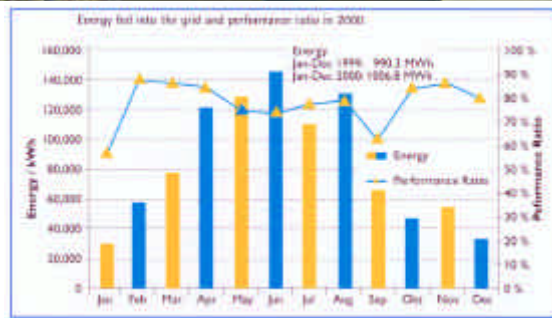
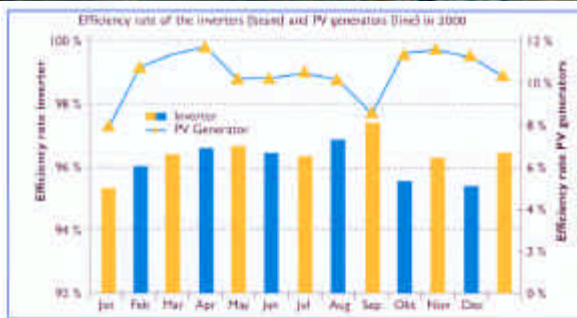
会期中、毎日 30 分おきに会場の屋上に設置された 1MW 屋根システム見学会が実施された(予約制)。

インバータは見学台のある建物の西側別棟の地下に 3 台がまとめて置かれている。6 棟の建物の距離は離れているのでアレイ配線の長さに大きな差があるが、ケーブル断面積に差をつけて電圧降下が一定値に収まるように調整した。



ミュンヘン・ニューメッセ 1MW 屋根システムの主要な仕様

運転開始	1997 年 11 月 19 日
モジュール	ジメンス・シェル・ソーラー社フレームレス SM-130L(84 セル)
モジュール枚数	7,812
セル効率	~ 15%
総容量	1,026kW
モジュール面積	7,916m ²
利用可能屋根面積	6 棟計 66,000m ² (60%を PV 用に利用)
アレイ	南向き, 屋根面に対し 28 度傾斜 支持材はフレームレスで屋根直接とりつけのため 50%材料節約
インバータ	330kVA x 3 台 (交互マスター・スレーブモードで運転) 20,000V 系統へ連系
平均日射量	1,200kWh/年
発電電力量	1,000h/年
等価稼働時間	約 1,000 時間/年
期待寿命	最短 20 年
総費用	14 百万マルク (8 億 4 千万円, 84 万円/kW)



(左)インバータ効率(棒グラフ)とシステム効率

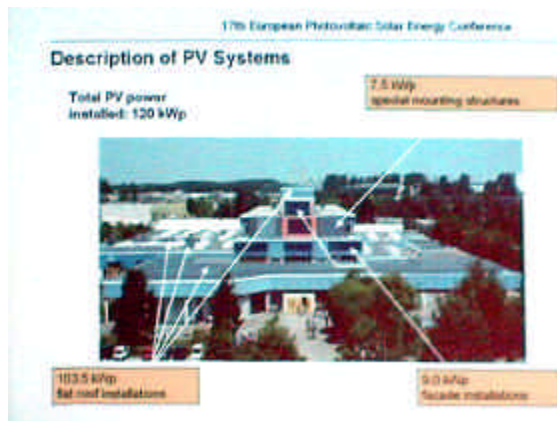
(右)発電電力量(棒グラフ)とシステム出力係数

OC2.5 T.Erge, K. Kiefer, E. Rossler, A. Beuschel, W. Schmitz Operation Experience of The 120 kWp PV System “Butzweilerhof”. (論文入手・スライドあり)

フラウンホーファー研究所では合計 120kW の各種 PV システムを建設し比較した。設置したシステムは、陸屋根形式 4 箇所が 103.5kW，特別取り付け構造を採用した 7.5kW，ファサードが 9.0kW である。

インバータは 0.1kW の AC モジュール集積型から 45kW の集中型まであり，夫々のパフォーマンスを 12 ヶ月のデータで分析比較している。出力電力量，システム出力係数はおおむね予想通り

であるが、新設時の不良やいくつかの AC モジュールのひんぱんな停止等の影響もあり、完全な比較結果とは位置づけていない。

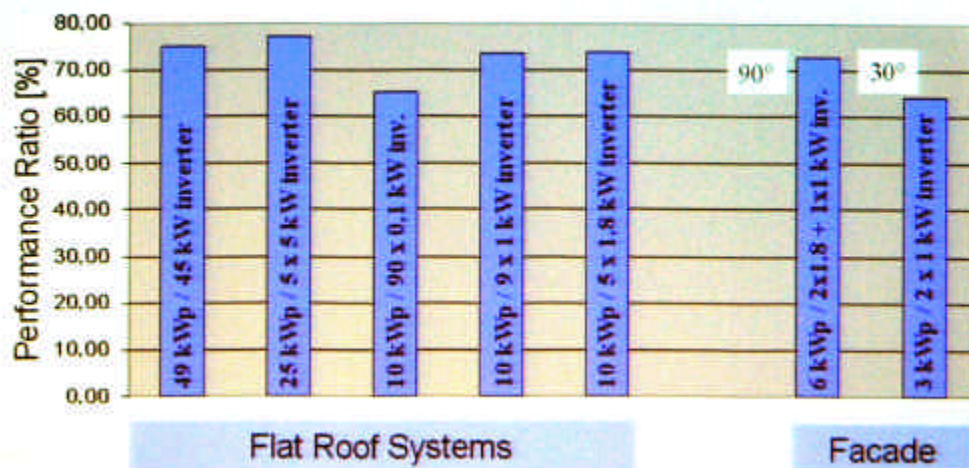


(左)全システム合計で 120kW

Part	Modules	kWp	Inverter
1a	552 x Helios H900	49.60	1 x ACE 4501 (45 kW)
1b	280 x Helios H900	25.20	5 x Sunways 5.01a (5 kW)
2	90 x ISO FOTON I-106	9.54	90 x NKF OK4E-100 (0.1 kW)
3	108 x Helios H900	9.72	9 x SMA SWR 1100 (1 kW)
V	63 x Helios H900	5.67	3 x SMA SWR 2000 (1.8 kW)
H	42 x Helios H900	3.78	2 x SMA SWR 2000 (1.8 kW)

(右)陸屋根設置型システムの仕様

August 2000 – July 2001



(上)各システムのシステム出力係数の比較

OC8.1 T. Schoen, D. Prasad, P. Toggweiler, H. Sorensen Achievements of Task 7 of the IEA PV Power Systems Program: Final Report and Outlook. [依頼中]

IEA Task 7 の最終報告書の概要。詳細は <http://www.task7.org/> 参照

[システム実績]

- VC2.14 A. Al-Amoudi, S. Al-Zahrani, Saudi Arabia: Degradation Analysis of 350 kW Photovoltaic Plant After 20 Years of Operation. [論文入手]
- VD2.4 N.M Pearsall, K.M. Hynes: Performance Analysis of 68 kWp PV System at University of Jaen. [依頼中]
- VD2.36 P. Boulanger, H. Colin, P. Malbranche: Comparative Assessment of Grid Connected Systems - Architecture, Grid Interconnection and Performance. [依頼中]
- VD1.13 G.J. Conibeer, C. Jardine, K. Lane: PV-COMPARE: Direct Comparison of Eleven PV Technologies at Two Locations in Northern and Southern Europe. [論文入手]
- VD1.13 G.J. Conibeer, C. Jardine, K. Lane: PV-COMPARE: Direct Comparison of Eleven PV Technologies at Two Locations in Northern and Southern Europe. [論文入手]
- VD1.12 C.I. Yousif, E. Scerri: A Five-Year Report on a Solar Photovoltaic Grid-Tied System Operating Under a Typical Mediterranean Climate. [依頼中]
- VD2.33 P.J. Pérez, J. Aguilera, G. Almonacid, P.G. Vidal: Project UNIVER (UNiversidad VERde) 200 kWp Grid Connected PV System at Jaén University Campus. Two Operation Years Result. [依頼中]

6.8 システム計画・シミュレーション・評価法

OA4.3 S. J. Ransome, J. H. Wohlgemuth, BP Solar: Analysis of Measured kWh/kWp from Grid Tied PV Systems – Modeling Different Technologies World Wide with Real Data. (論文入手)

モジュールのエネルギー定格に関する論文。世界各地の様々なシステムを対象とした評価方法を提案し検証している。出力予測およびシステム診断を目的とする。設置後1~3年程度のシステム30箇所以上で10分値データを収集。気象データ等を使用し、影の影響が無いシステムでkWh/kWpを7%以下の誤差で算定可能。

OC8.3 K. Otani, K. Sakuta, T. Sugiura, K. Kurokawa: Performance Analysis and Simulation on 100 Japanese Residential Grid-Connected PV Systems Based on Four years' Experience. [論文あり]

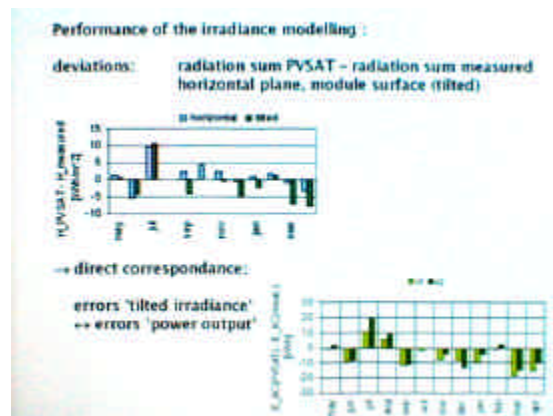
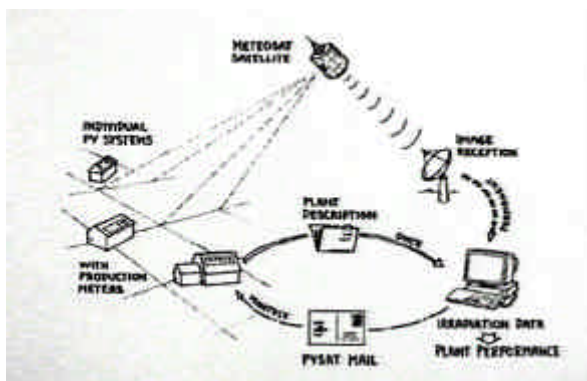
日本の一般家庭用屋根上設置式系統連系PVシステムを対象に百に上る実データを収集。SV法に基づくシミュレーション結果と照合し妥当性を示した。



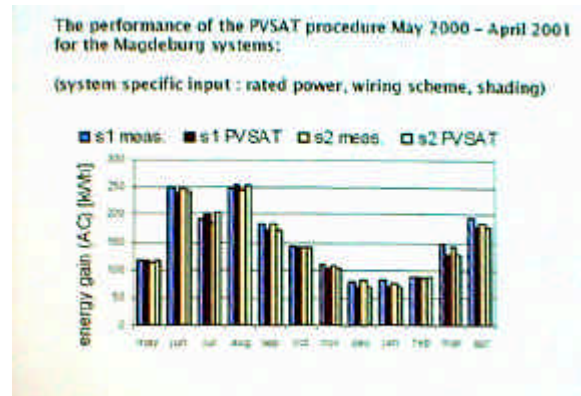
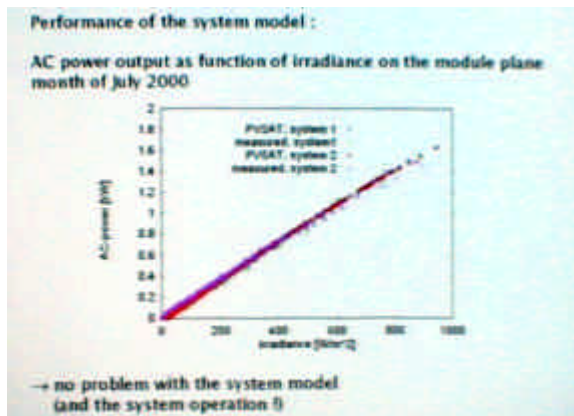
(左) 第一著者大谷氏の代理で発表中の黒川 (右) 質疑応答

OB8.3 H.G. Beyer, D. Heinemann, C. Hoyer, C. Reise, E. Wiemken Accuracy of the Estimation of Monthly Performance Figures of Grid-Connected PV-Systems Based on Remote Data Sources. (論文入手・スライドあり)

地域ごとの日射変動を1時間値でMETEOSAT衛星から配信し月毎に温度データを地上ネットワークから取り込みPVの動作を遠隔監視する方法の評価。影の無いサイトにて月あたり±10kWh/kWpの範囲で出力電力計算を達成。



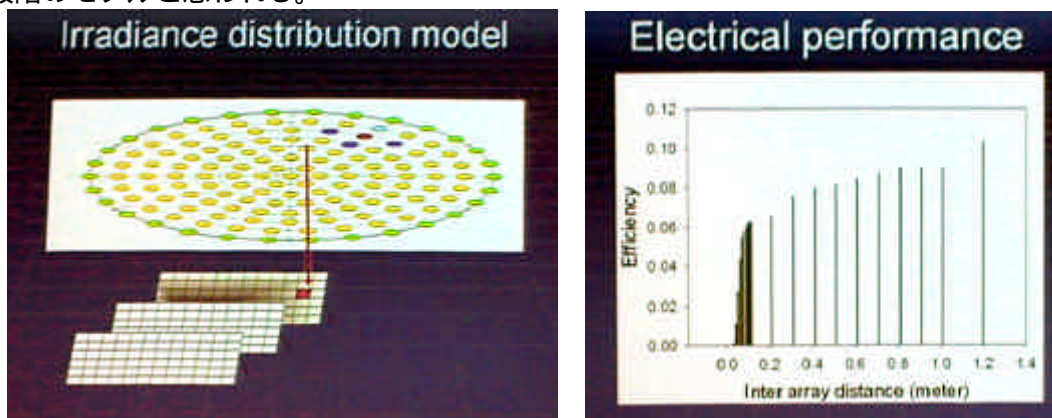
(左) PVSAT方法概略図, (右) 衛星雲画像から得た日射量と実測値の対比



(左)検証に用いた傾斜面日射量 vs システム出力の関係（とくに問題なし）
 (右)実測と PVSAT 推測値の比較（システム仕様入力：定格出力，アレイ配線，日陰）

OA7.3 R. Versluis, TNO, NL: Optimization of PV Array Geometry. (論文入手)

PV アレイ上の日射不均一による PV の電気的特性変化評価モデルを提案し，それを用いて最適なアレイ形状を決める。横方向・縦方向の各々の不均一度に着目して一般化し，アレイ間隔と出力減少について分析した。モデルにはまだバイパスダイオードは組み込まれていないなど，まだ初期段階のモデルと思われる。



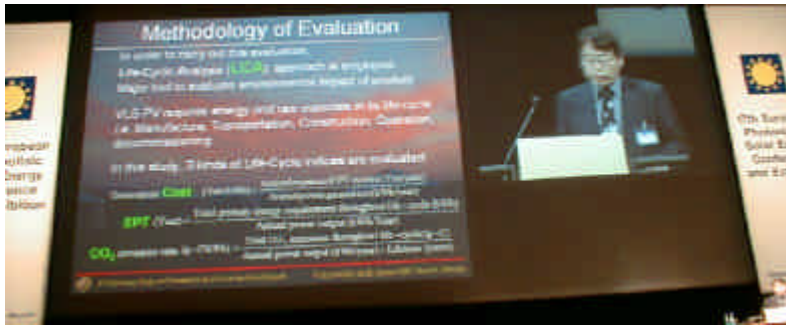
OD8.4 J.W.H.Betcke, V.A.P. van Dijk, F. Wiezer, C. Reise, E. Wiemken, H. Dufner P. Toggweiler, D. Heineman: PVSAT: Remote Performance Check for Grid Connected PV Systems Using Satellite Data, Evaluation of One Year of Field-Testing.

系統連系 PV システムの欠陥を診断するには月毎の発電量を参照値と比較するが，参照値を計算する方法として，衛星観測日射量と個々のシステム形態から計算する方法がある(PVSAT)。4ヶ国 69 箇所 72 システム，95Wp ~ 30kWp のシステムから 1 年間に渡りデータを収集しソフトウェアと方法自体の試験，差の確定，差の原因特定等を行った論文。

OD3.4 W. Coppys, R. Belmanns, A. Woyte: Determining the Value of Decentralized Grid-Connected Photovoltaic Electricity in Belgium. [論文入手]

ベルギーにおける 27 の系統連系 PV システムをモニター。PV による実際の系統への供給電力を評価する規準作成を目的。天気予報に基づく出力予測との相関や，天候による揺らぎの影響を分析。天候の種類によりの中率に差が生じ，全体の 20%は予測出力を超える出力となった。また曇天の場合，揺らぎの影響は配電系統数で除される値となる。ベルギーの住宅需要曲線と PV の発電特性にはあまり相関は得られなかった。

OD8.2 M. Ito, K. Kurokawa, K. Kato, H. Sugihara, T. Kichimi, J. Song: A Preliminary Study on Potential for Very Large-Scale Photovoltaic Power Generation Systems (VLS-PV) on the World Dserts. [論文入手]



メイン会場：黒川の発表

IEA Task 8 関係論文。モンゴル，ゴビ砂漠を対象とした Very Large-Scale Photovoltaic Power Generation Systems (VLS-PV)の設計，評価方法，コスト，CO₂ 排出量を含めた検討結果報告。

OD3.2 A. Woyte, R. Belmans, J. Nijs: Power Flow Fluctuations in Distribution Grids with High PV Penetration.[論文入手]

[ポスター：システムシミュレーション・評価法]

- VA1.66 J. Tamura, K. Kurokawa, K. Otani: Measuring and Estimating for In-plane Irradiation [論文入手]
- VD2.29 G. Becker, H.-G. Beyer, M. Maier, P. Sörtl, V. Qaschnig, M. Zehner: Calculation of Global Weather Data Via JAVA Applet in the Internet. [論文入手]
- VD1.22 J. Monedero, P. Valera, M. Friend, E. Pereda, G. Sala, D. Pachón, I. Antón: Direct Normal Irradiance for Rating C-Systems.[依頼中]
- VD2.11 N. Maris, D. Mencke, D. Tegtmeyer: SolLog - Cost Efficient Datalogger and Controller for PV Systems. [論文入手]
- VB2.40 W. Knaupp: Solar and Photovoltaic Resource in Relation to Atmospheric Height.[依頼中]
- VB2.44 N.J.C.M. van der Borg: Irradiation Loss in the Built Environment. [論文入手]
- VB2.57 E.C. Molenbroek, G. Timmers, C.P. Byrman, W. van den Berg: An Internet-Service for PV-System Owners. [論文入手]
- VC2.15 T. Zdanowicz, Dziedzic: Thick-Film Insolation Sensor. [論文入手]
- VD1.16 M. Alonso-Abella, A.B. Cueli, F. Chenlo: A Year of Irradiation Data on Tilted Surfaces with Different Orientations. [論文入手]
- VD1.41 L.A. Hecktheuer, A. Krenzinger: The Effects on the Photovoltaic Systems Response of Parameters Reflection, Spectrum, Voltage Drop and Temperature.[依頼中]
- VD1.57 U. Jahn, S. Castello, R. Dahl, A. Frölich, L. Clavadetscher, M. Heidenreich, D. Mayer, W. Nasse, K. Sakuta, T. Sagiura, N.J.C.M. van der Borg: A New Tool for Performance Analysis and Assessment of PV Systems: The Performance Database of IEA-PVPS Task 2. [論文入手]
- VD2.5 D. Remmer, S. Bowden, C. Honsberg: Photovoltaic CD-ROM on Systems and Applications. [論文入手]
- VD2.6 M. Brogren, B. Karlsson: Design and Modelling of Concentrating Elements for PV Systems, and Investigation of the Resulting Irradiation Distribution [論文入手]
- VD2.28 J. Manzanares, A. Karl, T. Lutzenberger, M. Zehner, R. Haselhuhn, R. Sebald, G. Becker, M. Bechteler: SolEm v.2.0 (Emulation of Solar-Electric Applications on Basis of a Spreadsheet Programme).[依頼中]
- VD2.30 G. Becker, G. Erbeck, M. Zehner, M. Zettl: Development of a PV System Design Tool with Special Consideration of the Economic View.[依頼中]
- VD1.45 A. Krenzinger: An Algorithm for PV Array Analysis.[依頼中]
- VB2.68 M. Rhodes, I. Knight, D. Nuh: Development of a Generic Urban Microclimate Model for Use in Locating PV, Wind and Hybrid Renewable Energy Systems for Optimum Efficiency. [論文入手]
- VB3.5 H. Herzer, P. Vitanov: Installation and Implementation of 1000 MW - PV Electricity Production. [論文入手]
- VD2.40 R. Gottschalg, D.G. Infield, M.J. Kearney, R. Rüter: Environmental Effects on the Performance of an Amorphous Silicon PV System. [論文入手]

6.9 インバータ・制御保護関連発表

OA4.1 A. Abete, F. Scapino, F. Spertino: Comparison of Power Quality Between Centralized Inverters and Module Integrated Inverters in Grid Connected PV Systems. (論文入手)

AC モジュール用インバータ 2 種類 (高周波トランス使用 100VA, 1 基は共振スイッチ使用) と集中型インバータ (50Hz トランス使用 1.5kVA) を性能比較した。

- 単独運転最長時間: 集中型 180ms, モジュール型 60ms
 - THD: モジュール型 (共振型), モジュール型 (PWM), 集中型の順に高くなる
 - 各機種 of 効率, 力率, 単独運転時間については, ほぼ同等
- 筆者は最終的に, AC モジュールの方が有利であると結論付けている。

OA4.2 H. Haerberlin: Evolution of Inverters for Grid Connected PV-Systems from 1989 to 2000. (論文入手・スライドあり)

PV インバータ発展の歴史を紹介, 60kWp の試験装置を使用した各種インバータの試験結果を中心に報告。効率, 高調波, RFI, 単独運転, 信頼性等の項目をまとめ, 過去 10 年間に比して系統連系用 PV インバータの格段の進歩を確認すると共に, エネルギー技術における標準化を達するために今後のさらなる努力が必要と結論付ける。

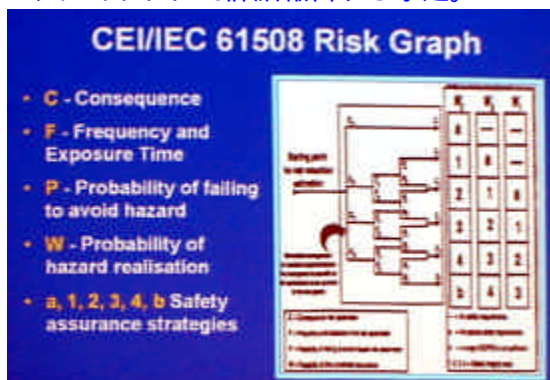
OA4.5 A. Kotsopoulos, J.L. Duarte, M.A.M. Hendrix: Three Phase Inverters for Grid Connected PV Applications. (論文入手・スライドあり)

単相インバータと三相インバータの得失比較。一般に三相インバータは大電力用のみに使用されるが, 低電力に適用した場合以下の得失がある。

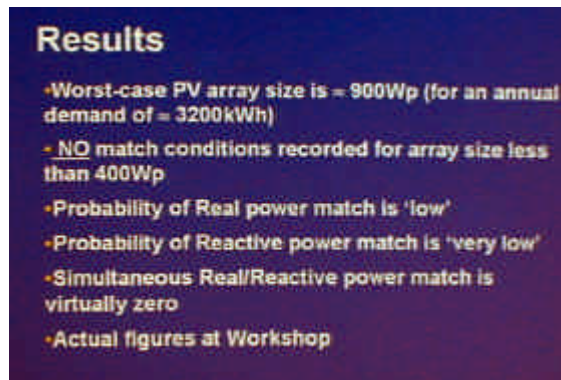
- 利点: 半導体素子の有効利用, DC フィルターコンデンサのストレス減, トランス, インダクタの小型化
- 欠点: 系統接続時のコスト, 部品点数の増加

OB8.1 J. Thornycroft, B. Verhoeven, N. Cullen, A. Collinson, W. Bower: Islanding of Utility Connected PV Inverters – Probability & Risk Assessment. (論文入手・スライドあり)

本発表は IEA/Task 5 での単独運転の発生確率とリスク評価の検討結果の発表である。[発生確率] = [電源停電率 (統計データ) × 負荷一致確率] と定義し, オランダの配電系統で観測を実施した。有効電力が釣り合う確率は低く, 無効電力の一致確率はきわめて低く, 両者の同時発生は事実上ゼロである。400W 以下のアレイサイズでは皆無と報告。2002.1.24-25 オランダで行われるワークショップにて詳細報告する予定。



(左) CEI/IEC 61508 Risk Graph



(右) 確率評価のまとめ

OB8.2 H. Haerberlin: Interference Voltages Induced by Magnetic Fields of Simulated Lightning Currents in Photovoltaic modules and Arrays. (論文入手・スライドあり)

インパルス電流発生装置を使用し i_{max} : 120kA, di/dt_{max} : 40kA/ms のパルスを生じさせ最大 1.25m × 2.25m の装置内に磁界を生じさせ PV アレイ京セラ KC60 のフレーム有無, 背面金属箔の有無などにより試験。フレーム, 裏面金属箔により誘導電圧は著しく下げられると結論付けた。

PD2.4 Ch. Halter, W. Enders: The Indirect Influence of Lightning Impacts on PV-Systems.

雷による誘起電圧の間接的影響をフィールドで試験。測定器と PV を屋外に設置し 2 年間に渡

り測定を実施。配電線に 5kV 以上の電圧や、5MHz の周波数成分を含む誘導電圧を観測。PV モジュールにて数 kV の可能性を指摘。詳細は **VD1.26** (入手済み)

OC5.5 Radio Interface on the DC Side of PV Systems – Research Results and Limits of RF Emissions [論文入手]

N. Henze, T. Degner, H. Haberlin, G. Bopp, S. Schattner

PV インバータ 1 次側(DC 側)での EMC に関する論文。Line Impedance Stabilisation Network (LISN)は AC (150kHz ~ 30MHz) に関して (EN55014, EN50081-1) 等があるが、DC に関しては限界電圧が EN55014 に示されているのみであり、1500 のプローブを使用し、数メートルの短いリードに限定されていた。この論文では PV 用 DC-LISN と EN55014 を参考に 150kHz ~ 30MHz の限界電圧が提案された。

OD8.5 T. Degner, H. Daub, W. Enders, A. Schulbe: EMC and Safety Design for Photovoltaic Systems – Results from the Project ESDEPS. [依頼中]

PV システムの EMC 評価に関する報告。ラジオ受信器への影響は 30kWp の大型システムで多少の電圧変動あり、雑音は制限値以下と測定された。独立型 PV システム用バッテリーインバータでは AC 側の伝導雑音に問題があるものが見られた。2002 年春に最終報告予定。

[関連ポスター]

- VC2.10 D. Schulz, R. Hanitsch: Islanding Detection in Germany: Current Standards and Development.** [論文入手]
- VC2.26 A. Woyte, R. Belmans, J. Nijs: Modular DSP Controlled Photovoltaic Array Simulator.** [論文入手]
- VC2.43 P. Heskes, J.A. Eikelboom, G. Bettenwort, B. Magaritis, E. Ortjohann: A New Low-Cost Modular Inverter Using Advanced ASIC Control.** [論文入手]
- VD1.26 W. Enders, C. Halter, P. Wurm: Investigation of Typical Problems of PV-Inverters.** [論文入手]
- VD1.48 H. Koizumi, T. Kaito, Y. Noda, K. Kurokawa, M. Hamada, L. Bo: Dynamic Response of Maximum Power Point Tracking Function for Irradiance and Temperature Fluctuation in Commercial PV Inverters.** [論文入手]
- VD1.56 B. Estibals, T. Ricart, C. Alonso: New Simulation Methods to Design Optimised Photovoltaic Static Conversion Chains.** [論文入手]
- VD2.14 H. Haeberlin: New DC-LISN for EMC-Measurements on the DC Side of PV Systems: Realisation and First Measurements at Inverters.** [依頼中]
- VD1.10 M. Cotterell, A. Collinson, J. Thornycroft: Development of a Generic "Black Box" Test to Assess the Functional Performance of Inverter Protection Circuits.** [依頼中]
- VD1.27 J. Cañada Bago, S. García Galán, J. Aguilera, L. Magdalena Layos: Fuzzy Charge Controller for Stand-Alone Photovoltaic Systems.** [依頼中]
- VD1.42 D. Cruz Martins, R. Demonti, R. Rüther: Photovoltaic Grid Interfacing System.** [依頼中]
- VD2.57 P. Redi, J. Esteban, J. Soler, A. Simmons, M. Rusinsky: Development of a High Efficiency Energy Converter for Building Integrated Photovoltaics - Contract No. ERK5-CT-1999- 00023 (HEEC).** [依頼中]
- VD2.65 M. Shafiyi: Small-Scale High Efficiency Resonant Converter for PV AC-Modules.** [依頼中]
- VD2.18 C. Bendel, N. Henze, J. Kirchhof: Energy and Communication – Photovoltaic and Electro-Magnetic Energy Transformation both in One Solar Cell Configuration.** [論文入手]
- VC2.27 A. Woyte, R. Belmans, J. Nijs, P. Heskes, F. Phlippen: Mains Monitoring and Protection in a European Context.** [論文入手]
- VD2.26 M. Sidrach de Cardona Ortín: Influence of the Inverter Threshold Losses in the Grid-Connected Photovoltaic Systems Efficiency.** [論文入手]

6.10 独立型・蓄電池関連発表

OA7.4 J. Munoz, E. Lorenzo, ES: Technical Standard for Stand-Alone PV Systems Using Inverters. (論文入手・スライドあり)

インバータを有した独立型 PV システムの技術規準とその試験方法の提案。従来、DC 側につい

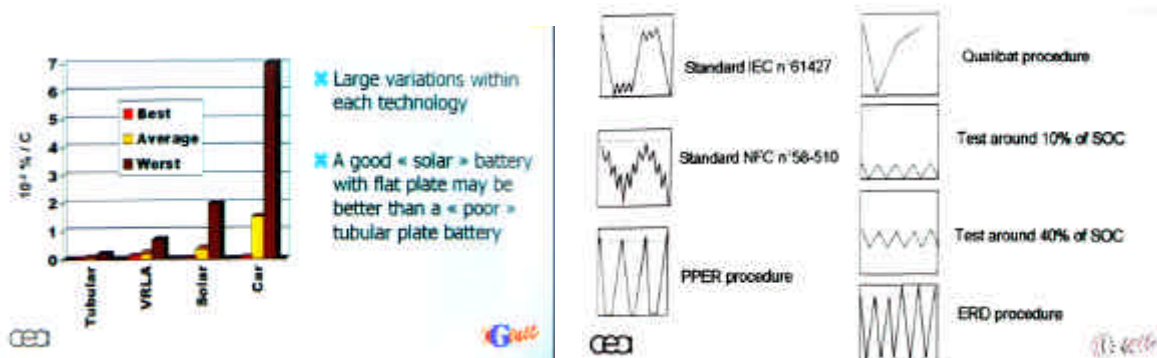
て用いられた基準”Universal Technical Standard for Solar Home Systems” Thermie B SUP 995-96, EC-DGXVII,1998 に対し，インバータ以降の交流側に対する技術規準および試験方法の提案。12 種類のインバータを，一般の研究室にて用意できる機材を使用し，信頼性，安全性について評価した。

OA7.5 O. Bach, D. Desmettre, F. Mattera, P. Malbranche, GENEC: Results and Comparisons of Seven Cycling Test Procedures for PV Batteries. . . (論文入手・スライドあり)



GENEC は長期にわたって，独立型 PV システムを中心に研究してきたフランスの研究機関（起源は原子力系）である。独立型のシステムで unknown 要素の多い蓄電池について体系的な評価を継続してきた。今回はそれらの集大成というべきもの。7 種類のバッテリー試験方法により 4 種類に大別できる鉛蓄電池を試験評価した。試験費用の観点から，長期間を要するバッテリー試験サイクルの削減，期間の短縮を志向した。対象とした蓄電池は自動車用，太陽光発電用，VRLA，チューブラーの 4 種。試験パターンは IEC 法はじめ 7 種。

その結果，下掲の 4 試験方法が優れているという結論を出した。IEC に試験パターンを改定するように働きかけたいとのこと。

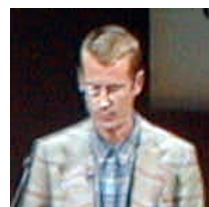


(左) 試験対象とした蓄電池 4 種 (性能のばらつきが大きい) (右) 7 種の試験パターン

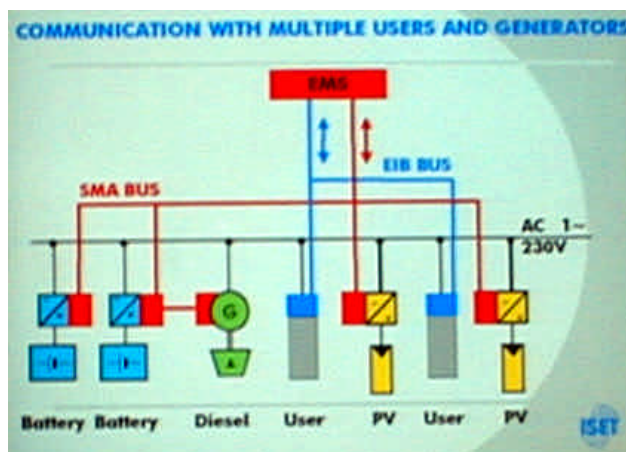
- ✕ Qualibat much quicker than the PPER
- ✕ NFC quicker than the IEC
- ✕ 10% SOC similar to the 40% SOC
- ✕ ERD good for stratification evaluation

(上)推奨された 4 試験方法

@PC2.2 M. Vandenberg, ISET-Kassel, P. Strauss, S. Beverungen, B. Buchholz, F. Kininger, H. Colin, N. Ketjoy, T. Suwannakum, D. Mayer, J. Merten, X. Valve, J. Reekers: Expandable Hybrid System For Multi-User Mini-Grids. (論文待ち・スライドあり)



複数の発電機，バッテリー，PV，負荷からなる小規模独立型系統に AC バス / DC バスを用いた場合のシステムの最適化と通信を含めたシステム管理に関する論文。



[関連ポスター]

- VC2.5 **Improved PV Battery Modelling using Matlab** [論文入手]
- VC2. **S.M. Karabanov, V.V. Simkin: 19 High-Efficiency Extreme Regulator of PV System Power.** [論文入手]
- VC2.38 **P. Díaz, E. Lorenzo: Results of a SHS Charge Controller Testing Campaign.** [論文入手]
- VC2.39 **P. Díaz & J. Muñoz: SHS Battery Modelling: Definition, Tests and Validation.** [論文入手]
- VD1.28 **J. de la Casa, P. Serrano, J. Aguilera: Improvements in Charge Regulators Design.** [論文入手]
- VB2.12 **C. Protopogeropoulos, N. Hadzidakis, A. Jossen: Development and Evaluation of a Battery Management System (BMS) for Small Autonomous PV Systems.** [依頼中]
- VD1.28 **J. de la Casa, P. Serrano, J. Aguilera: Improvements in Charge Regulators Design.** [依頼中]
- VD1.32 **E. Potteau, L. Fourès, D. Desmettre: Corrosion of Lead-Acid Batteries in a PV System.** [依頼中]
- VC2.7 **C. Protopogeropoulos: Applicability of Accelerated Testing Conditions on Lead-Acid Batteries for PV Systems - Results from Cycling and Deep-Discharge Laboratory Evaluation.** [依頼中]
- VC2.29 **K.H. Edlmoser, F.A. Himmelstoss: Bidirectional DC-to-DC Converter with Wide Input to Output Voltage Ratio.** [依頼中]
- VD2.51 **M. Zahran: Photovoltaic Battery Hybrid Systems Reliability and Availability.** [論文入手]
- VB2.52 **S. Krauter, F. Ochs: Development of an All-In-One Solar Home System.** [依頼中]
- VD2.37 **P. Boulanger, P. Malbranche: 10 Years in Testing Solar Home Systems at GENECEC.** [依頼中]

6.11 建材一体型

PC2.3 A. Goedmakers, D. Rambaud-Measson: Hip-Hip Project (House Integrated Photovoltaics-High-Tech in Public).

OC2.1 H. Laukamp, S. Herkel, K. Kiefer, K. Voss, S. Anderson: Architectural Integration of Photovoltaic Systems – The New Premises of Fraunhofer ISE.

建築系論文。コペンハーゲンに建設されたビルの工法上の工夫点を報告。



OC2.2 I.B. Hagemann: Building Integrated Photovoltaic (BIPV) Architecturally Smart Integration of PV in the Building Envelope.

各種 PV システム，特に BIPV の写真を中心に紹介。技術的には十分としながらも，建築の専門家との共同開発の必要性，仕様の統一など問題を指摘。

OC2.3 F. Vlek, REMU: Results of the 1MW PV Project in Amersfoort The Netherlands.

オランダ Amersfoort の 1MW-PV プロジェクトの報告。PV と建築の両立，コスト削減等の評価報告。同プロジェクトでは調達・建設にあたっての品質管理プログラムがうまく機能した。リ

ーフレットには 100%と書いてあったが、実際の性能保証定格は、公称出力が 95%、出力係数が 80%であって、実際に得られた値は 80-107%であった。重みつき投下稼働時間は 710h となった。

系統特性については、大き目のケーブルと変圧器を選定したためエネルギーフローは扱えたが高調波を吸収することになった。インバータと系統の干渉が見られ、数分間の過電圧状態が発生した。系統との問題はまだ検討の余地があるように思われた。(スライドあり)

PERFORMANCE	GRID BEHAVIOUR
<ul style="list-style-type: none"> ▸ Quality Control programme ▸ Guaranteed performance: <ul style="list-style-type: none"> ▸ Leaflets: "100%" ▸ Nominal minimum power: 95% ▸ Performance guarantee given: 80% ▸ Measured: 80 - 107% ▸ Weighted average yield: 710 kWh/kWp 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Heavier cables and transformers <ul style="list-style-type: none"> ▸ Dealing with energy flows ▸ Absorbing harmonic distortion ▸ Inverter / grid interactions ▸ Overvoltage during several minutes ▸ Closer studies necessary

OC2.4 G. Silvestrini, M. Gamberale, P. Franki: Italian PV Roof Program: First Results. (スライドあり)

イタリアのルーフプロジェクトの実施および計画の報告。イタリア環境省の政策。2004 年までの 3 年間に 50MW, 2008 年までの 7 年間に 150-200MW, 2010 年までに 300MW (White paper object) としている。とりあえず、2002 年までに PV12MW を 2000 ~ 2100 件の屋根上に設置する (財源: 64 百万ユーロ)。

[ポスター: 建材一体型]

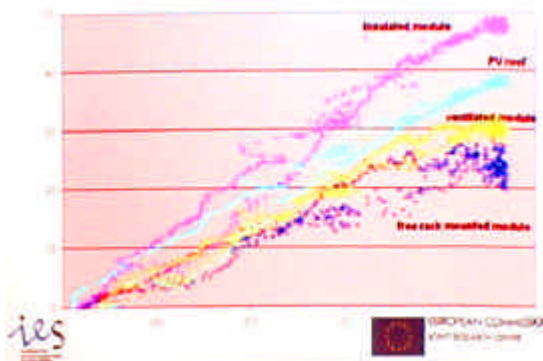
- VB2.65 W.A. Borsboom: New PV Roof for the City of the Sun. [論文入手]
- VD2.48 J.J. Bloem, L. Vandaele, P. Wouters: Field Testing and Monitoring of Photovoltaic Products Intended for Building Envelope Integration. [論文入手]
- VD2.15 J. Springer, M. Schwamb, B. Dimmler, R. Neukomm, C. Schmidt, L. deRosa, M. Kohler, A. Plessing, E. Dunlop: Building Integration of CIS Thin-Film Solar Modules. [依頼中]
- VB2.54 B.J.M. van Kampen: Uniformity of Dimensions of PV Modules is Necessary. [論文入手]
- VB2.60 E. Munyati, N.M. Pearsall, R. Haydon: The Effect of Short-Term Storage on the Matching of PV Supply to Load Demand in Houses in Edinburgh, UK. [論文入手]
- VD2.64 N. Martín, J.L. Balenzategui, V. Portscher, N. Lenck, H. Maurus, J. Alonso, J. Eikelboom, W. van Helden, B. de Boer: Optimisation of PV-Modules for Building Integration. [論文入手]
- VD1.46 K.H. Lam, J. Close, E.W.C. Lo: Construction of Two 25M Tall Vertical Arrays with 2nd Generation Amorphous Silicon Technologies. [依頼中]
- VD2.39 W.M. Lee, D.G. Infield, R. Gottschalg: Thermal Modelling of Building Integrated PV Systems. [依頼中]

6.12 光・熱ハイブリッドシステム

OC5.1 J.J. Bloem, W. Zaaiman, F. Ferrazza, R. Nacci: A PV Irradiance Reference Ball for Building Integrated Photovoltaic Systems. (スライドあり)

光・熱ハイブリッドシステムなどのように太陽電池モジュールの熱回収を試みたり、建物の温熱環境を検討するために、写真左の球状の参照セルを開発した。温度と多方位の日射測定が可能。





(左) PV Irradiance Reference Ball

(右) 日射 温度特性

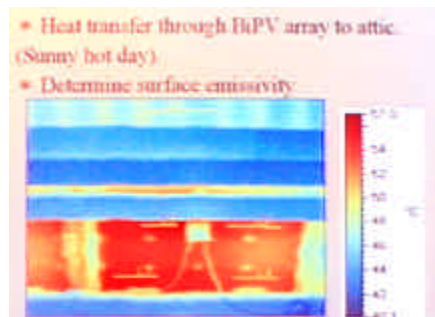
@OC5.2 S.J. Dixon, R. Liebkopf: An investigation into How Electricity Produced by Photovoltaic Systems Can Be Taken into Consideration in SAP Energy Rating Calculations.

(論文待ち・スライドあり)

英国政府の Standard Assessment Procedure(SAP) for housing にもとづき今後 10 年間の人口増加とこれにともなうエネルギー需要の増加を予測。英国家庭のエネルギーの 17%は電力が占め、発電が最大の CO₂ 排出源であることを指摘。PV の普及と CO₂ 削減効果を SAP に反映させる計算方法を提案した。

OC5.3 M.D. Brazilizn, D. Prasad: Design and Results of a Numerical Model Describing the Heat Transfer in a Photovoltaic Heat Recovery System.

家庭用 BIPV 光熱ハイブリッドシステムに関する論文。PV 裏面の冷却による出力増と熱の家庭内利用を両立することの効率性を指向し、建築時に評価可能なソフトウェア Engineering Equipment Solver の紹介と有効性を報告。太陽電池モジュールの表面放射率を測定した。



OC5.4 J.R. Bates, U. Blieske, J.J. Bloem, J. Campbell, F. Ferrazza, R.J. Hacker, P. Strachan, Y. Tripanagnostopoulos: Building implementation of Photovoltaics with Active Control of Temperature, 'Building IMPACT' – Final Results. (論文入手・スライドあり)

PV の空冷により出力増加と暖房換気効果を指向したモジュール開発と評価結果報告。暖房需要削減には多少効果があったが電氣的出力にはほとんど影響が現れず、これまで開発されたものでは経済的に自立発展できるものは皆無であったが、さらなる開発により多少の利点は得られる可能性がある」と報告。

[ポスター]

- VB2.27 Y. Tripanagnostopoulos, D. Tzavellas, I. Zoulia, M. Chortatou: Hybrid PV/T Systems with Dual Heat Extraction Operation. [論文入手]
- VB2.28 Y. Tripanagnostopoulos, T. Nousia, M. Souliotis: Test Results of Air Cooled Modified PV Modules. [依頼中]
- VD2.66 J. Badran, M. Bosanac: Performance Analysis of a PV/T Module. [論文入手]

6.13 独立システム

OD3.5 P. Lund, J. Leppanen: Improved stand-Alone PV Systems with Fuel Cells.[依頼中]

自立型 PV システムと燃料電池を組み合わせたシステムに関する論文。緯度，負荷等から最適なシステム設計を行う。H₂ 技術は 10W ~ 50W の小負荷に適し 50% ~ 70% のシステム効率が得られる。また季節的な充電容量の問題を解決できる。

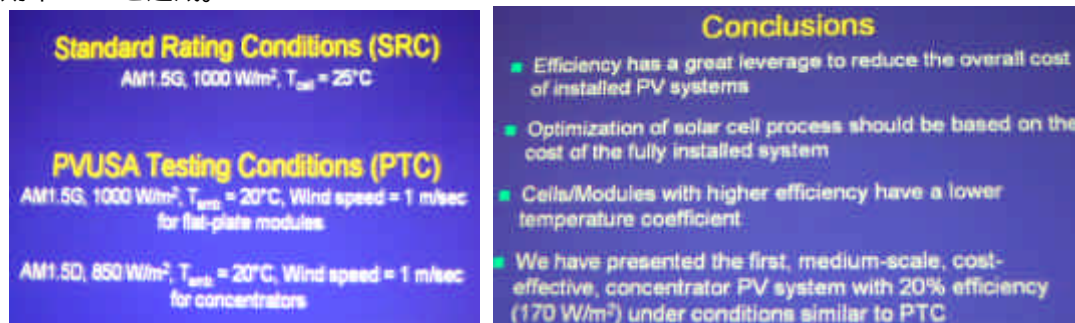
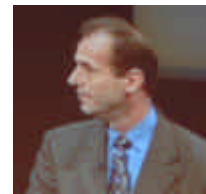
[ポスター：独立システム・ミニグリッド]

- VB2.43 X. Vallvé, G. Gafas, I. Vosseler, C. Torra, S. Izquierdo, M. Vázquez, V. Blecua, P. Vezin, P. Schweizer-Ries, A. Joyce: Key Parameters for Quality Analysis of Multi-User Solar Hybrid Grids(MSGs). [論文入手]
- VC2.59 F. Serrano-Casares, M.A. Mazo: Model for an Autonomous Photovoltaic (PV) System. [論文入手]
- VD2.34 P. Boulanger, P. Malbranche, T. Bruton, M. Patterson, J.C. Marcel, G. Moine, F. Rosillo, U. Hupach, W. Vaassen, A. Perujo: PV Lighting Systems Evaluation and Rating Methods (PLISE): Final Results.[依頼中]
- VD2,35 P. Boulanger, H. Colin, P. Malbranche: Dynamical Behaviour of Direct Coupled Photovoltaic Water Pumping Systems.[依頼中]

6.14 集光システム

PD2.1 P.J. Verlinden, N. Kaminar, A. Terao, R.M. Swanson, J. Lasich, G. Ganakas: Will we Have a 20 %-Efficient (PTC) Photovoltaic System? [論文入手]

PVUSA Test Condition (PTC)において効率 20%以上を指向した検討報告。平面セルでは不可能であり，集光型にて分析を行う。材料，温度，日射等の検討の他，コスト面からの分析も報告。PTC 条件下において中型の集光型システムで効率 20%を達成。



(左) PTC , (右) 結論

[ポスター：集光システム]

- VC2.36 G. Sala, D. Pachón, L. Antón, T. Sample, W. Zaaiman, W. Warta, R. Kern, M. Cendagorta, M.P. Friend, P. Valera, J. Monedero: The C-Rating Project: An European Initiative for Normalisation and Rating of PV Concentrating Systems [論文入手]
- VC2.48 V. Díaz, J. Alonso, J.M. Pérez, C. Algora: Outdoor Characterisation of GaAs Solar Cell Under Tilted Light for its Encapsulation Inside Optic Concentrators. [論文入手]
- VC2.54 F. Dobón, J. Monedero, P. Valera, L. Acosta, R. Osuna, V. Fernández: Controlled Atmosphere PV Concentrator (CAC). [論文入手]
- VC2.55 F. Dobón, J. Monedero, P. Valera, L. Acosta, R. Osuna, V. Fernández: Close Loop Controller and Sensor for Solar Tracking. [論文入手]
- VC2.60 F. Dobón, J. Monedero, P. Valera, L. Acosta, R. Osuna, V. Fernández: Two Axis Sun Tracking Systems, Tetra-Track. [論文入手]

6.15 その他収集論文

[ポスター：その他]

- VC2.50 H. Schmidhuber, C. Hebling: First Experiences and Measurements with a Solar Powered Personal Digital Assistant (PDA). [論文入手]
- VD2.61 M.-F. Shraif, C. Alonso, A. Martinez: High Efficiency of Elementary Photovoltaic Conversion Chains . [論文入手]
- VB2.3 S. Stoll, U. Konigorski, J. Wiles, V. Risser: Rapid-Prototyping Methods for the Design of Energy Management Strategies. [論文入手]
- VC2.34 J.F. Randall, J. Jacot, M. Goetz, A. Shah: Comparison of 5 Solar Photovoltaic Materials under Light Intensities over a 4 Decade Range. [論文入手]
- VD2.16 F.H. Klotz, H.-D. Mohring, W. Mikesch, S. Gintenreiter-Kögl: Monitoring Results of the Adaptive Photovoltaic Daylighting System at Wirtschaftshof Linz [論文入手]

[ポスター：ナショナルプログラム]

- VB2.4 A. Zachariou, C. Protogeropoulos: Review of Activities Related to Research, Development and Applications of Photovoltaics Technology in Greece. [論文入手]
- VB2.69 E. Fioravanti, E. Bricca, A. Conti, A. Prampolini: An 80kWp Grid Connected System in the " Guglielmo Marconi" Airport in Bologna, Italy. [論文入手]
- VB2.70 J. Neyens, J. Slzufcik, J. Nijs, W. Coppye, L. de Gheselle, P. Out, T. Schoen, J. Coolen, G. Claes, T. Boeckx: "PV Demonstration Project on Social Houses in Flanders Using an Innovative Roof Integration Concept". [論文入手]
- VD2.19 R. Rüther, M. Dacoregio, J. Bolsi: Four Years and Counting: The Continuous Operation of the First Grid-Connected, Building Integrated, Thin-Film Photovoltaic Installation in Brazil. [論文入手]

[ポスター：導入普及]

- VB2.64 V.A.P. van Dijk, J.W.H. Betcke, D. Hirsch: Technical and Market Monitoring of Grid-Connected PV Systems in the Netherlands Since 1995. [論文入手]
- VD2.10 M. Heidenreich, G. Becker: Interactive PV Training Tool - Concept Based on Case Studies. [論文入手]

[ポスター：チャージャ等]

- VB2.23 T. Maehira, S. Tamaki, H. Arakaki, K. Onaga, N. Motomura: Development of a Photovoltaic Direct Water Pumping System by Using a Frequency Controller. [論文入手]
- VC2.30 F.A. Himmelstoss, P.A. Wurm: Simple Bi-Directional DC-to-DC Converters with High Input to Output Voltage Ratio [論文入手]

7. IEA/PVPS 関連ワークショップ

7.1 IEA PVPS Task 2 Workshop

Solar Electricity Promotion: How are the Operational Performance and Reliability of Photovoltaic Systems?

日 時

- ・ 2001年10月24日(水) 14:00-16:30

場 所

- ・ Industry Forum, Exhibition Hall, ICM International Congress Centre, Munich, Germany

参加者

- ・ 約50名 (会場がオープンスペースのため、行き来(出入り)多数)

配布資料

- ・ Operational Performance, Reliability and Sizing of Photovoltaic Systems (Summary of Workshop)
- ・ Operational Performance, Maintenance and Sizing of Photovoltaic Power Systems and Subsystems (CD-ROM: Programme Version 1.19, Database 06/2001)
- ・ Operational Performance, Maintenance and Sizing of Photovoltaic Power Systems and Subsystems (Brochure)

プログラム

- ・ Welcome by the Moderator (Th. Nordmann)
- ・ Introduction: IEA PVPS overview & PVPS Task2 work (U. Jahn)
- ・ Operational performance know how and results of PV systems by four Task2 expert members
 - ? Results and future plans for monitoring residential PV systems in Japan (RTS: 一木氏(AIST: 作田氏の代理))
 - ? Large PV Systems in Italy (S. Castello)
 - ? Experiences from long-term PV monitoring in Switzerland (L. Clavadeyscher)
 - ? Reliability of PV systems, lesson learned (H. Wilk)
- ・ Irradiation in the build environment (N. van der Borg)
- ・ Performance assessment for PV stand-alone systems (D. Mayer)
- ・ Promoting PV systems through their added value (P. Hüsser)
- ・ Conclusion/Closing

7.2 IEA PVPS Outlook Workshop

日 時

- ・ 2001年10月25日(木) 14:00-16:00

場 所

- ・ Room 11A-B, ICM International Congress Centre, Munich, Germany

参加者

- ・ 約50名

配布資料

- ・ Agenda
- ・ Implementing Agreement on Photovoltaic Power Systems 2000 (Brochure of PVPS)
- ・ PV Power 12 (February 2000)
- ・ PV Power 13 (September 2000)
- ・ PV Power 15 (October 2001)
- ・ Trends in Photovoltaic Applications in Selected IEA Countries between 1992 and 1998
- ・ Trends in Photovoltaic Applications in Selected IEA Countries between 1992 and 1999
- ・ Task2 ワークショップ配布資料
- ・ Task3 資料

- ? Lead-Acid Battery Guide for Stand-Alone Photovoltaic Systems
- ? Recommended practices for charge controllers
- ? Survey of National and International Standards, Guidelines and QA Procedures for Stand-Alone PV Systems
- ? Problems related to appliances in autonomous PV applications
- Task7 Brochure

プログラム

- Welcome, Overview on IEA PVPS (S. Nowak, Chairman IEA PVPS)
- An IEA Approach on Accelerating Renewables (R. Vigotti, Chairman IEA REWP)
- Expectation of the Industry (M. Cameron, Chief Executive EPIA)
- Utilities and PV Experiences and Expectations (H. Wilk, Energie AG, Austria)
- Questions and Discussion (E. Lysen, Former Chairman IEA PVPS)
- Conclusions (S. Nowak)

講演概略

1) Overview on IEA PVPS (S. Nowak)

- IEAはOPECに相対する機関で、1973年に設立。石油価格の安定化に焦点。
- PVPS(実施協定)とはOECD諸国間の協力によりエネルギーに関する研究を実施。コストダウン、情報普及、市場創造・促進、技術協力が目的。ただし、以下は対象外。
 - ? a basic R&D programme
 - ? a demonstration programme
 - ? a marketing platform
- PVPSには20ヶ国+EUが参加。現在、ポーランド、インドおよび香港の加盟も協議中。
- 九つのTaskが発足、Task IVは稼働しておらず、Task VIは1997年に終了し、現在、七つのTaskが進行中。新しいタスクの発足が検討される予定。
- Executive conferenceをこれまでに3度開催(イタリア、米国、イタリア)。次回は2001年5月に日本で開催される予定。
- 市場展開へのアプローチ。
 - ? Bulk market: Stand alone, BIPV
 - ? Niche market: Hybrid, Mini-grids, Grid-support
- 加速化させるための戦略。
 - ? Accelerate technology development
 - ? Strengthen policy frameworks
 - ? Transitional policies
 - ? Mobilise market investment

2) An IEA Approach on Accelerating Renewables (R. Vigotti)

- 2001 Ministerial Communique: 再生可能エネルギーの役割を増加させるべきである。
- G8 Renewables Task Force
 - ? 市場拡大によるコスト低減、市場環境の強化、柔軟なfinancingが必要
 - ? 種々の再生可能エネルギーコミュニティーが協調し、市場を刺激、活性化
- Proposed IEA Renewables Initiatives RE Portfolio Standardの導出
 - ? Benefits and Costs
 - ? Objectives:市場成長状況に応じた再生可能エネルギーのコスト/ベネフィットの情報を提供
 - ? Key output: 再生可能エネルギー促進に向けた必要投資レベル
化石燃料消費および温室効果ガス排出の削減度合い
 - ? Portfolio Planning and Risk
 - ? Objectives:再生可能エネルギーの利点を考慮したエネルギーコスト評価の改善
 - ? Key output: リスクを考慮したコスト評価
再生可能エネルギーと従来型(火力)電源を融合したネットワークの理解
 - ? Strategies and Measures

- ? Objectives:再生可能エネルギーに関連する現行政策の整理と改善
- ? Key output: 再生可能エネルギー政策のデータベース開発
それら政策による再生可能エネルギーへの直接/間接的な効果の分析
- ・ International Renewable Energy Portfolio Standard: オプションおよび分析の視点
- ? 化石燃料のリスクを低減するために必要となる再生可能エネルギーの市場および投資規模
- ? 最適な政策と市場メカニズム
- ? 再生可能エネルギーの国際交流(貿易)を強化するための戦略: 発展途上国含む
- ? コスト削減のポテンシャル

3) Expectation of the Industry (M. Cameron)

- ・ PVPSへの期待。
 - ? 市場開発に係る情報の提供
 - ? BIPVに関する協力
 - ? Financing and Policy Issues
 - ? 全てのタスクに関する情報の提供
 - ? 産業界との直接的な協調

4) Utilities and PV Experiences and Expectations (H. Wilk)

- ・ 独立型PVシステム: 遠隔地消費者にとっての電源
- ・ 系統連系型PVシステム: グリーン電力
- ・ 事業用PVシステム: 実証レベル
- ・ 電気事業者とPVサイドの情報交換が必要
- ・ 再生可能エネルギーの発電コスト(EURO/kWh)
 - ? PV: 0.75
 - ? Biogas: 0.15
 - ? Biomass: 0.1
 - ? Wind: 0.08
 - ? Landfill gas: 0.06

5) Discussion/Conclusion: Key-Item

- ・ ターゲット層とのネットワーク構築が必要。(今回は産業界と電気事業者に接触した)
- ・ 各タスクで得られた技術情報の融合。
- ・ コストダウンの可能性: 現状レベルの技術については、量産により克服。
- ・ 建築業界との効果的な強調は現状困難。ケーススタディなどの提示を積極的に。
- ・ Policy IssueをPVPSから提供することは困難。
- ・ グリーン電力の必要性。他のworking partyとのinteraction。
- ・ タスク成果の普及はケースバイケース(タスクの状況、進捗に依存)
- ・ 産業界との積極的な協調。



ミュンヘン 36kW 銀行建物 PV981 完成
538m²



ミュンヘンからノイシュバンシュタイン城へ向かう途中のバスの車窓から
一瞬見えた 1KW 程度の屋根 PV システム (ロマンティック街道沿い)