

第 部 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

2．渡航目的

太陽光発電技術研究組合からの依頼により、ユトレヒトにおいて「IEA/PVPS 第7回タスク 専門家会議」を主宰し、太陽光発電システムに関する調査を実施する。

3．出張期間・渡航地

平成14年2月27日～平成14年3月1日 オランダ国ユトレヒト市（Floriade へのテクニカルビジットを含む）。

4．会議期間・場所

平成14年2月27～28日（水・木） IEA Task VIII 専門家会議：アムラスホテル会議室（ユトレヒト）

平成14年3月1日（金）午前 IEA Task VIII シンポジウム「DUTCH FORUM "VLS-PV SYSTEMS" JAPANESE-DUTCH MINISYMPOSIUM ON VLS-PV」：アムラスホテル会議室（ユトレヒト）

平成14年3月1日（金）午後 IEA Task VIII 専門家会議テクニカルビジット：Floriade 内温室 2.3MW 建材一体型屋根発電システム（アメルスフォールト）

5．会議概要

5.1 IEA Task VIII 専門家会議 - 概要

国際エネルギー機関 IEA の政府間共同研究活動である太陽光発電研究協力協定 PVPS に基づくタスク 8 「大規模太陽光発電システム」の第7回（通算通算第10回）専門家会合において会議を主宰した。（詳細は後述）



日本の VLS-PV ケーススタディを世界の6砂漠への展開についての説明（産総研加藤氏）、イスラエルの集光型システムを想定した分析結果（イスラエル・フェイマン氏）、VLS-PV 開発スキームの経済性分析（富士総研河本氏）について議論した。

様々な利害関係者グループを想定し、各グループへの Recommendation の素案を議論した。(以下は概要)

- ・ 太陽光発電システムは 10 億人に電力を供給することができ、21 世紀半ばには世界のエネルギーの重要な部分を占める。
- ・ 太陽光発電システムは非常に環境にやさしいエネルギー源の一つであり、単位当たりの CO2 排出量は火力発電よりもずっと少ない。
- ・ 20 年、30 年後に来る世界的なエネルギー問題について、国もしくは世界のエネルギー供給プランを論議する際には太陽光発電システムを再生可能エネルギーの一つとして真剣に考えよ。
- ・ 砂漠地帯は通常状態で、北緯 40°を超えるゴビ砂漠のような土地でも大きな電力を作り出す能力がある事を理解せよ。このような地域の広い土地が世界中に存在し、この土地で発電された電力のコストはこの発展途上の地域で十分に低く、そこでの人々の生活の保護になると予測されている。太陽光発電システムの最終形態はその能力を大きく拡張した大規模太陽光発電システム(VLS-PV)である。
- ・ 1GW 大規模太陽光発電システムは大きな産業を生み出し、新たな雇用を生む。これは、太陽光発電システムの電力と土地の利用により高度な技術の産業を含む地域の開発の可能性となる。
- ・ 世界のエネルギー問題が来たときのため、太陽光発電システムの能力を十分に引き出す着実な研究開発をし、長期見通しを立てよ。急ぎすぎる必要はないが、一貫性を持たなければならない。
- ・ 最終的に達するためには長期的かつ一貫性のあるポリシーが必須であることを忘れてはならない。
- ・ これらの太陽のエネルギーが豊富な発展途上国を含め、二国間または多国間で国際共同研究を創始し、行動し続け、さらに広めよ。この事は将来起こりうるエネルギー問題による紛争を平和的に解決する。
- ・ 発展途上国、特に砂漠地域へ太陽光発電の技術を伝えるため、直ちに Phase0、または Phase1 を準備せよ。
- ・ その地域の安定を維持し、DC の開発を計画する際には適度な技術移転のシナリオを作成せよ。
- ・ 最初は SHS や小規模系統連携を考えるが、20 年、30 年後にはこれが VSL-PV へとなり、近隣諸国へ輸出ができる。
- ・ 国のエネルギー需要、供給の具体的な将来像を持ち、適切な大きさのシステムから始めよ。
- ・ 国内の太陽光発電のスペシャリストを早い時期から成長するまで育て、成長させよ。
- ・ 太陽光発電技術はすでに郊外への電気のエネルギー供給元とコストで対抗できるレベルにあり、さらに向上している。
- ・ 太陽光発電はあなたの手の中にある。あなた自身の決断に委ねられている。
- ・ 20 年、30 年のうちに世界的なエネルギー問題が来ることに気が付き、エネルギー供給の国家計画を議論する際には太陽光発電が再生可能エネルギーの一つであると真剣に考えよ。
- ・ 教育機関へ
- ・ VLS-PV に新たな技術の元をもたらす基礎研究を忘れてはならない。高効率太陽電池セル、有機太陽電池セル、水素やメタノールなどの化学的なエネルギーの輸送手段、超伝導エネルギー輸送などは喜ばしい。
- ・ 発展途上国の太陽光発電スペシャリスト達と太陽光発電の最初のリーダーが協力する環境を計画せよ。

今回、議論の足りなかった議題については引き続き E-mail による議論を継続していく。次回の会議はポーランド国ワルシャワ市にて、2002 年 9 月 12 - 14 日に開催予定。

5.2 IEA Task VIII ミニシンポジウム「DUTCH FORUM "VLS-PV SYSTEMS" JAPANESE-DUTCH MINISYMPOSIUM ON VLS-PV」 - 概要

本シンポジウムは、砂漠における VLS-PV の可能性と、IEA Task 8 で実施中のフィージビリティスタディの検討状況を宣伝し、オランダの経済学者による再生可能エネルギーへの国際融資の可能性について討論するために企画された。

オーガナイザはヘアーフ氏（オランダ）で、Task VIII の活動状況（黒川）、日本の PV 導入制作（加藤氏）、およびオランダにおける再生可能エネルギーに対する融資制度（ハンス・ビーマンス氏：ラボバンク）の 3 件の講演とディスカッションが行われた。

合計参加者 18 名であったが、そのうち 15 名はオランダの太陽光発電関係者であり、VLS-PV や日本の状況について活発な意見交換がなされた。

5.3 フロリアード 2002 会場における 2.3MW PV ルーフ現地調査

(1) 日時および訪問地

1. 2002 年 3 月 1 日(金) PM: Floriade, エントランス施設 2.3MW 屋根一体型 PV システム

Floriade エントランス施設 2.3MW 屋根一体型 PV システム

(2) 現地案内者

NUON: Mr. Green Roerdinkholder, Ms. Harmke Bekkema、Siemens: Mr. Remko Knol、および Floriade 施設管理者(1 名)

(3) 配布資料

2.3MW PV-roof at Floriade: 説明用スライドコピー

Siemens 社カタログ

Floriade 案内資料

(4) 摘要

- ・ 2002 年 4 月オープン予定の Floriade エントランス施設に、単結晶シリコン PV モジュールが採光型屋根として用いた 2.3MW の PV システムが設置されている。
- ・ 屋根面積は 26,110m²、設置モジュール枚数は 19,383 枚である。300kW と 200kW のインバータが用いられている。
- ・ PV モジュールの保証は 10 年、システム保証は 5 年である。
- ・ 2000 年 6 月に業者を選定し(Siemens 社)、2001 年に詳細な設計を開始、同年 6 月に最初の PV モジュールが設置された。2001 年 12 月にシステムが完成し、2002 年 1 月より試験運転が行われている。本格運用は 2002 年 3 月 31 日より行われる。



第 部 IEA Task VIII 専門家会議議事

1. 会議場所: ユトレヒト・アムラスホテル会議室

2. 会議日時: 平成14年2月27～28日(水・木)9:00 ～ 18:00

会議出席者 6名+5オブザーバ(参加国...4カ国)

Mr. D. Faiman	(IS)
Mr. K.Kurokawa	(JP, OA, Chair)
Mr. K.Kato	(JP, OA)
Mr. K.Komoto	(JP)
Mr. K.Otani	(JP)
Mr. L. Verhoef	(NL)
Mr. I. Urabe	(JP, Secretary)
Mr. M. Ito	(JP, Observer)
Mr. Jersen Daey-Ouwens	(NL, Observer)
Mr. Michiel van Schalkwijk	(NL, Observer)
Mr. S.M. Pietruszko	(PL, Observer)

3. 配布された資料

- 7-1 Agenda [Urabe]
- 7-2 The Participants List of Meeting in Utrecht [Urabe]
- 7-3 Draft Minutes of the 6th Expert Meeting [Urabe]
- 7-4 Task VIII Status Report (October 2001) [Urabe]
- 7-5 Minutes of the 18th Meeting of the Ex.Co. of the IEA PVPS [Urabe]
- 7-6 Task VIII – Study on Very Large Scale Photovoltaic Power Generating System, (a part of IEA PVPS Annual Report 2001) [Kato]
- 7-7 Table of Contents for Final Report [Komoto]
- 7-8 1. Background [Kurokawa]
- 7-9 Figure for Part I-1, Background [Kurokawa]
- 7-10 1.1.4 World PV module production [Song]
- 7-11 2. Environmental Issues [Komoto]
- 7-12 5. Cost and Markets trends [Song]
- 7-13 7. O&M Experiences [Otani]
- 7-14 Utility Benefits [Collier]
- 7-15 2. An Introductory Case Study on World Deserts [Kato]
- 7-16 3. Case Study on the Gobi Desert [Kato]
- 7-17 Assumptions for cost estimation [Collier]
- 7-18 4. Case Studies of the Middle-East Including the Case for Concentrator Photovoltaics [Faiman]
- 7-19 2.2 Sustainable Growth of VLV-PV System Concept [Komoto]
- 7-20 Sustainable Growth of VLV-PV System Concept: -Preliminary Economic Analysis- [Komoto]
- 7-21 Comparison of Static and Sun-Tracking Flat-Plate VLS-PV Plants and the Economics of VLS-CPV Plants [Faiman]
- 7-22 Scenario Studies and Recommendations [Kurokawa]
- 7-23 2.1 Introduction [Kato]
- 7-24 Schedule for Report Publication [Kato]
- 7-25 Photovoltaics in Poland [Pietruszko]
- 7-26 Meeting Summary by the Operating Agent [Kurokawa]
- Writing numerical values, quantities, units and symbols according to International Standards [Kurokawa]

4. 会議の概要(議長サマリ)

I. 会議1日目

- (1) 本会議を主催したオランダより Verhoef 氏(Verhoef Energy)および Ouwens 氏(NOVEM)より歓迎の挨拶がなされた。
- (2) 新しい参加者：S.M. Pietruszko 氏（波、オブザーバ）、Jersen Daey-Ouwens 氏（蘭、オブザーバ） Michiel van Schalkwijk 氏（蘭、オブザーバ）
- (3) 前回会議の議事録は承認された。前回の会議に関係する、Task VIII Status Report 等の資料（7-4～7-6）を前回の ExCo に提出し、承認を得た。
- (4) 本会議は PVPS ExCo のメンバーであるイスラエルの Arbib 氏に評価されることになっている。
- (5) 加藤氏の提案により最終報告書のスケジュールについて議論し、タスクメンバーによる文章チェックを導入することが決定された。ファイナルレポートの全てのドラフトの最終締め切りは 2002 年 5 月 31 日と決定された。印刷前の最終ドラフトは、9 月にタスクメンバーによって回覧しチェックする事となり、承認を得るために 10 月の ExCo に提出する予定である。このレポートは 2003 年 3 月末に James&James にて印刷する事となった。
- (6) 黒川により Chapter 1, Part1 の新しいデータが提出された。それには PV マーケットの長期予測等、最新かつ重要な資料が掲載されている。
- (7) Song 氏によるドラフト（資料 7-10, 7-12）について議論された。IEA PVPS Annual Report や Chapter 2, Part1 に記載されている統計的なデータを盛り込むことがリクエストされた。太陽電池変換効率について前回のドラフトの Chapter 5, Part1 にて示されたが、採用されていないようである。変換効率の定義の種類を明確に提示する必要がある。NREL やこれらのデータを扱っている研究機関による公認の効率データを導入する事が望ましい。
- (8) Faiman 氏によって説明された Chapter 5, Part2 のドラフト（資料 7-13）は大きく進捗していた。資料には、コスト試算モデルの構造、金利、耐用年数、O&M、パラメータとしてのコスト等のパラメータ、DC オプション、インバータコスト、人件費など、多くの有用かつ詳細な議論がなされた。この議論によりこのドラフトはさらに熟成される。
- (9) ワルシャワ工科大学の教授である Pietruszko 氏によりポーランドの太陽光発電戦略について発表があった。（資料 7-25）

・会議2日目

- (1) オランダ人 2 人が 2 日目の会議にオブザーバとして参加した。Jersen Daey-Ouwens 氏、Michiel van Schalkwijk 氏である。
- (2) 河本氏により Chapter 2, Part1 のドラフト(資料 7-11)の進捗の発表があった。議論の結果、砂漠化について明確にすることとなった。
- (3) 大谷氏により O&M コストとモジュール劣化について資料 7-13 を用いて発表された。O&M コストの内訳を明確に記すべきである。対象とされているデータが少ないため、さらに様々なデータを取り入れる必要がある。
- (4) Collier 氏に代わって、加藤氏が Collier 氏のドラフト（資料 7-14）を発表した。Faiman 氏が資料 7-21 の固定架台、一軸追尾架台、二軸追尾架台について言及した。前者は Chapter 6, Part1 として新しく導入する。後者は Chapter 5, Part2 に Negev のケーススタディとの比較として拡張し、導入する。Part2 の Chapter 6 は Part1 の Section4.3 に移動する。Faiman 氏の資料 7-21 の結論も同じ Section に含める。
- (5) 加藤氏により資料 7-15 の発表があった。世界の砂漠へ展開したケーススタディであり、結論が図 2-9 として示されている。その図には、モジュール価格を 1\$/W と想定した場合に、Great Sandy を除く全ての砂漠において、発電コストが 6¢/kWh であると示している。さらに研究を続け、いくらか更新される予定である。
- (6) 資料 7-16 と資料 7-17 は前回のバージョンとほぼ同じであり、前の世界の砂漠のケーススタディと結果は同じレベルであり、時間節約のためにも省略した。
- (7) 河本氏により資料 7-19, 7-20, 7-23 の進捗が発表された。持続開発によるモジュール工場建設の損得なしとなるためのキャッシュフローについての解説。自然な持続のため、モジュール工場の運営についてもキャッシュフローに追加することを説明した。すべてのレポートにおいて、基本となるパラメータの表をレポート中のどこかに示すこととなった。

- (8) 黒川により、資料 7-22 が発表された。最終レポートの最後の Chapter である recommendation についてである。その元となる案は了承され、さらに多くの議論の末、多くの Stakeholders、多くの recommendation を追加することとなった。
- (9) 参加者全員がタスク 8 の成功のための意見を交わした。多くの意見はタスク 8 の継続を希望しており、もしそうならば新しい OA を招待しなければならない。2 つ方法があり、単純なタスク 8 の継続方法は VLS-PV についてさらに詳細な研究を進めることである。もう一つはタスク 8 で開発された評価方法を用いて太陽光発電の様々な付加価値の新しいタスクを立ち上げることである。これらの議論は加藤氏より 4 月の ExCo においてタスク 8 からの意見としてレポートされる。
- (10) 初日に Verhoef 氏によりドラフトを精読することが提案された。3 人のサブタスクリーダーを設け、責任を持つ。Part1 は黒川、Part2 は Menna 氏、Part3 は加藤氏である。さらに 3 人黒川より指名され、Part1 に Faiman 氏、Part2 に河本氏、Part3 に Verhoef 氏である。Verhoef 氏は Chief Reviewer として全ての文章チェックの行程をコントロールする。正確なスケジュールについて、加藤氏による資料 7-24 を用いて議論された。全てのドラフトの最終バージョンの提出締め切りを 4 月 15 日と決定された。加藤氏に e-mail もしくは CD-R を用いて期限までに送付する。それらをタスク 8 のホームページに載せることで、reviewer はもちろん、他のメンバーもインターネットを通じて参照することが出来る。文章チェックの行程は 6 月 15 日までに完了させる。次の行程である製本に間に合わせるためである。
- (11) Pietruszko 氏の招待により次回の会議をワルシャワ（ポーランド）にておこなう。会議日程は 2002 年 9 月 12-14 日と決定された。

5. 議 事

(1) 開会挨拶

黒川より開会の挨拶がなされた。

(2) 開催国挨拶

Ouwens 氏(NOVEM)、Verhoef 氏より歓迎の挨拶がなされた。

(3) 出席者の確認

黒川および Verhoef 氏より、出席者の確認・紹介等がなされた。

- ・ Menna 氏が EC DGTREN(ブリュッセル)にて職務することとなった。
- ・ オブザーバとしてワルシャワ大学(ポーランド)の Pietruszko 氏が出席している。ポーランドは IEA への加盟を検討しており、本タスクの次回専門家会議は同国での開催を想定している。
- ・ オランダから Ouwens 氏(NOVEM)、Schalkwijk 氏(Ecofys)が出席。

(4) 配布資料の確認

黒川より配布資料の確認がなされた。

(5) Agenda の確認

黒川および加藤氏より Agenda 案(資料 7-1)が報告された。Verhoef 氏より以下の提案がなされ、承認された

- ・ 配布資料を読む時間が必要である。適宜、そのような時間を設けることとなった。
- ・ 目次案に沿って審議を進めるのではなく、既に報告されている内容は簡単に済ませ、新たな内容に時間を割くように配分したほうがよい。

(6) 前回 Expert Meeting 議事録案の確認

黒川より、前回 Expert Meeting 議事録案(資料 7-3)についてコメント等がある場合には Meeting 期間中に報告するよう要請がなされた。

- ・ ウヌムゴビ県での歓迎の挨拶は非常に印象的であった。(Verhoef 氏)
- ・ 挨拶をしてくれた方の氏名等を Enebish 氏に確認したいと思っている。(加藤氏)

(7) 第 18 回 ExCo 関連報告

黒川および加藤氏より、第 18 回 ExCo(2001 年 10 月、スウェーデン)に提出したステータスレポート、同会議議事録案等について報告がなされた(資料 7-4 ~ 7-6)。

- ・ 2nd レポート作成の中止、第 5 回および第 6 回専門家会議の成果、最終報告書作成プランについて報告すべくステータスレポート(資料 7-4)を作成、提出した。日本からの出席者がいなかったため、次回 ExCo にて再報告する必要があるが、基本的には承認されているはずである。
- ・ 最終報告書に関し、James&James 社を通じて出版するという案がある。
- ・ 7/28 VIII の最終シンポジウムを、WCPEC-3 の再度イベントとして、2003 年 5 月 18 日(日)に開催したいと考えている。この時期は PV 関連の主要なイベントが続いて開催される(WCPEC-3: 5/12 ~ 16、テクニカルツアー(Solar Arc): 5/17、7/28 VIII シンポジウム: 5/18、IEA Executive Conference: 5/19 ~ 21)
- ・ 今回の専門家会議は7/28評価の対象となっており、イスラエルの ExCo メンバー:Arbib 氏が担当である。会議終了後、配布資料等を送付することになっている。
- ・ 資料 7-6 は、IEA/PVPS Annual Report 2001 の7/28 VIII に関する部分の原稿である。2002 年の 5 ~ 6 月頃に各国 ExCo を通じて配布される予定である。

(8) 報告書作成スケジュール

加藤氏より、報告書作成に向けた今後のスケジュール案が説明され、議論がなされた。

- ・ 各 Subtask リーダーが Part 毎の Editor となるが、作業の効率化を図るため、Part 毎の Reviewer が任命された。Chief Reviewer は Verhoef 氏となった。
- ・ Appendix - I 参照。

(9) 最終報告書目次案の確認

黒川より、最終報告書の目次案(資料 7-7)、および本会議での重点審議項目の確認がなされた。各項目に関する報告、議論の結果、目次案が一部改訂された。 Appendix - II

- ・ “ Utility Benefits ” (Collier 氏)を Part1 の Chapter.6 として独立した章とする。
- ・ Part2: 5.Case Study on Middle-East Desert(Faiman 氏)の対象技術(副題)を “ Fixed, 1-axis, 2-axis and High Concentration ” とする。
- ・ Part2 における当初予定の Mid-Concentration, Flat-Plate Tracking に関するケーススタディは、新たな進捗がないことから、Part1: 4.3 System Technology に包含する。

(10) ポーランドの太陽光発電

Pietruszko 氏より、ポーランドにおける太陽光発電の現状、取り組み等について講演がなされた。

再生可能エネルギーに関し、以下のような法規制等が発効されている。

- ・ 1998.1: Energy law
 - ・ 1999.6: Declaration of the Polish Parliament of the Development of Renewable Energy Sources
 - ・ 2001.8: Strategy of Development of RES to 2020
- 2000 年 12 月に、エネルギー供給事業者に対する再生可能エネルギーによる電力/熱の買取が義務付けられた。
- ・ 2002 年: 再生可能エネルギーの比率を 2.75%とする。
 - ・ 2010 年: 同 7.5%とする。

ECOFUND を形成し、2010 年までに\$540 million が出資される。これまでのプロジェクト実績は、バイオマス(12)、小水力(7)、風力(5)、地熱(4)の計 28 プロジェクトである。

PV に関する基礎研究

- ・ mikro-Si: Institute of Metallurgy and Mineral Science
- ・ c-Si; Institute of Electron Technology
- ・ a-Si および CIS: Warsaw Univ. of Technology, Academy of Mining and Metallurgy
- ・ GaAs: Technical Univ. of Lublin

PV 導入量は 40kW 強で、ほとんど全てが小規模独立(および機器搭載レベル)である。

PV に関する情報は website(<http://www.PV.PL>)により公開している。

PV に関する障壁

- ・ 太陽エネルギーに関する知識不足
- ・ 石炭依存のエネルギー供給構造
- ・ 政府による助成の欠如
- ・ 責任（主導者）の分散
- ・ 企業および消費者に対するインセンティブの不足
- ・ 化石燃料エネルギーの低価格

PV-EC-NET

(11) Part 1 について

Background

黒川より、掲題について説明がなされた。（資料 7-8,9）

- ・ 以下の文献を参照し、原稿を改訂する。

[1] IEA : World Energy Outlook, 2000 edition

[2] G8 Renewable Energy Task Force: Chairman's Report, July 2001

[3] Solar-Electric Power – the US Photovoltaic Industry Roadmap, April 2001

[4] Greenpeace, European Industry Association: Solar Generation – Solar Electricity for over 1 Billion People and 2 Million Jobs by 2020

- ・ これらのほかに、有用な文献があれば知らせてほしい。

< 質疑・コメント等 >

- ・ “,” (カンマ)と“.” (ピリオド)の使い分けはどのようにするのか？(Verhoef 氏)
- ・ ISO では小数点に“,” (カンマ)を用い、3 桁毎の区切りはスペースとなっている。IEA の文書は基本的に ISO の様式が優先されるようである。(黒川)
- ・ G8 のレポートを送付してほしい。(Verhoef 氏)
- ・ E-mail で送付したはずであるが、確認する。(黒川)
- ・ Shell のシナリオも有効である。(Verhoef 氏)
- ・ Pre-F/S レポートの段階で既に盛り込んでいる。(黒川)
- ・ Greenpeace のレポートに“ large scale ”に関する記述もあり、参考にできる。(Verhoef 氏)
- ・ Large scale であっても VLS-PV を意識しているものではない。(黒川)
- ・ 複数のシナリオはそれぞれ独立なものか、共通のデータソースを参照しているのかなどを明確にする必要がある。また、これらのシナリオによる将来見通しに VLS-PV が含まれているか否かも言及する必要がある。(Verhoef 氏)
- ・ 重要な視点ではある。ただし、PV のマーケットの大きさを訴求するために既存の情報をレビューすることが目的であり、これらのシナリオから VLS-PV を導き出そうとするものではない。(黒川、Faiman 氏)

World PV Module Production

Song 氏が作成した掲題に関する資料(7-10)について、黒川より説明がなされた。

- ・ Background の一部として盛り込まれる情報である。
- ・ PV News 等を参考にし、PV 生産の現状等が要約されている。

< 質疑・コメント等 >

- ・ IEA/PVPS(タスク I)で作成しているレポートを参照したほうがよいのではないかと。(Verhoef 氏)
- ・ 情報ソースとして追加するように、Song 氏にリクエストする。(黒川)

Environmental Issues

河本より、掲題について説明した。(資料 7-11)

- ・ 1st edition に記した内容をベースに、IPCC 3rd レポートの概略や COP の動向を追加した。

< 質疑・コメント等 >

- ・ VLS-PV と砂漠化との関わりが明確ではない。(Faiman 氏)
- ・ 不明確な事象が多数あり、情報が収集・整理できていない。(河本)
- ・ 地球温暖化等により予見される環境影響は、各ケーススタディにて関連した記述を盛り込む

べきである。(Verhoef 氏)

Cost trend

Song 氏が作成した掲題に関する資料(7-12)について、黒川より説明がなされた。

< 質疑・コメント等 >

- Fig 5-1 の効率 14% は市場に出る前のデータも含まれているのではないか。(Faiman 氏)
- 日本では 15% を上回るモジュールが既に販売されている。ただし、Fig 5-1 のデータについては NREL や Fraunhofer などのオリジナルデータを用いた見直しが必要であろう。(黒川)
- Fig 5-3 ~ 5-5 は Pre-F/S レポートのままであり、最新値に更新すべきである。(加藤氏)
- コストについても IEA/PVPS(タスク I) で作成しているレポートを参照したほうがよい。(Verhoef 氏)
- Fig 5-8 は、“Background” にて取り上げるべき内容である。(Verhoef 氏、黒川)

O & M experiences

大谷氏より、掲題について説明がなされた。(資料 7-13)

- 7.1 O&M Cost Information は、SMUD プロジェクトのに関するレポートを参照した。
- 7.2 Long-Term Performance では、幾つかの研究報告例を整理し、結晶 Si モジュールの劣化について、typical: 0.5%/year, severe: 1.0%/year, worst: 2.0%/year と結論付けた。
- 宮古島の大規模システムでは、およそ 10% のモジュールが変色等のダメージ・劣化が見られている。ただし、これらは 10 年以上前に製造されたモジュールである。近年に製造されたモジュールではこのようなダメージは見受けられていない。
- オマーンでは、洗浄を行わない場合に 3%/year の出力低下が見られている。

< 質疑・コメント等 >

=7.1 O&M Cost Information=

- SMUD レポートで対象とされている O&M コストの内訳を明確に記すべきである。また、Table 7.1.1 のデータについて単位(プロジェクトあたりか、年間か)の確認する必要がある。
- SMUD 以外の報告例も盛り込むべきである。
- 追尾システムのデータ、固定型システムのデータをそれぞれ明示すべきである。

=7.2 Long-Term Performance =

- 劣化率の分類は、0.5%/year, 1.0%/year, 1.5%/year であったはずである。(Verhoef 氏)
- 1.0%/year が typical で、0.5%/year は good である。(Faiman 氏)
- Collier 氏は 1.0% が worst としており、平均レベルとして 0.5% を typical とした。(黒川)
- 具体的に取り上げているデータが少なすぎる。様々なデータを比較・分析すべきであろう。(Verhoef 氏)

(12) Part 2 について

Case studies on the world deserts

加藤氏より、掲題について説明がなされた。(資料 7-15)

- サハラ(アフリカ)、ネゲブ(中東)、タール(インド)、ソノラ(メキシコ)、グレートサンディ(オーストラリア)およびゴビ(中国)を対象に、VLS-PV モデルにより 100MW システムのケーススタディを実施した。サハラについては Nema と Quarzazate の 2 地点を対象とした。
- 世界の砂漠における VLS-PV の可能性を示すことを目的としており、いずれの砂漠についても、これまでに提示してきたゴビ(中国)のような詳細分析ではない。
- 発電コストは候補地点の日射量が増加するとともに低下し、PV モジュールコストが \$1/W の場合、発電コストは 5-8 ¢/kWh となる。ただし、オーストラリアでは人件費が高く、他地域と比べて発電コストが高くなってしまう。

< 質疑・コメント等 >

- ネゲブ砂漠の面積等の情報提供を Faiman 氏に依頼したい。(加藤氏)
- 砂漠地域におけるポテンシャルとして論じ、「オーストラリアが他地域よりも相対的に高い」といった結論は不要ではないか？(Verhoef 氏)
- 電力料金が異なることを意識して、個々の砂漠の結果にも焦点を当てている。(加藤氏)

- ・ 電力料金との比較は Part3 で論じればよい。(Verhoef 氏)
- ・ 輸入課税は想定しているか？
- ・ 想定していない。(加藤氏)

Case studies on Gobi desert

加藤氏より、掲題について説明がなされた。(資料 7-16)

- ・ 前回会議までの報告結果の見直しを行い、一部を改訂した。次回会議で詳細な報告を行う。

Case studies on Middle East desert

Faiman 氏より、掲題について説明がなされた。(資料 7-18,21)

- ・ 集光型 VLS-PV(VLS-CPV)のケーススタディとして、建設コスト、エネルギーコストを推定した。
- ・ VLS-CPV の建設コストは\$1.36/W となり、平板型の\$1.45/W と比較して安価になる。
- ・ VLS-CPV による発電コスト(AC 出力)は、20 年償却の場合、金利 6%で 7.2 ¢ /kWh、7%で 7.8 ¢ /kWh、8%で 8.4 ¢ /kWh となる。
- ・ DC 出力を想定すると金利 6%で 5.6 ¢ /kWh、7%で 6.0 ¢ /kWh、8%で 6.5 ¢ /kWh となる。
- ・ 設備周辺のフェンス等のコストデータも入手しているが、現時点では反映していない。

< 質疑・コメント等 >

- ・ 建設コストに関し、もっと詳細なデータを提示してほしい。(加藤氏)
- ・ DC 出力の場合、単にインバータが不要になるのではなく、DC/DC コンバータを想定する必要がある。インバータがなくなるだけでは MPPT 機能もなくなるため、出力が低下する。(黒川、大谷氏)
- ・ O&M コストはどのように考慮しているか？
- ・ 適切なデータが見当たらないため、想定していない。太陽熱発電の場合、capital コストの 2%という想定がしばしばなされるが、VLS-CPV に適用できるか否か不明である。(Faiman 氏)
- ・ 現存しない技術であり、適切な想定は導き出すことは難しい。参考にできるデータ(capital コストの 2%)があるのであれば、それを用いるのがよい。(黒川)
- ・ 金利は 3%と 6%の 2 通りにするとよい。(加藤氏)
- ・ 劣化は想定しているか？
- ・ 想定していない。(Faiman 氏)
- ・ VLS-PV モデルではインバータコストを\$300-450/kW と仮定しているが、このケーススタディでは約\$200/kW である。\$200/kW はどのような根拠によるものか？(加藤氏)
- ・ 特別な根拠はない。VLS-PV モデルの値を用いるようにする。(Faiman 氏)
- ・ VLS-PV モデルでは ILO の統計を参考にし、イスラエルを想定した人件費を\$15,000/年と仮定しているが、このケーススタディでは約\$45,000/年である。どちらが適切か？(加藤氏)
- ・ このケーススタディは worldwide を想定し(アメリカの人件費に基づく)、イスラエルを特定したものではない。イスラエルを想定するのであれば、労働者の人件費は\$15,000/年程度でよい。Supervisor の人件費などはもっと高くなるはずである。(Faiman 氏)
- ・ 労働者人件費を\$15,000/年とし、supervisor はその 2 倍などという想定でよい。

Utility Benefits & Flat-Plate Tracking VLS-PV Plants

Colleir 氏が作成した資料 7-14: Utility Benefits について、加藤氏より説明がなされた。引き続き、Faiman 氏より資料 7-21 と用い、平板固定および追尾システムに関する分析について説明がなされた。

< 質疑・コメント等 >

- ・ 資料 7-14 のポイントは Utility Benefits であり、技術比較ではないことから、Part1 の Chapter 6 として盛り込む。
- ・ 平板固定および追尾システムに関する技術的な記述も Part1 とし、Chapter 4.3 に盛り込む。
- ・ 中東砂漠を対象としたケーススタディに、平板固定および追尾(一軸、二軸)システムも対象として加える。

Assumption Table made by Mr. Collier

Collier 氏より Tracking システムを VLS-PV モデルで評価する場合の前提条件の考え方に関するテーブル(資料 7-17)が提出された旨、加藤氏より報告された。

(13) Part 3 について

Introduction

加藤氏より、掲題について説明がなされた。(資料 7-23)

Sustainable growth of VLS-PV system concepts

河本より、掲題について説明した。(資料 7-19,20)

[前提条件]

- ・ 前回会議にて報告した経済性分析結果について、前提条件の改訂を行った。
- ・ 初期の建設コストは、システムコストとして\$4, \$3 および\$2/W の三通りとし、世界の PV マーケットの成長を 20%/year、Progress Ratio を 0.8 と仮定し、経年に伴う建設コストの低下を仮定した。また、システムコストの最低価格を\$1/W とした。
- ・ O&M 費は建設コストの 0.1%、一般管理費を 5%、送電コストを 1¢/kWh、解体コストを建設コストの 10%とした。建設コストの年間経費への換算は残存価格率 10%、金利 4%/年、固定資産税率 1.4%/年、償却年数 30 年とした。
- ・ 発電電力は年間日射量をパラメータとし、Performance Ratio: 0.85、Degradation Rate: 0.5%/year とした。発電電力の売電価格は 7¢/kWh と仮定した。また、PV モジュール工場の消費電力はサハラケーススタディより 120MWh/MW とした。

[結果]

- ・ 発電電力による売電収入は日射量により異なるが、年間日射量 2000kWh/m²/y の場合においてもシステム規模が 1.5GW の場合には\$160million/y を上回る。
- ・ 年間経費も送電コストを想定しているため日射量により異なるが、いずれの場合も 50 年後には概ね\$130-140million/year で安定化する。
- ・ 建設初年度の発電コストはシステム\$4/W で 11-16¢/kWh、同\$3/W で 8-12¢/kWh、同\$2/W で 5-8¢/kWh となり、1.5GW 到達時にはいずれのケースも 3-5¢/kWh 程度となる。
- ・ 建設初期のシステムコストが\$4/W では、累積収入が累積年経費を上回るために必要な期間が想定償却年数(30 年)を上回る。同\$3/W では、年間日射量が大きい(2400kWh/m²/year 以上)地域であれば、想定償却年数(30 年)以内に収入が上回る。同\$2/W の場合には十分に利益が得られる可能性がある。
- ・ PV 発電電力の価値として CO₂ 排出削減効果を 3¢/kWh と想定し、売電価格を 10¢/kWh とすると、建設初期のシステムコストが\$4/W の場合にはある程度の日射量が必要となるが、同\$3/W、\$2/W の場合には想定償却年数以内に利益が得られる。
- ・ 金利 3%、売電価格 7¢/kWh の場合、想定償却年数以内に利益を得るためには豊富な日射量が必要となるが、金利 3%以下、売電価格 10¢/kWh とすると、十分な利益が期待できる。
- ・ VLS-PV の経済性を成立させるためには、一層のコストダウンに加え、投資額の低減や売電価格を高価とするための優遇措置が必要である。また、CDM などの国際協同プロジェクトとしても枠組み、組織的な支援も必要となろう。

< 質疑・コメント等 >

- ・ Green certificate value に関し、Verhoef 氏が引用しているレポートを教えてほしい。(河本)
- ・ Cost Recovery は製造者の視点である。VLS-PV を事業としてみる場合、投資回収は Break-Even などの表現がよい。また、Cash-Flow を示せるとよい。(Verhoef 氏)
- ・ Cash-Flow という観点では、モジュール製造工場への投資も明確にしたほうがよい。(加藤氏)
- ・ PV システム寿命(technical lifetime)と資本償却年数(economical lifetime)を同じとして固定するのは適切ではない。(加藤氏)
- ・ Lifetime の考え方を整理し、検討する。(河本)
- ・ VLS-PV モデルなどのケーススタディと、Part3 で扱うシナリオスタディでパラメータが統一されていないため、整理した表などを掲載する必要がある。非技術者が見た場合、技術

的なパラメータの違いが結果にどのように影響するのかをイメージすることはできない。
(Verhoef 氏)

Recommendations

黒川より、掲題に関する説明がなされた。(資料 7-22)

- Stakeholders を想定し、各グループに向けた Recommendations 案を列記している。
- Stakeholders の選び方や、Recommendation の記述内容を議論したい。
- 議論を踏まえた改訂版を早急に作成し、E-mail で送付するつもりである。

< 質疑・コメント等 >

- 全グループに向けて共通となる General Recommendation と、グループにより異なる Specific Recommendation を分けて記したほうがよい。
- 各 Stakeholder を融合させるための Recommendation も必要であろう。
- 想定する Stakeholders は以下のように整理された。
 - The Public
 - Decision-Makers in PV Industrialised Countries,
 - Decision-Makers in Developing Countries,
 - OPEC Countries
 - International Financial Institution and Commercial Banks.
 - PV Industry Association,
 - Academic Society
 - Professional Networks,
 - Multi-National Industries
 - Power Utility
 - International Energy Agency

(14) Succession of Task 8

タスク としての今後の活動について、議論がなされた。

- 予定されている活動期間は本年までであるが、今後の活動について次回の ExCo(2002 年 4 月)で報告することになっている。
- タスク の今後について以下の選択肢がある。 の場合、新たな OA を選出することになる。
 - 予定通り終了する。
 - 延長に値するテーマを提案し、タスク として活動を続ける。
 - タスク で築いた方法論を用い、Added Value の評価などを行う新タスクを提案する。

出席メンバーは活動の継続を希望している(新タスク()としての活動も含む)。次回 ExCo での報告に向け、E-mail による議論を継続していくこととなった。

(15) 次回日程について

次回会議日程は以下のように設定された。

- Venue : ワルシャワ (ポーランド)
- Date : 2002 年 9 月 12 日(木)~9 月 14 日(土)

(16) 会議サマリーの報告

黒川より、会議サマリーが報告された。

**IEA PVPS Implementing Agreement
Task VIII 6th Expert Meeting held in Utrecht, The Netherlands,
27 February - 1 March 2002**

Meeting Summary by the Operating Agent

I. The First Day Meeting

This expert meeting is invited by Dutch Task VIII Expert, Mr. L. A. Verhoef of the Verhoef Energy. He welcomed all of the Task VIII participants. Meeting Participants are also invited to 1.3 MW Amersfoort Nieuland and 2.3 MW Froliade 2002 PV Roof on the third day as a technical visit.

The draft minutes of Ulaanbaatar expert meeting [7-3] was confirmed. Other documents [7-4~7-6] relating to the previous meeting were also reported including Task VIII Status Report [7-4] submitted to the previous ExCo.

It was explained that this meeting will be evaluated by the Israeli Member of the PVPS ExCo, Mr. Arbib afterwards.

The publication schedule of the final report was discussed according to Mr. Kato's Proposal. It was decided to introduce a peer review process among Task the experts. The final deadline of all the drafts for the report was decided as 31 May 2002. The final draft for printing will be circulated and approved by the Task experts in September. This will be submitted to the ExCo in October for permission. The report will be printed by James & James by the end of March 2003. [7-23]

New data for Chapter 1, Pt-1 [7-8, 7-9] were presented by Mr. Kurokawa. These are cited from the latest, important literatures concerning long-term world PV market projections.

Drafts [7-10, 7-12] submitted by Mr. Song were discussed. He is requested to add statistical data included in IEA PVPS Annual Report also in Chapter 2, Pt-1. PV conversion efficiency indicated in the present draft for Chapter 5, Pt-1, may be misunderstood. The type of conversion efficiency definition has to be clearly stated. He is hopefully asked to introduce authorised efficiency data measured by NREL and Fraunhofer Institute to these statistics.

Much improved draft [7-13] for Chapter 5. Pt-2 was explained by Mr. Faiman. There were a lot of useful, detailed discussions about cost estimation model structure and parameters such as interest rate, system life time, O/M and replacement cost, DC load option, inverter cost, labour cost, etc.. According to these discussions the draft will be further modified.

Mr. Pietruszko, Professor of Warsaw University of Technology presented the status-of-art of photovoltaics in Poland as an observer. [7-25]

II. The Second Day Meeting

Two Dutch participants joined the second day meeting: Mr. Jersen Daey-Ouwens (NOVEM: left) and Mr. Michiel van Schalkwyk (Ecofys: right).



Mr. Komoto explained the improvement of draft [7-11] for Chapter 2, Pt-1. According to meeting discussion, it will be stated that desertification issues are not so clear up to now.

Mr. Otani explained O&M cost and degradation issues by using draft [7-13]. Detailed components of O&M have to be clearly stated. All the gradation data collected will be plotted in a scattered diagram in order to justify the classes of degradation assumed for case studies.

On behalf of Mr. Collier, Mr. Kato explained his contribution [7-14]. In conjunction with it, Mr. Fairman mentioned his input about a comparison study [7-21] among fixed, 1-axis, 2-axis flat plate tracking. The former will be included in Pt-1 as new Chapter 6. The latter will be extended as comparative case studies in Negev in Chapter 5, Pt-2. Chapter 6 in Pt-2 is transferred into Pt-1 as a part of Section 4.3. Mr. Fairman's conclusion in his draft [7-21] is also used for supplementing the same section.

Mr. Kato mentioned about his draft [7-15] concerning new version of world desert case studies. His summarising conclusion is presented in Fig. 2-9. It shows that around 6 cents/kWh electricity cost was obtained for any deserts except for the Great Sandy if module price is assumed 1 \$/W. This draft will be slightly modified according to studies to be continued.

Draft [7-16] and data table [7-17] were skipped for time saving because fundamental model structure is quite the same to the old version and because it gives the same level of results obtained by the previous world desert rough studies. .

Mr. Komoto explained his improved draft [7-19, 7-20, 7-23] showing cash flow break-even for construction of PV power plant according to sustainable development. He is expected to add cash flow studies for the operation of module factory to indicate pure sustainability. The table of standard parameters through all studies will be located somewhere in the report.

Mr. Kurokawa presented his idea for recommendation chapter at the end of the final report by using pre-draft [7-22]. His basic idea described in this preliminary draft was agreed and a lot of discussions to add more stakeholders and more aspects of recommendations. He will improve this draft according to these discussions as early as possible and circulate for comments.

All the participants presented their opinions concerning the succession of Task

8. Many of them are expecting the continuation of the present Task 8. If so, a candidate for the new Operating agent is necessary to be invited. There may be two options: simple continuation of Task VIII for further deepened study about VLS-PV and creation of new task for evaluating a variety of added PV values by the methodology which has been developed by the present Task VIII. These discussed points will be reported as opinions from Task VIII experts at the coming ExCo in April by Mr. Kato

A peer review process was proposed for brushing up all the existing drafts by Mr. Verhoef on the first day. It was confirmed that, in principle, 3 subtask leaders, Mr. Kato for Pt-1, Mr. Menna for Pt-2 and Mr. Kurokawa for Pt-3, are quite responsible. Besides that, 3 additional reviewers were appointed by the Chairman: Mr. Faiman for Pt-1, Mr. Komoto for Pt-2 and Mr. Verhoef for Pt-3. Mr. Verhoef was also asked to be Chief Reviewer to control whole the peer review process. Precise schedule was discussed according to a document [7-24] proposed by Mr. Kato. It was decided that the deadline for the submission of final version of all the draft is **April 15**. They have to be sent by e-mail or CD-R by post to Mr. Kato. He shall upload them to Task VIII Web-site. Reviewer or other member can refer any of the latest version of existing draft though inter-net. **Peer process will complete by June 15** to hand all the draft for the following approving and printing processes.

Mr. Pietruszko invited the final meeting to Warsaw, Poland. Meeting date is decided as 12-14 September 2002.

(17) 閉会

黒川より閉会の挨拶がなされた。

6 . 所感

タスク 8 は本年末で終了するプロジェクトであり、今回の専門家会合は最終報告書を作成するために重要なタイミングである。しかし、当初イスラエルでの開催予定を急遽ユトレヒトに変更したためもあって出席率が非常に低かった。とくに、サブタスクリーダーの一人であるイタリアのメンナ氏は EC に転職したこともあって欠席となったことは残念であった。

しかし、今回会合はその割には成果は豊富で、最終報告書完成へ向かっての道筋の設定も明確になり、最終段階のピアレビュープロセスも設定できた。この点での、ヘアーフ氏の貢献度も高かったので、チーフレビューをお願いすることとした。

今回設定した予定スケジュールに従って、充実した最終報告書を完成したい。

[Attached Paper-1]

Precise schedule and reviewers

	Editor	Reviewer (*: chief)
Part 1	Mr. Kurokawa (JP)	Mr. Faiman (IL)
Part 2	Mr. Menna (IT)	Mr. Komoto (JP)
Part 3	Mr. Kato (JP)	Mr. Verhoef (NL)*

Target Date	Action
March – mid-April 2002	Completion of working draft manuscripts.
<u>15 April 2002</u>	All the <u>CONTRIBUTORS</u> send their <i>working draft manuscripts</i> to <u>Mr. KATO</u> by email or CD-R by post. <u>Mr. KATO</u> uploads them to TaskVIII website.
April – mid-June 2002	Peer review of the draft manuscripts among <u>REVIEWERS</u> and other participants. Completion of final working draft manuscripts.
<u>15 June 2002</u>	All the <u>CONTRIBUTORS</u> send their <i>final working draft manuscripts and draft text for Executive summary</i> to <u>Mr. KATO</u> by email (Notice! : kazuhiko.kato@aist.go.jp)
June – August 2002	Layout arrangement by <u>JAPANESE STAFF</u> . Native check of the manuscripts. Drafting Executive Summary by <u>JAPANESE STAFF</u>
<u>September 2002</u> [the final expert meeting]	Approval of the final draft (rough binding) by all the <u>TASK EXPERTS</u> at the final expert meeting. The final draft will be uploaded to our web-site in advance of the meeting.
<u>October 2002</u> [ExCo meeting]	ExCo review and approval of the final draft (rough binding) [<u>OA</u>]
November 2002 – March 2003	Printing [<u>OA</u>] – J&J ? (under consideration)
<u>March 2003</u>	Publication of the final report.

[Attached Paper-2]

Table of Contents for Final Report (as of Feb. 28, 2002)

“A Feasibility Analysis of Very Large Scale Photovoltaic Power Generation (VLS-PV) Systems”

Part 1 : Background, Concept and General Information		
1. Background		Mr. Kurokawa (JP)
2. Environmental Issues		Mr. Komoto (JP)
3. Concept of VLS-PV		Mr. Kurokawa (JP)
4. Technology Trends		
4.1 Crystalline Si Solar Cells		Mr. Menna (IT)
4.2 Thin-Film Solar Cells		Mr. Vlueten (NL)
4.3 System Technology		Mr. Kurokawa (JP), IL, SP, US
4.4 Power Transmission Technology		Mr. Paletta (IT), Mr. Enebish (MN)
5. Cost and Market Trends		
5.1 Cost Trends		Mr. Song (KR)
5.2 Market Trends		Mr. Verhoef (NL)
6. Utility Benefits		Mr. Collier (US)
7. Irradiation Database		Mr. Faiman (IL), Mr. Otani (JP)
8. O&M Experiences		
8.1 O&M Cost Information		Mr. Collier (US), Mr. Otani (JP)
8.2 Long-Term Performance		Mr. Faiman (IL), Mr. Otani (JP)
Part 2 : VLS-PV Case Studies		
1. General Information		Mr. Komoto (JP)
2. An Introductory Case Study on World Deserts		Mr. Kato (JP)
3. Case Study on the Gobi Deserts		JP, KR and MN
4. Case Studies on the Sahara Desert		
4.1 Network concept		Mr. Paletta (IT)
4.2 Technology transfer		Mr. Menna(IT), Mr.Komoto(JP)
5. Case Study on Middle-East Desert – Fixed, 1-axis, 2-axis and High Concentration		Mr. Faiman (IL)
Part 3 : Scenario Studies and Recommendation		
1. Generalised understandings extracted from VLS-PV case studies and information in Part 1 and 2		All contributors
2. Scenario Studies		
2.1 Introduction		Mr. Kato (JP)
2.2 Sustainable Growth of VLS-PV System Concept		Mr. Komoto / Mr. Kato (JP), Mr. Menna (IT)
2.3 Possible Approaches toward the Future		Mr. Kurokawa (JP)
2.4 Indicative Financial Scenario		Mr. Verhoef (NL)
3. Recommendation; Thinking: Who are Stakeholders?		Mr. Kurokawa (JP)

第 部 IEA Task VIII ミニシンポジウム「DUTCH FORUM "VLS-PV SYSTEMS" JAPANESE-DUTCH MINISYMPOSIUM ON VLS-PV」

1. 会議場所: ユトレヒト・アムラスホテル会議室
2. 会議日時: 平成14年3月1日(金)9:30 ~ 12:30
3. オーガナイザ: Mr. L. Verhoef (NL)
4. 参加者: 18名 (別添参照)
5. プログラム:
 - 1 Welcome and Opening (Mr. Leendert Verhoef, NL)
 - 2 VLS-PV in desert, overview of technology, design and prospects from the IEA PVPS Task VIII (Prof dr. Kurokawa, JP)
 - 3 Financial support for small and large PV in Japan (Mr. Kato, JP)
 - 4 Financing international Renewable Energy Projects (Hans Biemans, Rabo Bank, NL)
 - 5 Discussion
6. 会議資料
 - (1) K. Kurokawa: VLS-PV in deserts – Overview, Design and Prospects. (別添)
 - (2) Hans Biemans, Sustainable Development Dept., Rabobank Group: Rabobank and PV. (別添)
7. 講演内容
 - (1) 概要

本シンポジウムは、砂漠における VLS-PV の可能性と、IEA Task 8 で実施中のフィージビリティスタディの検討状況を宣伝し、オランダの経済学者による再生可能エネルギーへの国際融資の可能性について討論するために企画された。

オーガナイザはヘアーフ氏(オランダ)で、Task VIII の活動状況(黒川)、日本の PV 導入制作(加藤氏)、およびオランダにおける再生可能エネルギーに対する融資制度(ハンス・ビーマンス氏:ラボバンク)の3件の講演とディスカッションが行われた。

合計参加者 18 名であったが、そのうち 15 名はオランダの太陽光発電関係者であり、VLS-PV や日本の状況について活発な意見交換がなされた。

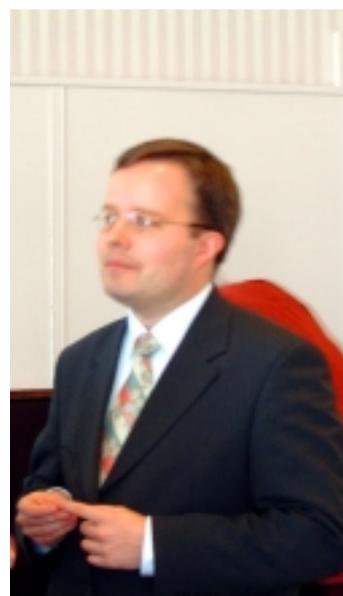
(2) ハンス・ビーマンス氏(ラボバンク)の講演要旨

ラボバンクグループは世界 22 位の銀行で、同氏の所属である持続開発部は再生可能エネルギー市場、水資源市場、気候変動対策技術市場、持続可能資産管理に対するプロジェクト融資を業務としている。とくに、再生可能エネルギーについては世界的に際だつ存在である。

太陽光発電分野では、1997 年の NUON (最大の地域電力会社) などへの融資に始まり、個人住宅へ 20000 枚の太陽電池パネルをリースしたグリーンピースの「ソラリス」計画(1998 年)など、23 プロジェクトに融資実績がある。2001 年には、総額 12 億 7500 万ドル、14 プロジェクトが進行中である。Froliade 2002 の 2.3MW システムについてもラボバンクから NUON へ融資された。

グリーンピースのソラリスでは、プラグ&プレイの DIY パネルで 1 軒当たり最大 4 枚までの AC モジュールを対象にしている。NLG975 オールインワンパッケージの価格は 442 ユーロである。

モジュール 20000 枚、26200m² 規模の世界最大ソーラールーフである Froliade 2002 の 2.3MW システムに対しては、1700 万ユーロを投資した。オランダ財政グリーン融資制度(1%利率)を利用した。



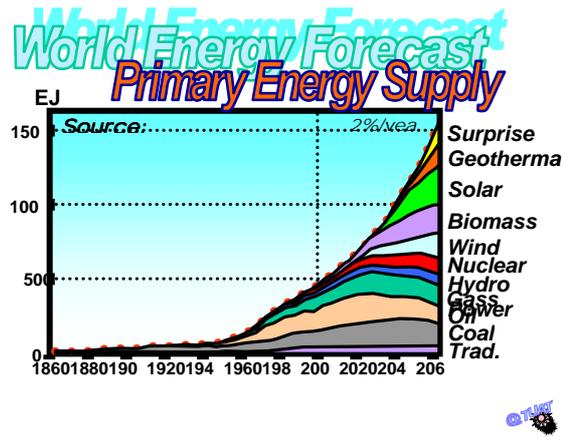
ラボバンクは次のような理由から太陽光発電に融資している。太陽光発電は新しい成長市場である；太陽開発志向のラボバンク方針に合致；リース・抵当権・資産管理・保険などのような消費者市場における他の金融商品やサービスに緊密に連携；個人投資者や法人顧客が太陽光発電に関連した金融商品・サービスを望んでいる；持続可能ビジネスは早かれ遅かれ回収可能である。

[別添 1]

ミニシンポジウム参加者リスト

Morning meeting (18 persons)

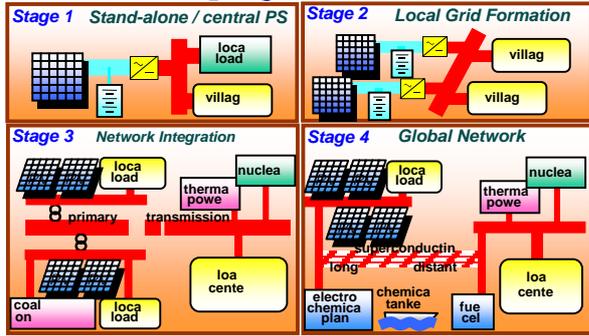
- 1 Harmke Bekkema (Nuon)
- 2 Ronald van Zolingen (Shell Solar)
- 3 Rene van de borch (Profin)
- 4 Hans Biemans (Rabobank)
- 5 Bert Smolders (Arcadis)
- 6 Rein Jonkhans (Arcadis)
- 7 Wouter Borsboom (TNO)
- 8 Rene Blickman (Stroomwerk)
- 9 Leender Verhoef (VSEC)
- 10 Prof. Kurokawa (TUAT)
- 11 K. Kato (NEDO)
- 12 Side Schone (WNF)
- 13 William Oosterwijk
- 14 Martijn Mouwen (Rabobank) + Collega
- 15 Sible schone (WNF)
- 16 Faiman (Israel)
- 17 Peter van der Vleuten (Free Energy Europe)



from SHS to VLS-PV



VLS-PV Deployment Scenario

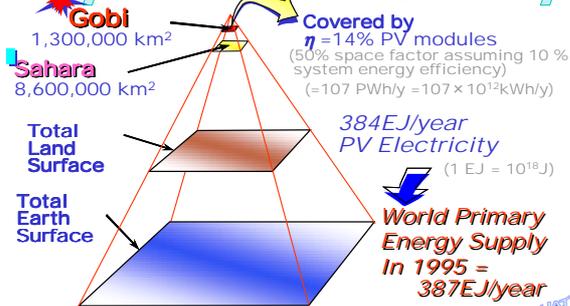


(unit: 10⁴km²)

Solar Energy in 21st Century World Deserts



PV Systems for 21st Century Solar Pyramid



A DESERT PRODUCES ENERGY.

PVPS

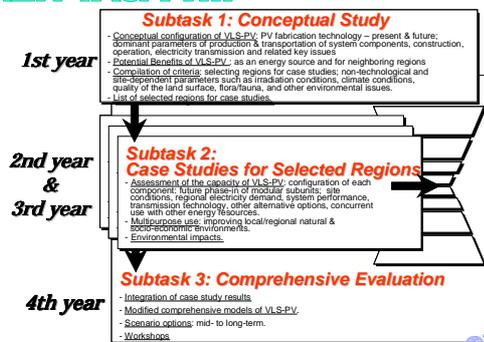
Task VIII: Study on Very Large Scale Photovoltaic Power Generation System
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY
PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME

TASK VIII: Study on Very Large Scale Photovoltaic Power generation (VLS-PV) Systems

OBJECTIVE VIII.1

To examine and evaluate the potential of Very Large Scale Photovoltaic Power Generation (VLS-PV) Systems, which have a capacity ranging from over multi megawatt to GW; by identifying the key factors that enable VLS-PV system feasibility and; clarifying the benefits of this system's application to neighboring regions, as well as; the potential contribution of system application to protection of the global environment and renewable energy utilization in the long term also will be clarified. Mid- and long-term scenario options for making VLS-PV systems feasible in some given areas will be proposed.

NEW TASK VII Ongoing Work Plan



TASK VIII VLS-PV

Participating Countries

- Israel
- Italy
- Japan
- Korea
- The Netherlands
- Spain
- United States
- Mongolia (Observer)



Air Navigation System with 5.2 kW PV
Garvan Saihan, Umnugobi Province



TASK VIII

4th Meeting, Sacramento

VLS-PV

15 - 16 September 2000

Anchorage, 18 September 2000



Methodology of Evaluation by JAPAN

In order to carry out this evaluation,

Life-Cycle Analysis (LCA) approach is employed.
Major tool to evaluate environmental impact of product

VLS-PV requires energy and raw materials in its life-cycle
i.e. Manufacture, Transportation, Construction, Operation, decommissioning

In this study, 3 kinds of Life-Cycle indices are evaluated:

$$\text{Generation Cost (Yen/kWh)} = \frac{\text{Annual expence of PV system (Yen/year)}}{\text{Annual power generation (kWh/year)}}$$

$$\text{EPT (Year)} = \frac{\text{Total primary energy requirement t throughou t life - cycle (kWh)}}{\text{Annual power output (kWh/Year)}}$$

$$\text{CO}_2 \text{ emission rate (g - C/kWh)} = \frac{\text{Total CO}_2 \text{ emissions throughou t life - cycle (g - C)}}{\text{Annual power output (kWh/year)} \times \text{Lifetime (years)}}$$

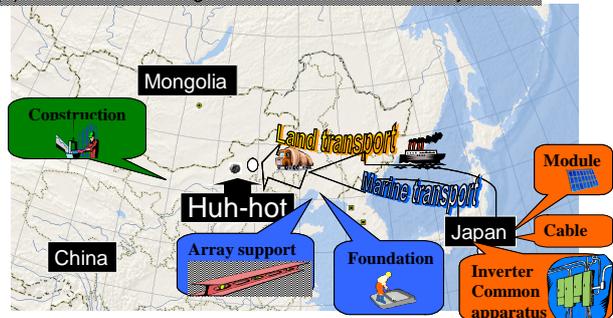
Major assumptions -1

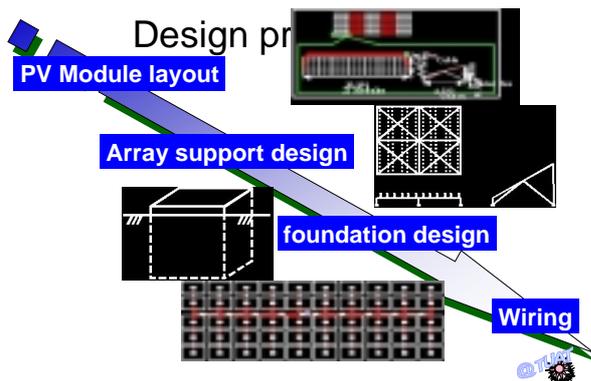
- (1) Installation site : Gobi desert in Inner Mongolia, China
- (2) System capacity : 100MW;
- (3) Array structure : South faced fixed flat Plate;
- (4) PV module : Poly. Silicon, 12.8% efficiency;
- (5) Performance ratio (PR) : 78%, Lifetime : 30 years;
- (6) Module price : 1-5 \$/W, Tilt angle : 10° -40°
Inverter price : 16.3-24.5 million yen/unit;
Interest rate : 2%, 3%, 6%;
- (7) Regarding O&M, 9 operators in 3 shifts are assumed;



Maior assumptions -2

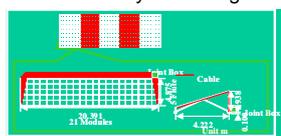
- (8) All the components are transported to installation site.
- (9) Decommission stage is not included in this study now.



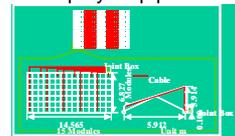


Design procedure -2

3 kinds of PV array according to the same step by step procedure.



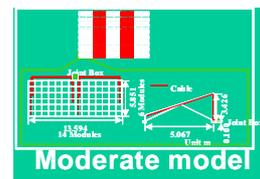
Wide model



Tall model



Best performance model

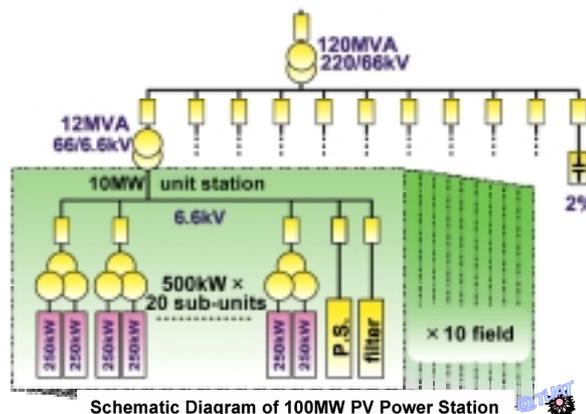
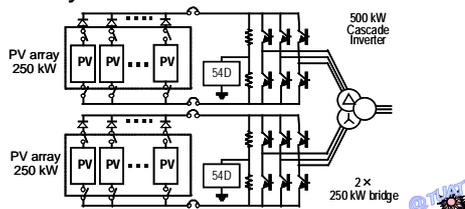


Moderate model

Basic Assumptions

- Total capacity for plant design: "100MW"
- Array structure: "fixed flat array"
- Capacity of unit DC system: "500kW"

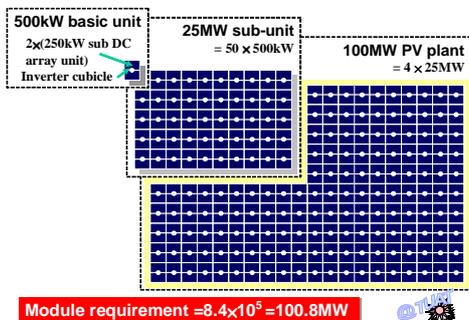
DC input to inverter : DC500V
PV array : 250kWx2



Schematic Diagram of 100MW PV Power Station

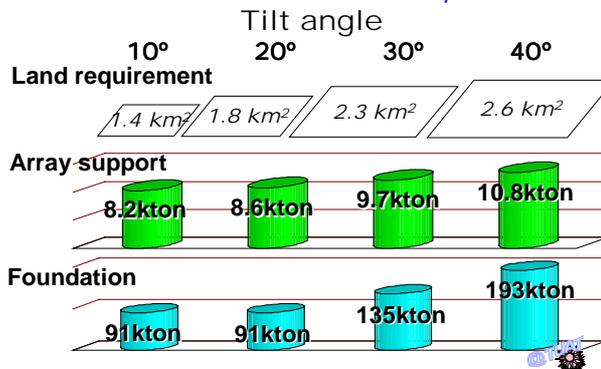
Designing PV Array Layout

100MW PV array field



Module requirement = $8.4 \times 10^5 = 100.8\text{MW}$

Evaluated Results -components-



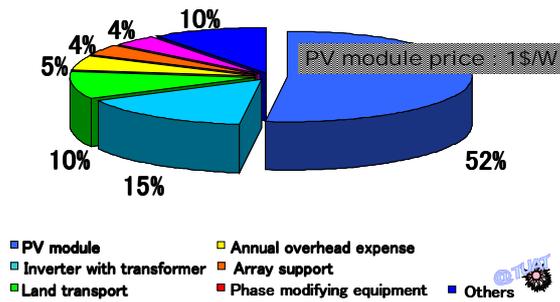
Evaluated Results ~Generation cost



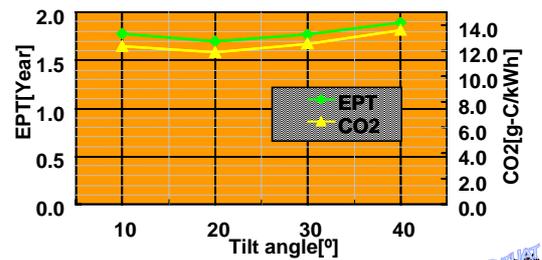
Evaluated Results ~Generation cost-



Evaluated Results ~Cost breakdown~



Evaluated results EPT & CO₂ emission rate



Average CO₂ emission rate of utility in China ≈ 260g-C/kWh

Conclusion

The 100MW VLS-PV is assumed to be installed in the Gobi desert.

Result: Energy Payback Time 1.7 year
 CO₂ emission rate 12g-C/kWh
 Generation cost 6.1yen/kWh (3% interest rate)
 (1US\$/W module price)

The VLS-PV is very promising for saving energy resource and to solve global environmental issues.

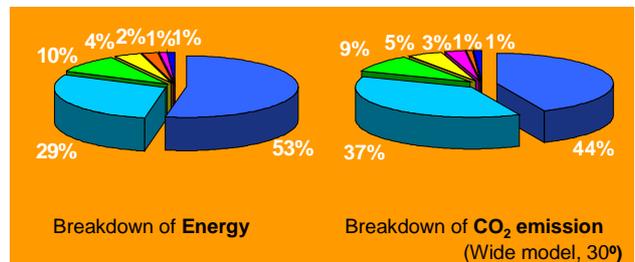
However

In order to realize further cost reduction

•Simpler system design
 •Improvement of module efficiency and System PR

have to be developed.

Evaluated Results ~EPT and CO₂ emission~



■ PV module

■ Array support

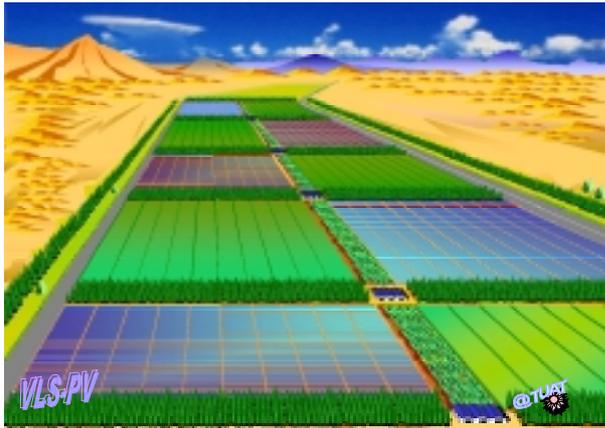
■ Land transport

■ Foundation

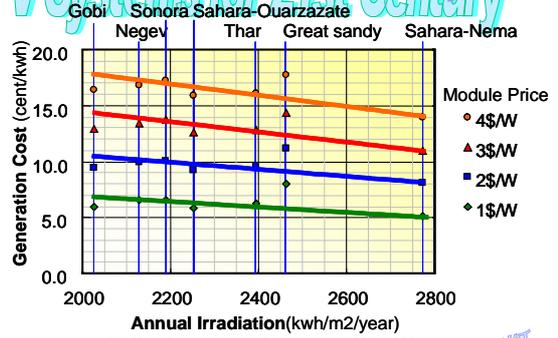
■ Trough

■ Cable

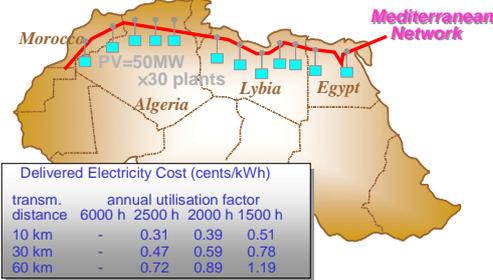
■ etc.



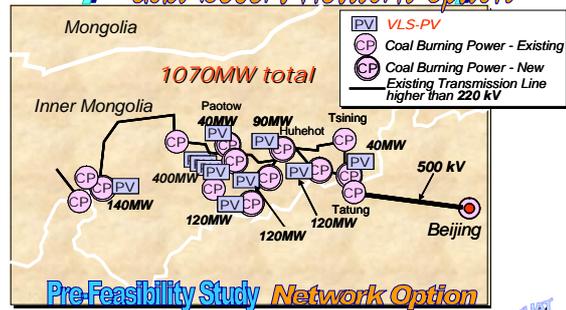
PV Systems for 21st Century VLS-PV



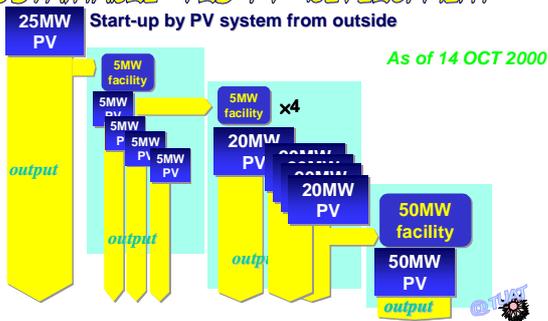
Italian Case Study - medium, dispersed VLS-PV



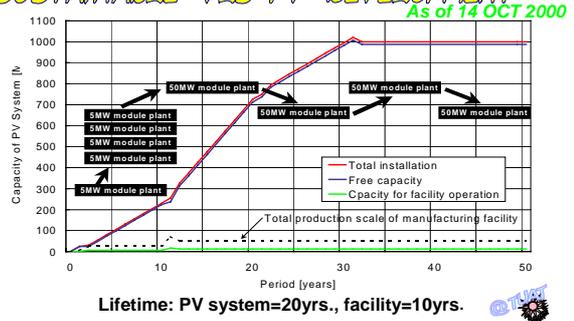
PV Systems for 21st Century VLS-PV Gobi Desert Network Option

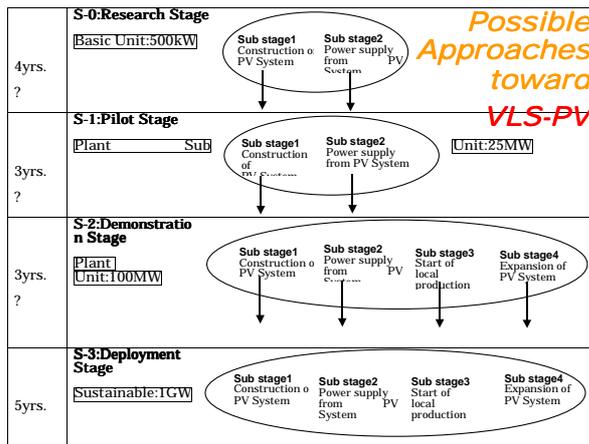


Task VIII VLS-PV Report, 2nd Edition SUSTAINABLE VLS-PV DEVELOPMENT



Task VIII VLS-PV Report, 2nd Edition SUSTAINABLE VLS-PV DEVELOPMENT





Task VIII Messages from VLS-PV Study

- Be aware of the capability that PV can supply electricity for 1 billion people as well as the significant part of world energy from mid-21st century.
- Believe that a PV system is one of purely environmentally-friendly energy resource, which emits limited level of g/kWh-C much less than oil burning power station.
- Consider PV option very seriously as one of renewables when national and global energy supply plans are discussed for the coming world energy problem in 20 years or 30 years.

Task VIII Messages from VLS-PV Study

- Understand that desert area normally has potential of much more electricity even at higher than 40° north latitude like the Gobi Desert. A large area of such regions exists over the world. The cost of electricity from those areas is expected to be sufficiently low for developing those areas and for securing people's livelihood there. It is said that the final form of photovoltaic utilisation is Very Large Scale PV systems (VLS-PV) to extend its capability fully.
- Recognise that 1 GW VLS-PV induces a considerable level of industrial creation and new jobs. There may be a possibility in regional development including high-tech industry by utilising PV electricity and land.

Task VIII Messages from VLS-PV Study

- Prepare the step-by-step stages of RD&D to make good use of the capability when world energy problem comes. Draw a longer term view. Do not hurry too much but be consistent.
- Do not forget that long-term and consistent policy is essential to reach the final target.
- Initiate, continue and extend bi- or multi-lateral international collaboration with those developing countries which have abundant solar energy. This eases future conflict about energy problems very peacefully.
- Prepare Phase 0 or Phase 1 Programme immediately to put forth PV technology into developing regions, especially around deserts.
- Be sure to maintain its regional sustainability and to intend moderate technology transfer scenario when planning the development of DCs.

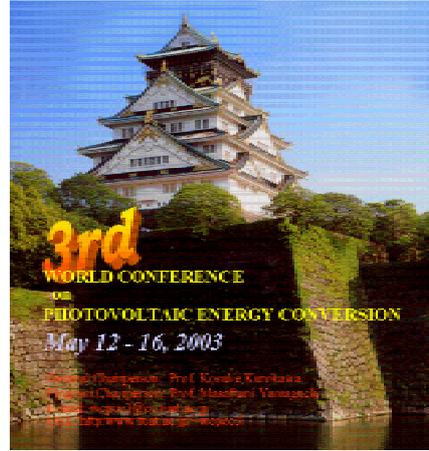
Task VIII Messages from VLS-PV Study to DCs

- Think of a SHS and mini-grid at first but finally this may lead you to VLS-PV in 20 years or 30 years after. You might be able to export PV energy to neighbour regions.
- Start from an appropriate scale of introduction to your country while having a concrete view of national energy demand and supply in the future.
- Cultivate and raise a domestic PV specialist saloon from an early stage to a grown stage gradually.
- PV technology has already been at the level of cost-competitive energy source for rural electrification and improves
- Remind that Photovoltaics is quite close to your hand. It is depend upon your own decision. There are a variety of financial unit you can utilise.
- Be conscious of the coming world energy problem in 20 years or 30 years and consider PV option very seriously as one of renewables when national master plans for energy supply are discussed.

Task VIII Messages from VLS-PV Study

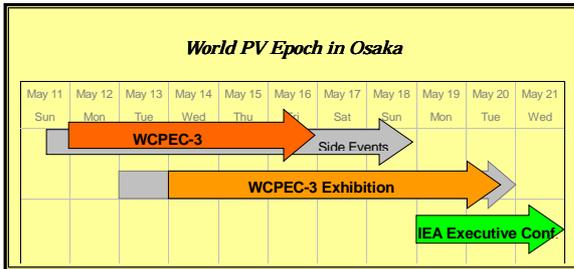
[to Academic Society]

- Do not forget about fundamental research bringing new seed technology to VLS-PV. Very high efficiency PV cells, organic-polymer PV cells, chemical energy transportation media like hydrogen, methanol, etc., superconducting power transmission and so on are all welcome.
- Formulate PV specialist society in developing countries in cooperation with first leaders in those countries.



in
大阪
Osaka
Japan

WORLD PV EPOCH in OSAKA



Major Technical Program Areas:

- : Fundamentals, New Materials and Devices
- : CIGS, II-VI and Related Thin-Film Cells and Technologies
- : III-V, Space Cells and Systems
- : Crystal Si Cells and Technologies
- : a-Si and Microcrystalline-Si Thin-Films and Cells
- : PV Modules and System Components
- : Terrestrial PV Systems
- : National Programs, Policies and Economics

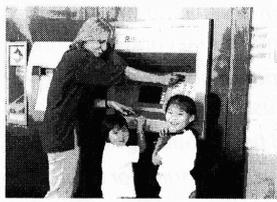
Please send your abstracts to the Program Chair.
Abstract Deadline: October 31, 2002

General Chair: K. Kurokawa
Vice-Chairs: L. Kazmerski
B. McNelis
Secretary: T. Sameshima

Program Chair: M. Yamaguchi
Vice-Chairs: C. Wronski
W. Sinke

[別添 3]
ビーマンス氏 (ラボバンク) 発表資料

Rabobank and PV



Hans Biemans MSc. MFE
Sustainable Developments Dept.
Rabobank Group



1

Roadmap of presentation

- Rabobank and sustainability
- Track record of Rabobank in PV Sector
- Special attention:
 - Solaris
 - Floriade
- Rabobank Green Products
- Why Rabobank is involved in financing PV-power



2

Rabobank & sustainability

- Rabobank has a team developing sustainable energy market, water market, climate change market and sustainable asset management
- Rabobank Project Finance has an impressive international track record in financing sustainable energy projects
- Rabobank published first Annual Sustainability Report in 2000
- Rabobank has highest SAM rating for economic, social, and environmental criteria (amongst three other banks)
- Rabobank Foundation: stimulates co-operatives in developing countries



3

Track record Rabobank in the PV business (1)

- NUON, Athletiek Vereniging, Nijmegen, Netherlands (1997)
- Operational lease for GreenPeace 'Solaris' initiative: 20,000 solar panels on private homes, Netherlands (1998)
- School building at Reduzum, Netherlands, Dorpsmolen association (1998)
- Groene Leguaan private homes project, Netherlands (1999)
- Integration of PV in some of our offices in Sneek, Borger, Berkel Enschoot, Arnhem and offer for clients (2000-01)
- Project with Leeuwarden City, Essent, CEA, Friesland Bank, loans for solar panels on private homes (2000)
- Preparation of PV Projects in agricultural sector with branche organisations (2000)



4

2

Track record Rabobank in the PV business (2)

- Investment of \$1,275 mio by Rabobank Sustainability Fund (2001) in \$29 mio private equity fund Solar Development Capital Ltd.: worldwide 14 projects in pipeline
 - 2 projects in closing phase (\$730,000)
 - 2 projects in due diligence
 - 7 proposed projects feasible in 2002
 - 2 projects removed from shortlist (promising but slow)
 - 1 project declined
- Financing and arranging 2.3 MWp PV-system at Floriade with Nuon (2002)
- Energy system for private house, Houten, Netherlands, including heat pump and 20 PV panels, €35,000, green finance, pilot for Rabobank (2002)



5

Greenpeace Solaris project

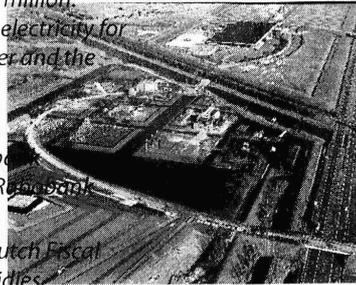
- Innovative marketing approach aiming at cost reduction
- Do it yourself kit: 'plug and play'
- Maximum of 4 AC-modules per address
- Effective business coalition of top players
- Innovative financing structure (lease)
- 'All in' package for NLG 975 (€ 442)
- Energy distribution companies and Government Agency co-operated
- 20,000 panels installed in the Netherlands



6

2.3 MW PV-system at Floriade 2007

- NUON Sustainable Energy NV. Project of 20,000 panels, 26,200m², investment € 17 million. World's largest Solar Roof. Provides electricity for 400 households in Haarlemmermeer and the exposition building itself.
- Built by Siemens
- Financing and arranging by Rabobank International Project Finance and Rabobank Groen Bank BV
- Financing makes optimal use of Dutch Fiscal Green Financing Scheme and subsidies.



7

Rabobank green products (1) Sustainable Asset Management

- Robeco Duurzaam aandelenfonds / Sustainable investment fund
 - Invests in listed environmental friendly companies
 - Since 1999
- Robeco Milieutechnologie / Environmental technology fund
 - Invests in listed environmental technology companies
 - Since 2002



8

Tax Advantage for investors

Fiscal facility for the average tax payer: tax free interest on saving deposits in certified Green Funds

	<i>Ord. Account</i>	<i>Green Fund</i>
<i>Interest rate</i>	4 %	3 %
<i>Income tax</i>	50 %	<i>exempt</i>
<i>Net interest</i>	2 %	3 %



9

Rabobank green products (2) Green Loans

- Rabobank Groen Bank issues Rabo Groen Obligaties / Green obligations to attract money from investors
- Started October 2000
- Ultimo 2001
 - € 818,000,000 was invested
 - 1,070 projects from our clients
 - approved by ministry of VROM
- These clients pay a lower interest rate (up to 1%)



10

Rabobank green products (3) Green Mortgage

- Rabobank Groen Bank BV offers groene hypotheek / green mortgages (in fact a special kind of loan)
- House of client must meet a certain sustainability score (points)
- These clients pay a lower interest rate



11

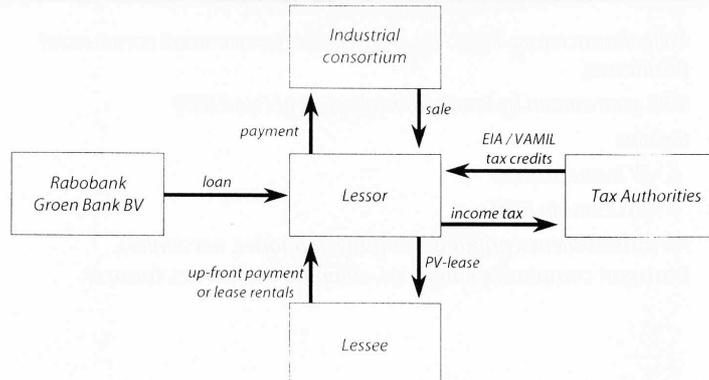
Rabobank green products (4) Operational PV Lease (Solaris)

- Lease Company becomes owner of the PV system
- Transaction is financed with money from the Green Bank
- Lease Company is entitled to (and able to absorb) EIA and Vamil tax benefits
 - Corporate income tax deduction for investments in sustainable energy projects (EIA)
 - Accelerated depreciation on environmental investments (VAMIL)
- Fiscal benefits are split between Lessee and Lessor
- and passed on in up-front payment of lease rentals by the Lessee



12

Operational PV lease structure 'Solaris'



13

Tax advantage of EIA & VAMIL facility directly by borrowing companies

- EIA & VAMIL relate to corporate income tax only!
- EIA
 - 55 % extra income deduction in year of investment.
 - corporate tax rate: $55 \times 35 \% \Rightarrow$ NPV: 19,25 % of investment
- VAMIL
 - up to 100 % depreciation in first year's preference
 - NPV: depending on depreciation scheme and discount rate 5-15% of investment
- Useful if company makes profit > 55% of investment and pays tax

14

7

Rabobank Green products (5) Environmental LEIF Finance

- Milieufinanciering MKB / Environmental finance small commercial businesses,
- 50% guaranteed by Europeans Investment Fund (EIF)
- Results:
 - 37 loans in 2000
 - 116 loans in 2001
- All sorts of clients: printing company, laundries, car dealers, transport companies, campings, shipping companies, farmers.



15

Rabobank Green products (6) Venture Capital

- Gilde Europe Food & Agribusiness Fund
 - invests in high potential food processing companies,
 - using innovative technology in producing, packaging, transporting and selling
- Rabo Innovatiekapitaalfonds / Rabobank Innovation Capital Fund
 - Seed capital, investing in small scale sustainable projects
 - Participants are entitled to greenhouse gas emission reduction rights
 - Started in 2000



16

Rabobank Green products (7) Rabo Sustainability Fund (RSF)

- *RSF is a fund-of-funds: invests in other funds:*
 - *Solar Development Capital (SDC), mentioned before (2001)*
 - *Prototype Carbon Fund: \$5 mio investment; invests in certified CO2 reductions (2001). Projects financed by Rabobank.*
 - *Aqua Investments: \$5 mio invests in water companies in emerging markets (2001)*



17

Why Rabobank is interested in financing PV-power

- *PV is a new growth market*
- *Fits well into SD-oriented policy of Rabobank*
- *Links up well with other financial products and services in consumer market (lease, mortgages, asset management, insurances etc.)*
- *Private investors and corporate clients ask for PV related financial products and services*
- *Up swing potential in PV value chain: from hardware to retail*
- *Sustainable business pays off sooner or later !*



18

第 部 テクニカルビジット

日時および訪問地

1. 2002年3月1日(金) PM: Floriade, エントランス施設 2.3MW 屋根一体型 PV システム

Floriade エントランス施設 2.3MW 屋根一体型 PV システム

(1) 現地案内者

NUON: Mr. Green Roerdinkholder, Ms. Harmke Bekkema、Siemens: Mr. Remko Knol、
および Floriade 施設管理者(1名)

(2) 配布資料

2.3MW PV-roof at Floriade: 説明用スライドコピー

Siemens 社カタログ

Floriade 案内資料

(3) 摘要

- ・ 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。3 月 31 日から開催予定であるが、今回は特別に見学をすることが出来た。
- ・ 最初に NUON 社、その後に SIEMENS 社からこのシステムに関する解説があり、このシステムの背景と、ある程度の情報を得ることが出来た。
- ・ 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。を用い 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、20000m² の面積、屋根の表面では 26000m² である。
- ・ モジュールの直下の窓は自動換気システムとなっており、温室内の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。
- ・ コストは 669€/m² (75000 円/m²) であり、推定年間発電量は 1230MWh である。
- ・ 見学時は園芸見本市がまだ始まっているわけではないが、未だ建築中であり、太陽光発電システム以外には何もなかったが、既に発電は行われている。
- ・ 2002 年 4 月オープン予定の Floriade エントランス施設に、単結晶シリコン PV モジュールが採光型屋根として用いた 2.3MW の PV システムが設置されている。
- ・ 2000 年 6 月に業者を選定し (Siemens 社)、2001 年に詳細な設計を開始、同年 6 月に最初の PV モジュールが設置された。2001 年 12 月にシステムが完成し、2002 年 1 月より試験運転が行われている。本格運用は 2002 年 3 月 31 日より行われる。



[別添 1]
 レルディンクホルダー氏 (NUON) 発表資料



**2.3 MWp PV-roof
at Floriade**

1 March 2002
 Geert Roerdinkholder
 senior projectmanager
 Nuon Renewable Energy



Content

- Nuon
- How the project was born
- Actions to increase the system performance
- Important aspects of the project
- Some characteristics



NUON's vision 2010

The first to anticipate market changes
 - Merger of Nuon, ENW, Gamog, EWR
 anticipating Dutch deregulation

Focus on retail
 - Sale of large scale
 production

Leading, independent international company in **marketing, sales** and distribution of **energy, water** (including water production), and related products and services, serving millions of customers, **leader in renewables**

Renewables explicit in vision
 - Large renewable energy
 generation capacity

Multi-utility character
 - Acquisition of Biwater



Why does Nuon focus on renewable energy?

- Environmental responsibility
- Security of supply
- Customer demand
- Liberalized energy market

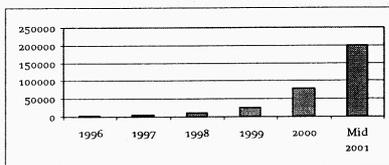


Ambitions Nuon in renewable energy production

- Front runner in renewable energy
- Top marketer of renewable energy
- Partner of choice in renewable energy projects



Number of Green Electricity customers



How the project was born

- Floriade: Feel the Art of Nature
- NUON: the Dutch utility with the largest investment in renewable energy
- Important project aspects:
 - Large scale generation of Green Electricity
 - Large Green Electricity contracts
 - Governmental support
 - Roof integrated solution
 - Important learning targets



Steps to increase the system performances

- Changes in the roof shape were not possible
- Amorphous modules not possible
- Inclination angle changed from 21,5° to 18,5°
- Number of cells per module from 12 x 6 to 11 x 6
- Smart system engineering



Orientation of the project



Design and construction aspects

- Planning
- Roof/Building design
 - Module size
 - Module weight
 - Module transparency
 - Maximum temperature of the panels
- Safety
- Watertight roof
- Electrical system
- Energy production/performance



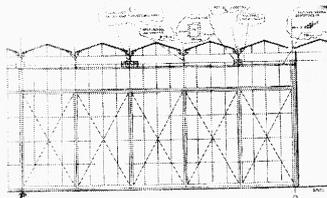
Planning

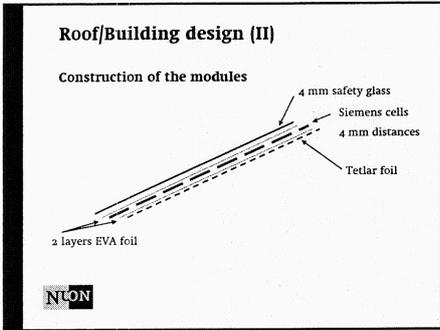
- | | |
|----------------------|--|
| • May 2000 | bidding period |
| • June 2000 | selection of contractor |
| • July-December 2000 | contract negotiations with Siemens, Floriade, municipality, government |
| • December 2000 | signing of contracts |
| • January 2001 | start detail engineering |
| • June 2001 | first modules on site |
| • December 2001 | system operational |
| • January-March 2002 | testing of system |
| • 31 March 2002 | delivery of installation |

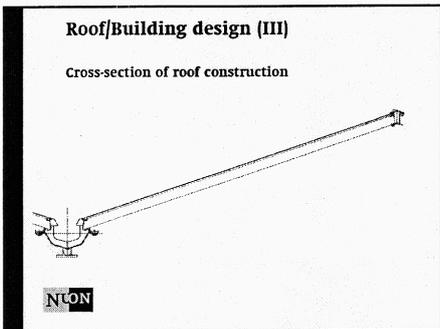


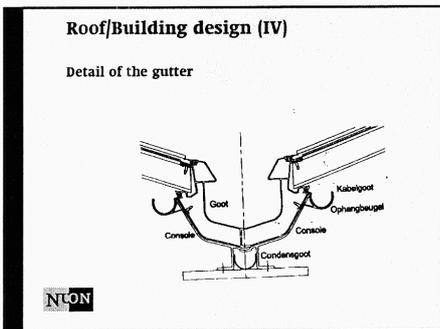
Roof/Building design (I)

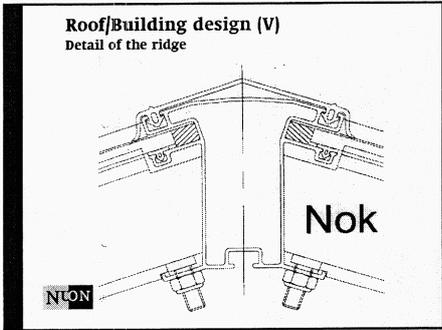
Cross-section of the building

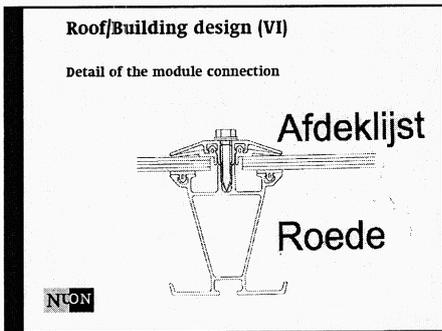


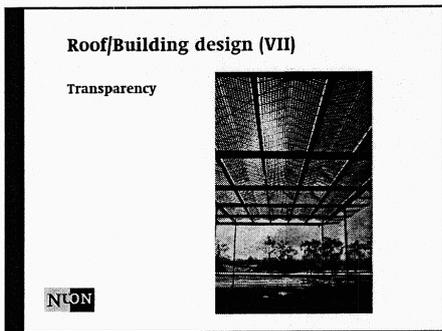












自動洗浄装置用レインカバー
取り付けてある。

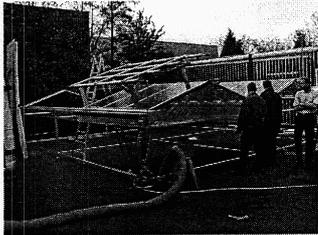
Construction Safety

- Calculations according Dutch standards
- Testing of modules during certification
- Testing of modules including aluminum structure according ISO



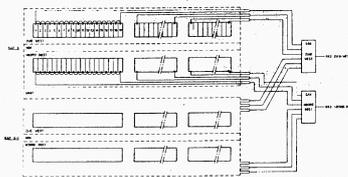
NCON

Watertight roof



NCON

Design of the electrical system



NCON

インバータ

200kVA x 4台 300kVA x 4台

Production/performance

- System availability: 97 %
- System guarantee: 5 years
- Module guarantee: 10 years
- Inverter output 97 %
(min. 96% DC input 75% - 95% DC input 25%)
- Monitoring system
- Service & maintenance contract



Technical details

- 19,383 mono crystalline transparent modules
- 200 and 300 kW inverters, Sinvert Solar S52
- Grid connection via 2 step-up transformers of 1000 kVA
- Total roof area: 278,5 x 96 m = 26.110 m²
- Module size: 1572 x 830 mm



Some numbers

- Total investment: £ 38.500.000 (17.476.000 E)
- Cost per m²: £ 1475 / m² (669 E/m²)
- Annual production: 1.230.000 kWh



Questions ?



NLON

