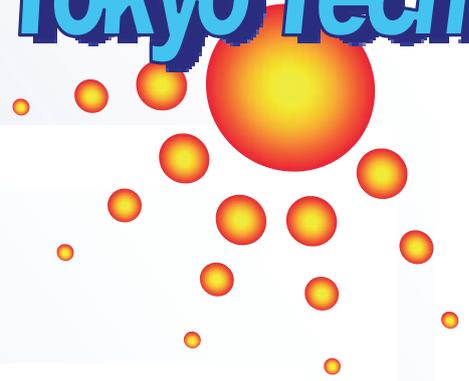


The 15th PVST
PHOTOVOLTAIC SYSTEM THINK-IN

Tokyo Tech



第15回
AES太陽光発電システム研究発表会
論文集

2013年3月16日（土）

東京工業大学 ソリューション研究機構
先進エネルギー国際研究センター
黒川浩助 研究室

黒川 浩助
e-mail: kurochan@ssr.titech.ac.jp
<http://www.kurochans.net/>
国立大学法人 東京工業大学
ソリューション研究機構 先進エネルギー国際研究センター
〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1
TEL: 03-5734-3754 FAX: 03-5734-3754

第 15 回

AES 太陽光発電システム研究発表会

予稿集

開催日時

2013 年 3 月 16 日 (土) 13 時 30 分～18 時 00 分

開催場所

東京工業大学 大岡山キャンパス

70 周年記念講堂

東京工業大学 ソリューション研究機構 先進エネルギー国際研究センター

黒川浩助 研究室

第 15 回 AES 太陽光発電システム研究発表会 プログラム

平成 25 年 3 月 16 日（土） 13 時 30 分～18 時 00 分
東京工業大学 大岡山キャンパス 70 周年記念講堂

☀ 環境エネルギー・イノベーション棟 見学会 12:10～13:10
(集合場所：70 周年記念講堂， 集合時間：12:10)

☀ 研究発表会

13 : 30～13 : 35	あいさつ	黒川 浩助
13 : 35～14 : 05	PID : Potential Induced Degradation (電圧誘起性能劣化)	産総研 近藤 道雄
14 : 05～14 : 35	気象学サイドから見た太陽光発電発電予測の将来の姿	気象研 山田 芳則
14 : 35～15 : 05	東工大環境エネルギーイノベーション棟における 都市型太陽電池高密度設置と先進エネルギー設備	東工大 伊原 学
休憩		
15 : 30～15 : 45	日米住宅用太陽光発電システム用単独運転検出装置の 組み合わせ評価結果	関電工 宮本 裕介
15 : 45～16 : 00	海外における太陽光発電システムの実証研究	NTT ファシリテーズ 白田 慶一郎
16 : 00～16 : 15	太陽光発電自己診断支援システムの利活用による 地域ビジネスの可能性	東工大 植田 謙
16 : 15～16 : 30	太陽光発電システムの直流電気安全性について	産総研 大関 崇
16 : 30～17 : 00	ショートスピーチ～次世代は我々が担う～	黒川研 OB・OG など
17 : 00～18 : 00	考察：太陽光発電システムと再生可能エネルギー 統合ネットワーク	黒川 浩助

☀ 懇親会

研究発表会終了後，百年記念館 4 階（角笛）にて懇親会を行います。（参加費 3000 円）

目次

第一編：研究発表会予稿

黒川 浩助 東京工業大学 考察：太陽光発電システムと再生可能エネルギー統合ネットワーク	1
近藤 道雄 産業技術総合研究所 PID：Potential Induced Degradation（電圧誘起性能劣化）	9
山田 芳則 気象庁 気象研究所 気象学サイドから見た太陽光発電発電予測の将来の姿	15
宮本 裕介 株式会社 関電工 日米住宅用太陽光発電システム用単独運転検出装置の組み合わせ評価結果	19
白田 慶一郎 株式会社 NTT ファシリティーズ 海外における太陽光発電システムの実証研究	23
植田 譲 東京工業大学 太陽光発電自己診断支援システムの利活用による地域ビジネスの可能性	27
大関 崇 産業技術総合研究所 太陽光発電システムの直流電気安全性について	33

第二編：論文

論文リスト [1996年～2013年]	57
原著論文 [2012年～2013年]	87
国内学会 [2012年～2013年]	97
招待講演 [2012年～2013年]	101
取材記事 [2012年～2013年]	145

研究発表会予稿

考察：太陽光発電システムと再生可能エネルギー統合ネットワーク

東京工業大学ソリューション研究機構

(AES 国際研究センター)

特任教授 黒川 浩助

1. はじめに

大量の太陽光発電が将来導入された場合に、昼間の太陽光の変動ピークが、電力系統全体のピーク負荷時の変動調整（需給調整）容量を越えてしまう場合には、太陽光発電の発電抑制を強制する必要性が指摘されている。このために必要になる系統上位側からの指令により、太陽光発電パワーコンディショナ（以後パワコンと略）の出力抑制のためのインターフェースなどがすでに一部で検討されている。しかし、これは理論的な最終手段としてはともかく、出力抑制が日常的に発動されると、各家庭の資産である太陽光発電システムの発電機会を奪うことになり、稼働率を下げ、後では回復できないものとなる。

このことは、現在の系統構成が集中型供給システムの経済最適化のために構成されていて、24時間定出力連続運転を前提とした原子力発電（現在はほぼ停止中であるが）によるベース電力を最優先キープする系統構成・運用法が主たる要因と考えられる。

そこで、上位側からのみ最適化とは反対に命題を180度変えて、ここでは、“再生可能エネルギー電源を中心とした地域分散ネットワーク側から見た最適化があり得ないのか？”という視点で、以下に試みの考察を行ってみた。今まで、上位系統のみで取り扱ってきた需給調整などの機能を、地域内での「ある範囲」の需給調整を自律的に行うこと前提として、「ある程度のレベルまで安定化された電力要求」を、上位系統や他地域から経済的に満たすという発想である。このことが、その地域にとってもインセンティブとなるという暗黙の前提を以下の検討では想定している。地域内最適化が自由に行えるような電力系統の規制緩和がなされることが要点になる。

以下では、このような視点で構成され、最適化された地域分散ネットワークを「再生可能エネルギー・ミックス型コミュニティ・ネットワーク（略称 RE-Mix-C-Net）」ととりあえず呼ぶこととする。もし、地域システム RE-Mix-C-Net が理想的に実現すれば、上位系統側からみると、従来よりも安定化・省エネルギー化された地域の負荷集合と見なされることになる。つまり見方によっては、上位系にも大きなメリットになるはずである。

2. 複数の再生可能エネルギーを利用した統合型地域エネルギー供給に関する考察

こういう想定地域ネットワークで組み合わせていく再生可能エネルギー源について、表1に各々の特徴のあらましを考察整理した。

同表では、変動の大きさの順に、各々の再生可能エネルギー電源・熱源を、おおむね上から下へ向かって配列した。空気熱、地中熱、地熱は、ほぼ24時間定出力駆動が可能なものとして分類した。小水力も季節変動があるものの、これに次ぐ安定性を期待できそうである。また最下段には、これらと組み合わせ可能な電力貯蔵手段についても収録した。

表1 各種再生可能エネルギーなどの要素としての特徴

種類	国内資源分布・立地容易性	変動性	その他の特徴・問題点
太陽光発電	<ul style="list-style-type: none"> ポテンシャルは大 年間日射量国内地域差：およそ±10%程度 ほぼ、どこでも利用可 平均 1000 時間/年程度の設備稼働 	<ul style="list-style-type: none"> 基本波：昼間・正弦波半波状 脈動：快晴・晴・薄曇り・曇天・雨天 日射強度に比例した出力 	<ul style="list-style-type: none"> コスト低減が急速に進行中
太陽熱利用	<ul style="list-style-type: none"> 低温利用有利 太陽熱発電は日本不利 	<ul style="list-style-type: none"> 基本波：昼間・正弦波半波状 日射強度に非線形な出力(低日射で不利) 温水貯蔵が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 家庭給湯などに好適 80万台/1980年度販売ピーク；現状5万台/年程度 最近は見直しの機運あり
地上風力発電	<ul style="list-style-type: none"> 適地であれば2000時間/年～稼働 地域によって、資源量の差は大きい 	<ul style="list-style-type: none"> 昼間・夜間に稼働 脈動率が大きい(瞬間最大風速と平均風速の比) 	<ul style="list-style-type: none"> 立地環境規制
洋上風力発電	<ul style="list-style-type: none"> 海洋国：ポテンシャルは大 陸上より風況は良好 建設工法開発進行中 	<ul style="list-style-type: none"> 陸上に比較し、脈動は小 	<ul style="list-style-type: none"> 遠浅海岸が少ないので浮上型の開発に力 海底ケーブル網が必要 漁業権問題
バイオマス発電	<ul style="list-style-type: none"> 森林国：ポテンシャルは大 森林と消費地の距離 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料調整により需給調整運転可能 	<ul style="list-style-type: none"> 林業の衰退が現状のネック
小水力発電	<ul style="list-style-type: none"> 未利用水力はある 	<ul style="list-style-type: none"> 24時間定出力 流域降雨量依存季節差あり 	<ul style="list-style-type: none"> 水利権問題
空気熱ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> どこにもある 省エネルギー空調の選択肢として 	<ul style="list-style-type: none"> 24時間熱源利用可能 	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電との併設→貯湯(昼→夕夜へピークシフト) 深夜電力も利用可能
地中熱ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> どこにもある ZEB/ZEH*の選択肢として 	<ul style="list-style-type: none"> 24時間熱源利用可能 	<ul style="list-style-type: none"> 基礎工事工法の開発進展が重要
地熱発電	<ul style="list-style-type: none"> 世界3位のポテンシャル 	<ul style="list-style-type: none"> 24時間定出力 	<ul style="list-style-type: none"> 立地環境規制 温泉業界との共存(バイナリー・サイクル有望)
電力貯蔵	<ul style="list-style-type: none"> 電気自動車産業の発展・低コスト化 HEMS・BEMS用蓄電池の普及 新型蓄電池の登場・大容量化 最上位系統には揚水発電あり 	<ul style="list-style-type: none"> 変動調整 ピークシフト 需給調整 	<ul style="list-style-type: none"> 地域内でのある程度の需給安定化でコスト・メリット 電力自由取引に期待

注*) ZEB/ZEH: Zero Energy Building; Zero Energy House

3. 再生可能エネルギー・ミックス型コミュニティ・ネットワーク概念 (RE-Mix-C-Net)

前表に示された各種の再生可能エネルギー源を組み合わせ、スマート・コミュニティを構成した場合の概念図を、図1に描いた。

同図において、もっとも中央部には、コミュニティ系階層として、コミュニティ1～コミュニティnの地域コミュニティ群を構成している。それぞれのコミュニティは、住宅地域、商業地域、産業地域などが相互依存状態でパートナー構成される方が好ましいと思われる。つまり、それぞれの属性が、むしろ相互に異なっている方が、時間帯などでの負荷プロファイルが平準化される確率が高い。

これは、六本木ヒルズが、負荷プロファイルの異なる、オフィス棟、住居棟、商業施設、イベント施設などの集合として負荷群が、時間帯間や平日・週末間の平準化をねらって構成されていることに通じる。熱電併給型比可変のコジェネレーション・システムによる供給側と併せて、自立系統として成り立っていることが知られている。

これらのコミュニティは、HEMSやBEMSを備えた個別の太陽光発電や空気熱ヒートポンプなどの再生可能エネルギー源をもち、場合によっては小容量の蓄電設備を有している可能性が高い。これはそれぞれの単位の防災・セキュリティ確保に役立つであろう。もちろん時間帯別のダイナミック・プライシング

も平準化の有効な手段である。しかし、より大きな平準化は、それぞれの属するコミュニティの中の負荷プロファイルの分布によってもたらされるであろう。コミュニティ内のシステムには、各構成単位の負荷と太陽光発電などの分散電源の間で平準化する電力潮流が行き交いすることになる。

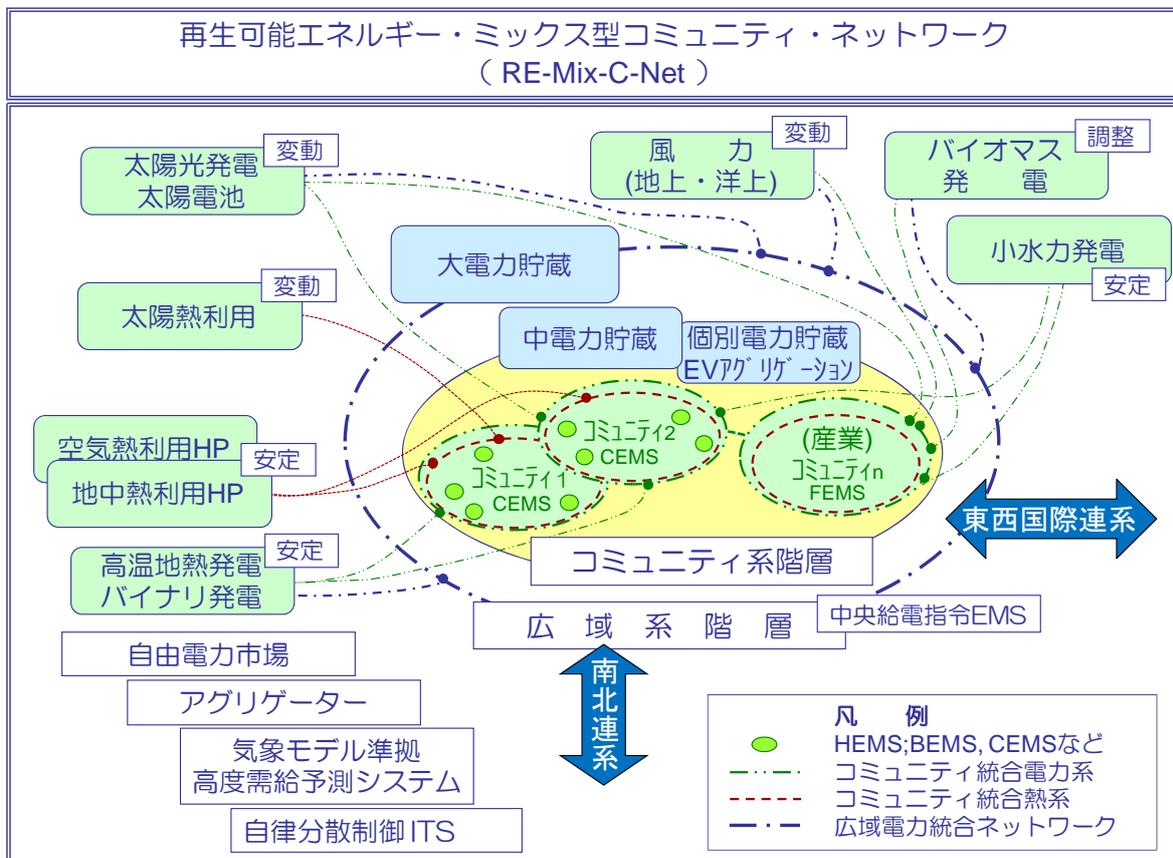


図1 再生可能エネルギー導入コミュニティ・スマートネットワーク (RE-Mix-C-Net)
出典：東工大 黒川

この結果、生じる時間別の需給差調整は、コミュニティに設置された中容量の電力貯蔵設備が機能を発揮する。需給差の3日分程度の蓄電容量があれば、3日間程度連続して降る雨天日にも対応可能である。年間の日本地域の連続雨天日が3日をこえる確率はかなり小さいと思われる。このようにして、天候に追従して発電する太陽光発電によっても、かなりの供給安定性が確保される。

もちろん、他の再生可能エネルギー発電として、地熱発電は24時間一定供給が可能である。温泉発電と呼ばれるバイナリ発電も同様の特性を持つ。熱利用で考えれば、地中熱や空気熱利用のヒートポンプ（HP）もベース供給としての特性を持つ。地中熱利用HPは零エネルギービルなどの有力な手段となりつつある。再生可能エネルギー・ミックスを形成するためには、重要な選択肢である。

小水力発電も、流量が安定している時期には、24時間型の電源となる。このタイプはほぼ100%、下線流量をそのまま利用する流込み式発電となる。河川流量は季節的には変動するものであるから、その供給力変動分と負か変動の差分は、広域系階層からの受電により調整されることになろう。

地域自身でより安定な需給調整を可能にするためには、調整可能な電源として、バイオマス発電が上げられる。燃料供給量で発電出力は調整可能で、出力を下げる時には、バイオマス燃料は貯蔵しておけばよい。この点が、太陽光発電や風力発電の発電抑制と本質的に異なる点である。太陽光発電などを外部からの指示による発電抑制では、失われた発電機会は取り返せないからである。

最上位系には、現状では大型の水力発電所や揚水発電所が接続されている。

需要や発電の季節間の変動をカバーするには、電力貯蔵は非現実的となる。このような場合には、地域機に供給されているガス供給システムと結んだ熱電併給は事前の選択肢であろう。また、大規模産業負荷には

広域の大型 LNG 発電に頼ることも想定したミックス構成も考えなければならないかも知れない。

別の方法として飛躍しすぎに見えるかも知れないが、季節差の調整には、南北の緯度差を利用した広域連系が使える。例えば、夏には涼しい北海道の再生可能エネルギー発電電力は、南方の地域の冷房電力用として好ましいパートナーである。もちろん、冬期には、南北間の電力潮流は逆転し、北海道の暖房電力を供給することが可能である。このような考え方で、建設された、カナダと米国の太平洋岸の長距離直流送電線である、「パシフィック・インタータイ」当初想定したパターンは、この考え方であった。

もちろん、東西連系によれば、時間帯シフトが可能であるが、日本国内に限れば、たかだか1時間程度なので、昼休みギャップの平準化程度しか期待できないが、他国間とのスーパーグリッド構想を想定すれば、理論的には、もっと大きな時間差の調整が可能にはなる。

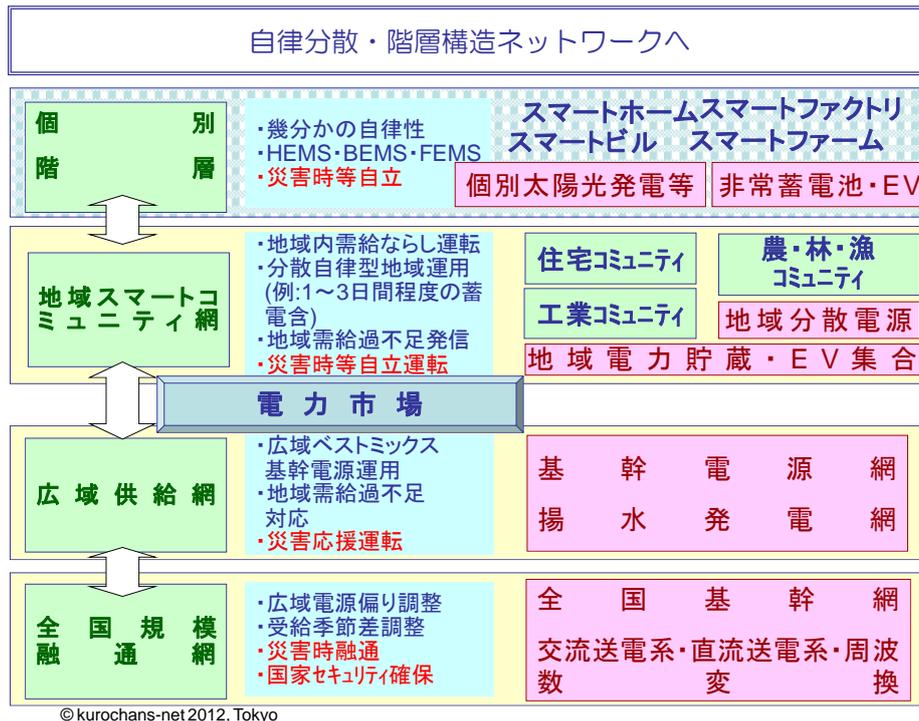


図2 階層構造化した電力系統概念
最上部が家庭やビルなどの個別階層；最下部が全国規模の融通網

図2は、階層構造を明確化した電力供給系統構造を表す。ここでは、まず最小限度の需給調整は個別階層である程度可能な範囲で実施する。需給バランスに応じて、準潮流や逆潮流が発生する。これらは、地域スマートコミュニティ網の機能を活かして、例えばデイリーな調整をおおむねカバーする。例えば、3日分程度の需給差を補償する蓄電容量を持つ。状況によっては、自律できないので、自由電力市場を通して、他のコミュニティ網や広域電力網との間で、必要な電力売買を行う。季節調整や系統安定化を広域供給網や全国規模融通網が分担するが、最終的なコスト分担はやはり、自由電力市場を通じた長期契約になるであろう。

4. RE-Mix-C-Net 運用のための周辺機能

(1) 電気自動車による家庭の夕方ピーク解消：ここで忘れてならないのは電気自動車の蓄電池の利用である。将来電気自動車の普及が進めばその総容量はかなり大きなものとなる、営業用の車を除けば、朝夕の通勤時以外には、大部分が駐車場に駐車しているものが大半である。例えば、工場の駐車場で、昼の太陽光発電ピークに満充電となった電気自動車は帰宅後の家庭夕方ピークに放電 (V2H) すれば、有効消費される。(1)

(2) また、あちこちに点在する電気自動車は、災害時には非常電源としての運用も可能になる。特に自治体の所有する電気自動車は、避難所での運用などを想定し、エコスクールなどに設置された太陽光発電

(もちろん自立運転可能仕様)との協調運用を想定した仕様とすべきであろう。ガソリンがなくても動く電源車として見れば、その利用範囲は大きい。(2),(3)

(3) **中古蓄電池の定置用への転用**：電気自動車用の蓄電池は、ある程度の加速馬力を得るためには、瞬時に大電流の放電が必須条件である。蓄電池の経時劣化により加速性能は失われてくるが、HEMSやBEMSなどの定置使用の充放電速度は遙かに低速であるので、有効利用が可能である(4)。

(4) **アグリゲーター**：諸所のHEMSやBWMSに多数分散設置された定置蓄電池や、前記の駐車中電気自動車蓄電池をアグリゲーターに登録し、変動価格制の下で、各々のSOCに応じて、余剰電力を安く買電したり、不足電力応援のために高めに売電するビジネス形態。前提は、系統の託送機能と自由電力市場の確立、セキュリティの高い自律分散制御情報通信システムによる注文・決済の即時機能などが前提。

(5) **気象予測準拠の高度需給予測システム**：太陽光発電や風力発電尿に気象条件で発電量が左右される再生可能エネルギー発電では、コミュニティ系統の需給計画作成や、自由電力市場での電力売買のために、翌日の30分程度ごとの発電電力量の予測ニーズが大きい。現在では、気象庁のスパコンによる数値予報システムの配信情報から予測するための技術開発が進められている(4)。

5. RE-Mix-C-Net 実現のための技術開発

5.1 RE-Mix-C-Net 実現のための基本技術開発（短期的課題）

(1) 階層構造化エネルギー・マネージメント・システム（EMS）：

- ・スマート・ハウスHEMS；PHV/EV（V2G）；スマート・ビルBEMS→スマート・ファームFEMS；スマート・コミュニティCEMS；全国融通へ順次拡大
- ・スマート化EMSのために蓄電機能は必須：HEMS用蓄電池，スマート・ビルのBEMS用蓄電池については，数時間～12時間程度を想定：この領域では，Liイオン電池改良や新型蓄電池開発に期待；市場も大
- ・前項目的では，大量普及時のEVの蓄電池運用を有機的にリンクすることも可能（アグリゲーター機能が登場）
- ・月間のCEMS調整はある範囲で可能（数日程度の蓄電容量想定）
- ・わが国における再生可能エネ（太陽光発電・風力）発電量の季節変動と南北間需要季節差の平準化も期待できるので再生可能エネルギー・ベスト・ミックスによる地域間融通を基本に最適構成；再エネ割合の増加とともに，例えば，平均月発電量の1～2ヶ月分ほどの大容量バッファの必要性は高まる

(2) 統合型高機能電力伝送要素技術：次世代パワエレ送電技術（第I期）：

- ・国内電力網再構築のための全国規模高機能融通網基本技術：非同期広域次世代パワエレ送電基本技術開発
- ・次世代大容量PWMパワーデバイス（SiC，GaN，etc.）：高速光ゲートパワーデバイス基本開発；次世代双方向大容量パワコン開発：高機能電力系統・大容量電力貯蔵EMSの調整要素技術
- ・全国規模再生エネ融通網構築用高温超伝導直流送電ケーブル実用化技術開発
- ・短・中長期的には，全国大規模の表・裏2ルート各1000万kW程度の次世代高電圧直流送電系統構築可能な基本技術開発を目指す。

(3) 統合型高機能電力伝送要素技術：次世代蓄電技術：

- ・蓄電デバイスシステム新技術開発（稀少資源に頼らない新材料の組合せ技術開発：シリコンイオン電池，ナトリウムイオン電池，）
- ・コスト低減のための量産製造技術開発
- ・残存寿命判定技術・安全システム技術開発

(4) スマートネットワーク構築：運用・予測技術：

- ・再生エネ融通網で系統運用技術の高度化必要：高機能スマートメーター；階層構造情報伝達システム；高機能パワエレ系統
- ・気象・自然条件モニタリングと太陽光発電・風力発電の発電量予測技術（ピンポイント→広域；翌日分 30 分ごと→長期予測）；各レベルEMS 運用必要情報；中央給電指令・アグリゲーター機能運用の必須情報

5.2 RE-Mix-C-Net 実現のための拡張技術開発（中長期課題）

(1) 階層構造化エネルギー・マネージメント・システム（EMS）：

- ・階層構造スマート系統の最上位である全国融通へEMS 順次拡大・各階層間調整機能
- ・スマート化 EMS のために蓄電機能は必須：南北での再生可能エネ発電量と需要には季節差；再生エネ・ベスト・ミックスによる地域間融通・相互協調を基本とするが、再エネ普及増加とともに、例えば、平均月発電量の1～2ヶ月分ほどの大容量バッファの必要性は高まる

(2) 全国規模・海外リンク再生エネ融通網構築期：次世代パワエレ送電技術（第Ⅱ期）：

- ・国内電力網再構築のための全国規模スマートグリッド化の基本技術として必要な非同期広域次世代直流送電を基本とするパワエレ系統技術開発
- ・次世代双方向大容量パワコン大容量化：高機能系統・大容量電力貯蔵の電力調整構成要素
- ・次世代超長距離超伝導直流送電技術；全国規模再生可能エネルギー融通網構築用高温超伝導直流送電ケーブル実用化技術開発

(3) 東アジア地域間連系スマートネットワーク構築：超広域需給調整技術：

- ・東アジア気象・自然条件のモニタリングと広域再生エネ発電・負荷変動予測技術
- ・域内需給調整システムの構築（EUがよき前例）；域内自由電力市場；国際アグリゲーター展開
- ・国家エネルギー・セキュリティ担保：電力・エネルギー備蓄

6. むすび

今年度のわが国の太陽光発電産業は、ご承知のように大きな展開を遂げた。7月1日施行の固定価格買取制度の大きなインパクトである。国内市場は予想していたよりも大きな拡がりを見せた。今までの「家庭部門」と、新たに展開が始まったいわゆる「メガソーラー」に加えて、10kW～1MW未滿の「中間領域」の急速な出現である。これは、建設コストで予想以上にメリットがある、工場の屋根などへの建設が相次いだと考えられる。

また、複数の物件を対象にした、いわゆる「屋根貸し発電」も登場した。多くの自治体では自らの所有施設の屋根・屋上を貸出したり、有休土地を入札するなど、太陽光発電導入に積極姿勢を示している。産業団地のみならず、農業利用などでもニーズが高まっていくに違いない。施設農業でのエネルギー自立や農業用水の確保や処理など、ここでもシステム統合化の大きな可能性が予見できる。固定価格買取制度に支えられた投資に対しては、発電電力量保証の要求が高まり、補償額の客観的な算定や保険額の決定に対して、技術的に明快な評価方式も強く求められている。わが国においても、非住宅分野のポテンシャルも非常に高く、こういった地域でのエネルギー自律計画へ向けた、より大規模な展開も将来課題となるであろう。

防災意識や省エネルギー意識の向上から、住宅、産業施設や公共施設などで、蓄電機能を合わせて施設する試みも増えている。いわゆるエネルギー・マネージメント・システム EMS として、太陽光発電（太陽電池+パワコン）と蓄電機能の組み合わせ運用システムの各種の工夫が見られるようになりつつある。このような新しい商品価値の創造の試みは、スマート・ホーム SHS やスマート・コミュニティへの展開を目指した動きにつながることを期待したい。このような可能性を活かしていくためには、配電分野においても規制緩和が望まれる。

これからの地域最適化の動きは、そのコミュニティ自身が自律的に、そのプロパティに応じた再生可能エネルギーを選択・ミックスしていくに違いない。その姿を想像しながら、本考察をまとめてみた。地球人類にとって、有限サイズの地球社会を維持していくために、太陽エネルギーの永続したフローのエネルギーに基づく選択肢しか存在しない。有限の資源を消費していく限り、明るい未来はあり得ない。

われわれの唯一解として、いうまでもなく、太陽光発電システムと、そのパートナーである再生可能エネルギー仲間達と、相互補完サイクルを確立してゆかなければならない。再生可能エネルギー・ミックス型コミュニティ・ネットワーク (RE-Mix-C-Net) とは、そういう社会を実現するための有用な手段であると信ずる。多くの若者達の活躍を期待したい。子の時代、孫の時代まで続く、人類のための大きな命題である。

参考文献

- (1) 三菱商事, 三菱自自動車, 三菱電機: 電気自動車を用いたスマートグリッド実証実験を開始, リリース 2012.4.12. <http://www.mitsubishicorp.com/jp/ja/pr/archive/2012/html/0000014507.html>
- (2) EV や急速充電器を地域のエネルギー・マネジメントに活用, <http://jscp.nepc.or.jp/article/jscp/20121114/330552/index3.shtml>
- (3) JXE, NEC: 横浜市で次世代サービスステーションにおける蓄電・充電統合システムの実証事業を開始, 2011.9.27. <http://www.nec.co.jp/press/ja/1109/2703.html>
- (4) 電気学会: 再生可能エネルギーの発電予測とシステム技術, 電気学会エネルギー・環境/メタボリズム社会・環境システム合同研究会, 2012.11.21. <https://workshop.iee.or.jp/sbtk/cgi-bin/sbtk-showprogram.cgi?workshopid=SBW00001C65>

<ホットニュース>

PID : Potential Induced Degradation (電圧誘起性能劣化)

産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター長 近藤 道雄

紹介： 2004年に産総研に新設された太陽光発電研究センター長就任。近藤氏は、本来は、薄膜太陽電池分野の研究者であるが、以来、大きく幅を広げつつある。東工大の連携教授にも併任。

高信頼性太陽電池モジュールを求めて、現在国内でアクティブに活動を進めている関連4事業がある。「高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアムにおける信頼性研究(産総研)」、「次世代太陽光発電システムに向けた基盤技術開発戦略調査研究(NEDO/PVTEC)」、「市販モジュールに対するPID試験(アジア基準認証推進事業)」、「太陽電池モジュール信頼性国際基準認証フォーラム(NREL, 産総研, EU-JRC-Ispra)」である。氏は、これら相互間の連携や海外とのコンタクト役を務めている。これからの太陽光発電標準化は世界の太陽電池ビジネスの競争の狭間にあって、その舵取りは非常に難しい。ここで取り上げていただいた「PID(電圧誘起性能劣化)」もホットかつシビアなトピックである。システム側から太陽電池モジュールにもたらされる電氣的ストレスがトリガーとなる現象である。システム・サイドとの連携も大変重要であり、諸兄には、この機会にネットワークを構築していただきたい。

注：氏は日本電機工業会「太陽光発電システム標準化総合委員会」の副委員長も務める。黒川は同委員長を拝命。同委員会はJIS規格化、IEC規格化に当たって、国内の関連専門家を広く集め、主として技術的な議論を行っている。

黒川 浩助

1. まえがき

標準化という言葉が最近よく使われるようになってきたが、時には誤用されることもある。場合によっては差別化を認めないこと、画一化することというニュアンスでとらえられることもある。日本工業調査会のホームページには「標準化とは自由に放置すれば、多様化、複雑化、無秩序化する事柄を少数化、単純化、秩序化すること」と定義されている。また、標準化の意義として互換性の確保、品種削減を通じての量産化、消費者の利益の確保、取引の単純化、新しい知識の創造や新技術の開発・普及の支援等が挙げられている。規格にはISO規格、IEC規格などの国際標準と国内標準であるJIS規格が存在する。多くの場合JIS規格は国際規格に準ずる形で踏襲されることが多い。

かつてはネジの規格がJISネジとISOネジがあって非常に煩わしかったが今はほとんどがISOに統一されその煩雑さは解消された。これなどは標準化がもたらした恩恵の典型例と言えよう。標準化は大きく分けて作り手のメリットと受けて(消費者、使用者)のメリットに分けられる。作り手のメリットは品種が単純化でき量産できるというメリットが一番であろう。受け手のメリットは互換性と品質の確保が一番であろう。しかし上記の標準化の意義の中で見逃せないのは新しい技術の創造や新技術の開発という部分である。標準化は些細な差別化を排除し、より本質的な差別化に向かわせるものという考え方であろう。これらは一見矛盾することを言っているようにも見える。なぜなら、標準化は悪く言うと差別化の逆で陳腐化させてしまう危険性もあるからである。コモデティ化によって量産化

と競争が進み、値段が安くなる例はたとえばパソコンのハードディスクやプリンタなどの周辺機器に見られる。消費者にとって値段は安くなり、市場も大きく拡大する。が、その一方、新興国で作られた安価な製品が流れ込み、高コスト高付加価値な商品は行き場を失ってしまう。つまり量は売れるけど儲からないという話になる。

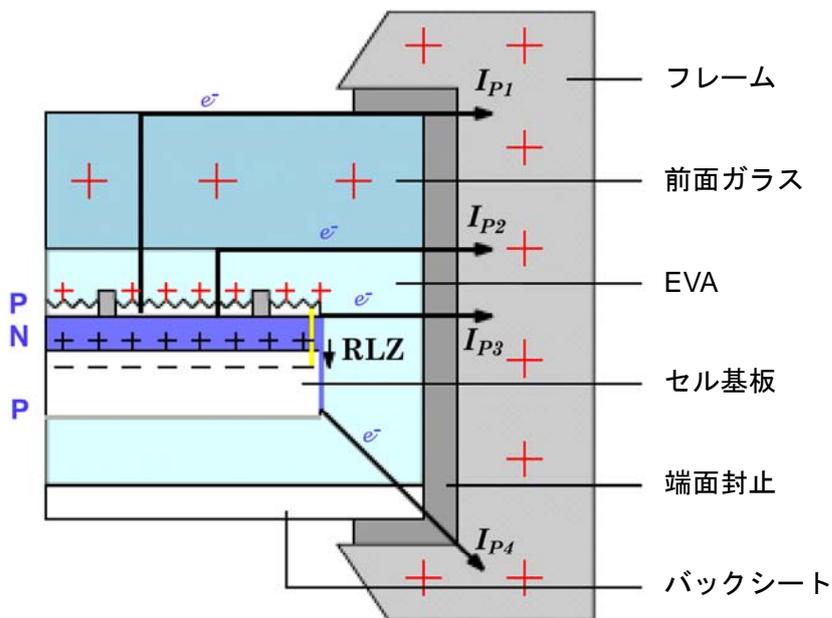
創造を促すという点では、標準化によって些細な差別化商品が駆逐され、全く新しい規格に準拠した製品を産み出す原動力になる。たとえば CD の規格が無かったら、微妙に異なる互換性のない CD もどきが山のように発売され、市場は混乱を招き、CD そのものが普及しないで終わりがねない。逆に CD の規格はその次の DVD、ブルーレイへと技術を進化させたともいえるのである。

このように、標準化は薬にも毒にもなる。つまり効果のほどは取り扱い方にかかっているということになる。太陽光発電の世界で標準化はどのように進められているであろうか。大変気に掛かるところである。

3. PID : 電圧誘起性能劣化のメカニズム

近年 PID (Potential Induced Degradation : 電圧誘起性能劣化) という言葉を一部のマスコミも含めてあちこちで目にするようになった。これは太陽電池パネル単体では起こらない現象である。太陽電池モジュールから発生する電圧は、結晶系で 20~50V、薄膜系で高々 200V である。システムを構成する場合には、これらを直列接続して用いる。日本と米国では最大 600V、欧州では最大 1000V として、交流に変換するパワーコンディショナ (パワコン) に接続する。この時、太陽電池の電位は大地に対して ±600~1000V の電位を有することになる。

多くの太陽電池が有する金属フレームは、安全のために接地されているので、太陽電池セルとフレームの間に、この電圧がかかることになる。



[ref.] McMahon, T; Jorgensen; G.: "Electrical currents and adhesion of edge-delete regions of EVA-to-glass module packaging", NREL research record, 2001

図 1 PID が生じる電流パスの説明例⁽¹⁾

一方、このセルとフレームの間のガラスや封止材は絶縁体であるが、理想的に抵抗無限大という訳ではない。対地電位に駆動されて微小な漏れ電流が流れる。太陽電池の絶縁抵抗は通常ギガオーム以上あり、1000Vの電圧がかかっても1 μ アンペア以下である。これが、ガラスの組成、封止材の組成、水分侵入量によって低下し、漏れ電流として流れる。この時、ガラスには数百ボルトの電圧がかかり、ソーダライムガラスに含まれるナトリウムイオンがマイナス側に引き寄せられることになる。もし、セル側に負電圧がかかっていると、正のナトリウムイオンはガラスからセル側に引き寄せられ、ガラス表面から析出したイオンが太陽電池セル表面まで到達する。これがp n接合に並列なリークを形成し、結果的に曲線因子 FF と開放電圧 Voc を低下させる。PIDはこの曲線因子と開放電圧に主として劣化が現れる点（特に初期~中期）で、他の劣化因子と区別できることが多い。

図1に示すように、フレーム・アースに対して、セルが負電位にあるとき、矢印の向きに電子(-)が移動するとして説明している⁽¹⁾。また、最近では、ソーダライムガラスのナトリウムイオン(+)の電流の方が大きく、これが主体であるという説明が有力になっている。この場合は、イオンの移動方向は矢印の逆に示される。

3. PID 評価の例（フラウンホーファー研究所）

13種類のシリコン結晶系の市販モジュールの比較試験データが、ドイツのフラウンホーファー研究所から2012年6月に公表された⁽²⁾。図2に示された条件で試験されたものであるが、結果の差は非常に大きく、その衝撃波が業界を駆け巡った。

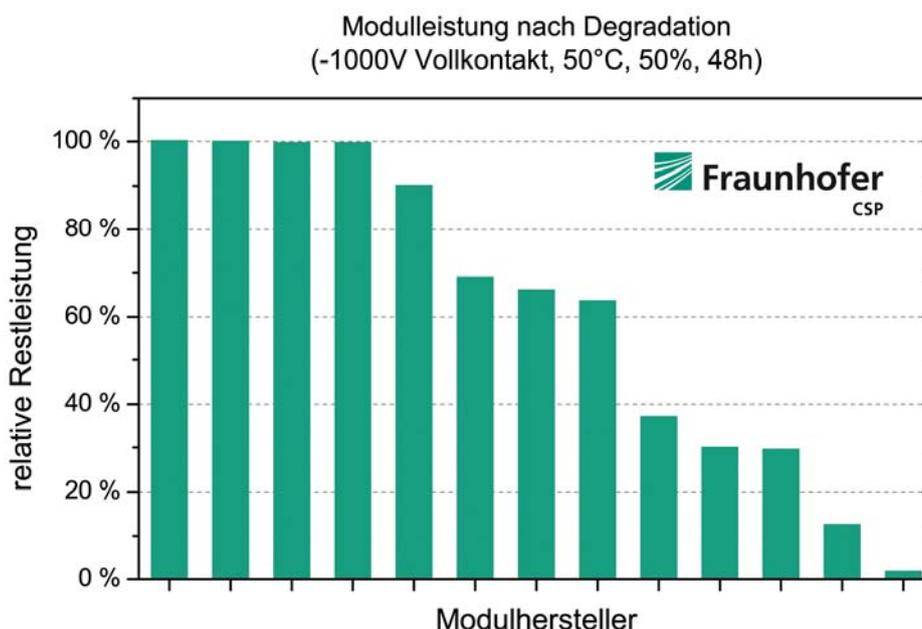


図2 フラウンホーファー研究所によるPID試験結果⁽²⁾

<http://www.en.csp.fraunhofer.de/aktuelles/details/id/51>

なお、試験対象のモジュールは、アルファベット順で、フラウンホーファー研究所のウェブサイトにはリストが掲載されているが、個別の結果は明らかにされていない。

4. PID 評価の例（電気安全環境研究所グループ）

日本でも最近、電気安全環境研究所を始めとするグループが市販されている国内外 15 社のパネルについて複数枚ずつ屋内 PID 試験を行った結果を太陽エネルギー学会論文誌に投稿した⁽³⁾。モジュール種別は A から O まで表 1 に示されている。なお、ヘテロ接合である HIT 型は単結晶シリコンとして分類されている。

この場合の試験条件は IEC62804 としてすでに提案されている試験条件、60°C、85%の環境下で、モジュール出力端子とフレーム間に、セル側を例えば-1000V として電圧を印加した。このまま、96 時間放置するという条件下で曝露後、モジュール出力をソーラシミュレータとする。なお、上記 IEC 提案では、モジュールに最大電圧や極性指定がある場合にはその条件で試験するとされている。

供試モジュールには国内外の単結晶シリコン、多結晶シリコン、薄膜が含まれている。試験結果は、図 3 に示されるように 1/3 のメーカーが不合格というショッキングなデータであった。先のフランホーファ研究所データでも、13 社中合格が 4 社で、2/3 が不合格というさらに衝撃的なものであった。

表 1 PID 試験を実施した各種市販モジュール⁽³⁾

モジュール記号	モジュール種類	モジュール記号	モジュール種類
A	mc-Si	I	mc-Si
B	mc-Si	J	mc-Si
C	mc-Si	K	mc-Si
D	Thin film	L	Thin film
E	mc-Si	M	mc-Si
F	sc-Si	N	mc-Si
G	mc-Si	O	mc-Si
H	sc-Si	—	—

(注) Thin film：薄膜 mc：多結晶 sc：単結晶

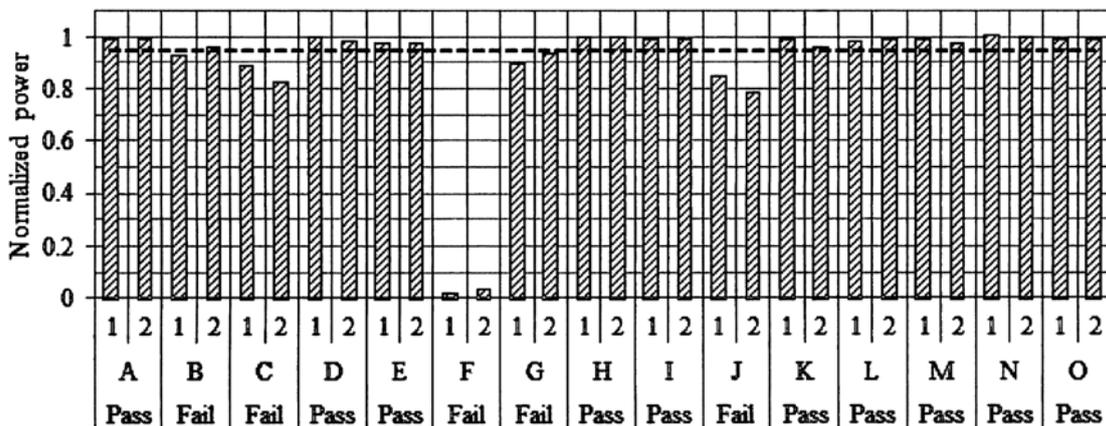


図 3 各種モジュールの PID 試験結果の一例⁽³⁾

(チャンバー法による評価)

PID 試験後の出力の相対値 (2 枚中 1 枚でも不合格な場合は不合格(Fail)としている。)

PID を実験室再現する試験方法は、現状のところ、①水平に保たれたモジュール前面ガラスの上に、水を薄く満たす「水張り法」と、②チャンバーを用いて、温度と湿度を制御

しながら電圧を印加，する二つの方法に大別されている。②の方はチャンバーが必要であるが，複数モジュールの同時試験が可能なことと，高電圧に対する作業安全性の点で多数派になっている。①と②の差については，上記の太陽エネルギー学会誌論文に比較データが掲載されている。

4. 検討課題

このような PID 不具合は実際の屋外実使用でのデータ公表は極めて稀有であるが，ヨーロッパでは-300V 程度の電圧印加で 6 か月以内に 80%も出力が低下としたという屋外データの報告もあるようである。

日本国内で公式に PID による劣化として報告されている例はまだない。ヨーロッパに比べてシステム電圧が低い点と高電圧のメガソーラーの数が今のところ少ないとも考えられる。しかし，通常のシステム点検ではなかなか発見されづらいことも考えられる。今後，屋外での PID 発見方法も考慮する必要がある。

PID に対する関心は急速に高まっており，企業の多くは PID 対策について自社評価や第三者評価で試験した結果を公表しつつある。また，システムインテグレータや金融機関の関心も高く PID 試験が要求される場合もあるようである。

太陽電池にはいくつものバリエーションがあり，システム接地など構成も異なるので過剰に PID に対し反応することも問題がある。たとえば，高電圧に起因する劣化現象は，かつて裏面電極型のモジュールで問題になったことがあったが，これは電荷蓄積によるものであり，今問題になっているナトリウムイオンに起因するものとは機構が本質的に異なる。また，薄膜でもナトリウムイオンの析出による腐食が問題になったこともあった。これはモジュールの接地極性を指定する，あるいはガラス表面のアルカリバリアを嚴重に施すことで解決された。

今問題になっている PID は結晶シリコン太陽電池で正極接地あるいはフローティング型インバーターを用いた場合に限られる。したがって，PID を起こしうるパネルを用いてもインバーター側やシステム側で回避する手段は残されている。しかしながら，モジュールそのものに PID 耐性があるかどうかという試験は行う必要があるだろう。ユーザーが知らないで，モジュールを PID が起こりやすい極性で，システムに組み込んでしまうとわずかな損害を被ることがありうる。

重要なことは，実際にフィールドで起こっている事象を客観的かつ正確に把握し，正しくユーザーに提供することと，それに対して供給側が適切に対応することである。同時に問題のある製品が無作為に市場に流通することを防止する必要がある。公的機関がデータを管理，取得することが望まれる。それを適切に公開することも必要である。上記のような論文による発表は一つの方法であると考ええる。

ユーザー保護の観点からは電圧耐性のないモジュールを市場で流通する前にスクリーニングすることが重要であり，そのための試験方法の標準化が求められる。各企業が行っている PID 耐性試験は概ね上記 IEC 提案に準拠したものが見られるが，このように早期に提案を出しておくことで，デファクト化が早く進み，混乱を抑制することができる。この提案は米国 NREL から出されたものであり，公的機関としての重要な役割であると考えられる。それでも試験方法がまだ統一されていないので，試験方法の国際標準化は市場の混乱を抑制するために必要と考える。

合理的な試験方法の設定は重要である。そのためには，さらなる PID 現象の技術論的な

把握・理解が大切である。現実離れた試験条件の過剰な厳格化は、市場と技術を硬直化させる。新技術の参入に対しても過剰障壁になってはならない。

このように太陽光発電という事業を考えるといわゆる太陽電池だけの問題ではなくシステム全体が関わる問題へと複雑化が起こっている。それをどう検出し、対処していくか、が技術の健全な発展に必要であり、そのやり方を統一するかどうかというのがこれからの標準化の果たすべき役割であろうと考える。

【参考文献】

- (1) T. McMahon, G. Jorgensen: Electrical currents and adhesion of edge-delete regions of EVA-to-glass module packaging, NREL research record, 2001.
- (2) <http://www.en.csp.fraunhofer.de/aktuelles/details/id/51>
- (3) 増田(JET), 加藤(同左), 内田(同左), 芝田(同左), 河合(佐賀県工業技術センター), 福元(同左), 玉井(同左), 土井(AIST), 増田(AIST), 近藤(AIST): 市販太陽電池モジュールによる Potential Induced Degradation 試験の系統比較, 太陽エネルギー, Vol.39, No.1, 2013, p.71-75.

気象学サイドから見た太陽光発電予測の将来の姿

山田 芳則（気象庁 気象研究所）

1. はじめに

日本では、2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴う電力供給の逼迫を契機として、再生可能エネルギーによる発電が注目されるようになってきています。今後も、再生可能エネルギーによる発電量は増加していくと予想されています。

再生可能エネルギーの中で気象学に関連するものには、太陽光発電と風力発電があります。いずれも将来の大気状態に依存するため、発電量に不確定性が伴うことを避けることはできません。前者については、将来には数十GWの発電量になると予測されています。このように、不確定性を伴う再生可能エネルギーが電力系統に大量に導入されるようになると、電力の需給バランスをとることが非常に重要で難しくなることが予想されます。適切な需給バランスのためには、日射量や風についての精度よい予測値が必要になります。

気象庁では、短期予報（明日、明後日まで）や週間予報、季節予報、台風の進路・強度予報の他に防災に関わる気象情報（注意報、警報など）を作成・発表しています。特に防災に関わる情報は、国民の生命や財産を守ることに大きく貢献しています。これら気象に関する予報や情報のほとんどは、現在では「数値予報モデル」と呼ばれるものに基礎をおいています。数値予報モデルの中では日射量の計算も含まれていますので、この予測値を利用した太陽光発電量予測に関する研究が平成22年度から始まっています。この研究は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（略記してNEDO）の公募課題「太陽光発電システム次世代高性能技術の開発」を構成する6つの課題中の「発電量推定と予測技術」において取り組まれています。この研究では、数値予報モデルによる翌日の日射量予測に基づいて、太陽光発電量を予測し、予測された発電量を電力の需給バランス計画に利用する、ということが行われています。気象庁の数値予報モデルによる予測結果を再生可能エネルギーの分野で利用することは、前述のNEDOの公募課題が最初になります。このような利用方法は、数値予報モデルの新しい利用分野の開拓でもあります。

今回の講演では、数値予報モデルの概念についての簡単な説明と気象庁で運用されている数値予報モデルの概略、および数値予報モデルによる気象予測の太陽光発電への貢献について説明し

たいと思います。

2. 数値予報モデルとは

数値予報モデルとは、将来の大気の状態を予測するために使われるもので、大気中で生じている様々な過程を物理法則に基づいて表現した数式の集合体のことです。これらの数式は、風や気温、降水量などの時間変化率を表しています。予測では、予測する領域を規則正しい網目状に区切って、網目の格子点における大気の状態を予測します。一般的に網目の間隔が狭いほど、空間的に小さな現象を再現できるようになります。予測のための計算は膨大であり、予測情報の利用に間に合うようにするため、スーパーコンピューターを用いてできるだけ短い時間内で計算が終了するようにしなければなりません。図1は、数値予報モデルで考慮されている様々な過程を模式的に示します。太陽光発電に関連した日射については、太陽からの放射が地球大気に入射後に、大気あるいは雲などによって散乱・吸収されて地表面に到達したり宇宙空間へ再び戻っていったりする過程が含まれています。この図に示されているようなそれぞれの過程をすべて計算しながら将来の大気の状態を予測し、それに基づいて予想天気図等が作成されることとなります。観測データは、予測を開始するときの最初の大気の状態を実際の大気に近づけるために使われたり、数値予報モデルで予測された大気の状態を検証したりするためなどに用いられます。

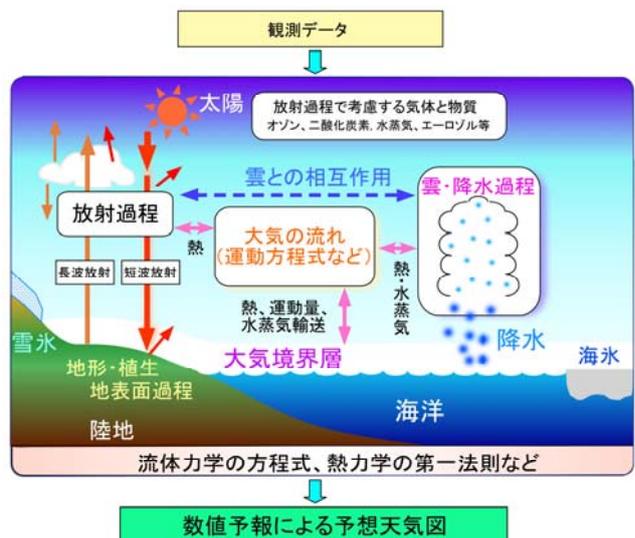


図1 数値予報モデルで扱われている大気中の様々な過程を模式的に示す図。

3. 気象庁で運用されている数値予報モデル

大気中には時間・空間スケールが大きく異なる非常に多くの現象が混在していますので、予測目的に応じて異なる数値予報モデルを用いています。気象庁が現業運用している基本的なモデルには3つあります(表1)：全球モデル、メソモデル、局地モデルです。全球モデルは基幹モデルであり、地球大気全体を予測し、短期予報や週間予報、季節予報等に利用されます。なお、後者の2つの予報では、水平解像度がより粗いモデルを用いています。メソモデルは防災気象情報を、局地モデルは主として航空予報のために運用されています。それぞれのモデルが予測対象とする大気現象を図2に示します。全球モデルは、寒波や高低気圧など、寿命が1週間程度の現象の予測に用いられ、台風の強度や進路予報にも使われます。メソモデルは時間規模が数時間で空間規模がおおよそ100 km程度の集中豪雨などの予測が目的で運用されています。局地モデルはメソモデルでは十分に再現しきれないような雷雨など空間スケールがより小さく時間スケールがより短い現象の予測を目的としています。なお、局地モデルでも水平解像度が積乱雲の空間スケールよりも粗いため、個々の積乱雲の予測は非常に困難です。

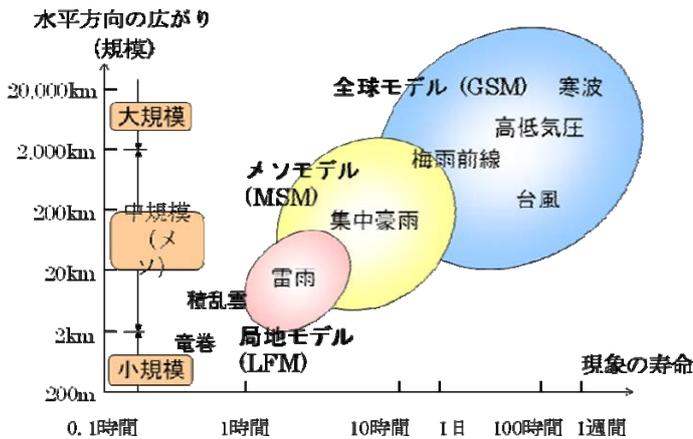


図2 数値予報モデルが対象とする現象の空間・時間スケール(気象庁の数値予報モデルの場合)。室井(2012)^[2]の図1.4.1を編集して示す。

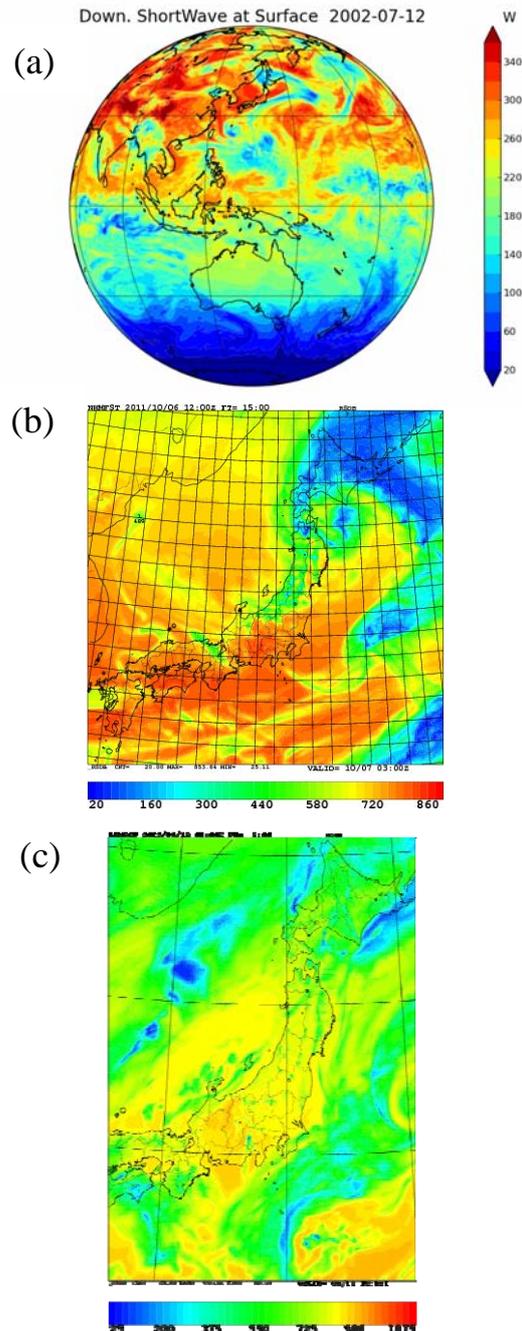


図3 異なる数値予報モデルによる地表面日射量の予測の例。(a) GSMによるもの。2012年7月12日の平均値。(b) MSMによるもの。日本付近を拡大して示す。2011年10月7日日本時間12時。(c) LFMによるもの。2012年9月13日日本時間12時。

表1 気象庁で運用されている基本的な数値予報モデル(2013年3月現在)。

	全球モデル (GSM)	メソモデル (MSM)	局地モデル (LFM)
水平解像度	約 20 km	5 km	2 km
鉛直層数	60	50	50
予報時間	84 時間 (00, 06, 18 UTC 初期値)	15 時間 (00, 06, 12, 18 UTC 初期値)	9 時間 (00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 UTC 初期値)
	216 時間 (12 UTC 初期値)	33 時間 (03, 09, 15, 21 UTC 初期値)	

全球モデルやメソモデル、局地モデルのいずれにも日射量の予測は含まれています。図 3 には、GSM と MSM, LFM による予測日射量の一例を示します。日射量の予測精度向上は、地表面や大気加熱を通して日中の大気成層状態に影響を及ぼし、したがって気温や風、降水などの予測精度に波及します。しかし、日射量の予測データそのものを直接に利用することは、これまでほとんど行われてきませんでした。

4. 数値予報モデルによる日射量予測値の誤差や特性の把握

数値予報モデルによる予測日射量を太陽光発電に利用するためには、予測された値の誤差やその特徴を把握することが重要になります。この点は、数値予報モデル内での太陽放射に関わる過程のモデルの改良や開発にとっても非常に重要なことです。関東地方について、MSM による予測日射量の誤差やその特性については、Ohtake et al. (2012)^[5] に詳しい解析結果が示されています。彼らの結果では、観測値と予測値とが 1 対 1 の直線上にあることが多いのですが、図 4 のように、この直線上から離れたデータが少なからずあることや月ごとでデータの精度に差があることがわかります。特に夏季には、誤差が大きくなる傾向が示されています。日射量の誤差の RMSE の値は、夏に大きく冬に小さくなる傾向があります。

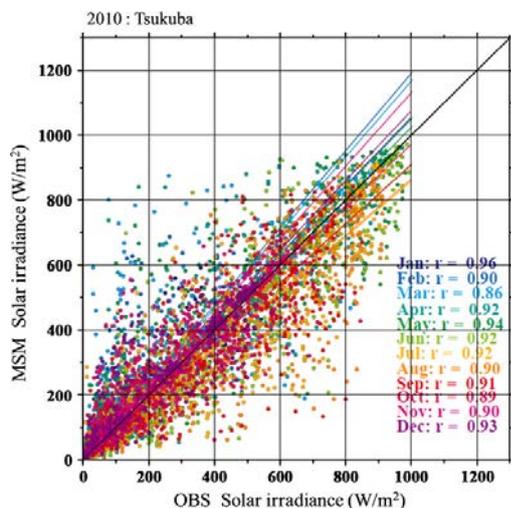


図 4 MSM による地表面での全天日射量（1 時間平均値）の予測値（縦軸）と観測値（横軸）との散布図と回帰直線。月ごとに異なる色で示す。Ohtake et al. (2012)^[5] の Fig. 6 を引用。

Ohtake et al. ^[5] の結果によれば、MSM による日射量予測値は夏季（冬季）には過小（過大）傾向であることも明らかになりました。日射量の誤差は太陽光発電の予測量に影響しますので、現在は、NEDO の公募課題の研究の中で、このような誤差の原因の解明と対策についても取り組んでいます。

日射量の予測誤差の程度は、天気にも依存します。快晴時や降水をもたらすような厚い雲が出現する時には、MSM の予測日射量の精度はかなり高いことが明らかにされています（図 5）。この図は、高層気象台で観測された全点日射量と直達日射量、散乱日射量について、モデルと観測値とを比較した結果です。全天日射量と直達・散乱日射量とも、MSM による予測値の精度が非常に高いことを示しています。その一方で、予測誤差が比較的大きくなるのは、降水をもたらさないような比較的薄い雲がほぼ全天を覆っているような状態の時であることがわかってきました。このような時の代表的な雲の種類は、上層雲や中層雲では層状性の雲、下層雲では層積雲と積雲です。このような解析を元にして、MSM による日射量予測値の向上を目指した取り組みが行われています。このほか、ある程度広い領域で平均した予測日射量の誤差は、一つの観測点における予測誤差よりも小さくなる傾向があることも示されています。このような広い領域での予測日射量の誤差についても研究が進められています。

NEDO の研究課題の他に、CREST の課題（課題名：太陽光発電の予測不確実性を許容する超大規模電力最適配分制御、研究代表：井村教授（東工大）、研究期間：平成 24 年 10 月から平成 27 年 3 月まで）では LFM による予測日射量が主に利用されます。NEDO や CREST の研究課題のよ

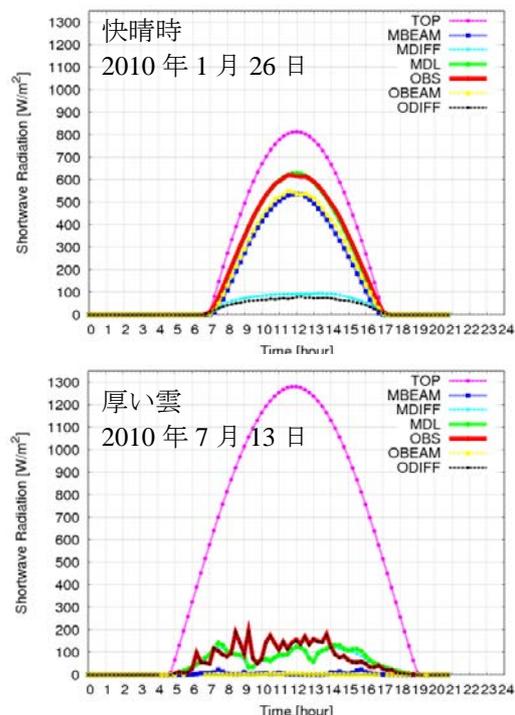


図 5 MSM による地表面での日射量（1 時間平均値）の予測値と観測値との時間変化の比較。赤線：全天日射量の観測値、緑線：MSM による全天日射量の予測値、黄色線：直達日射量の観測値、青線：MSM による直達日射量、黒線：散乱日射の観測値、水色線：MSM による散乱日射。ピンク線：大気上端での日射量。下瀬健一博士（産総研）による図。

うに、気象庁の数値予報モデルで予測された日射量は、太陽光発電の分野で利用され始めています。

5. 数値予報モデルによる日射量予測値の利用

一般に、どのような数値予報モデルを用いても、予測された気象要素（気温、風、日射量など）には必ず予報誤差が含まれています。このため、気象分野では、数値予報モデルによる予測結果を直接に用いるのではなく、統計的な処理を行って、モデルに含まれる誤差をできるだけ取り除くようにしてから利用しています。このような処理によって作成された予測をガイダンスとよんでいます。気温や風、降水量などのほとんどの予報はガイダンスに基づいているのです。ガイダンスの作成には、数値予報による将来の予測だけでなく、観測データや過去の予測値を用いて作成します（図6）

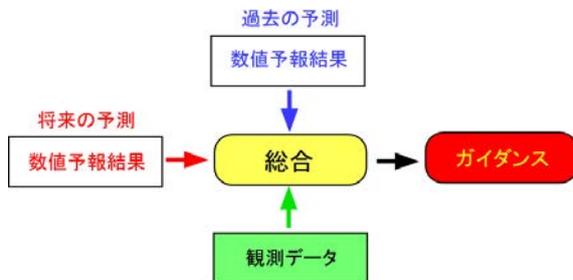


図6 ガイダンス作成の概念図。松下 (2012)^[1]による図 5.2.1 を編集したものの。

数値予報モデルによる日射量予測値についても、ガイダンスと同様な処理を行うことによって精度が向上することが示されています。NEDOの研究課題では、メソモデル (MSM) による予測日射量に工学的な処理によって統計的な誤差をできるだけ取り除き、予測誤差を小さくするような処理についての研究が、研究産業技術総合研究所において実施されています。この過程では、どのような手法で、またどのようなデータを用いるのが重要になります。図7は、ガイダンスによる処理結果の一例です。MSMによる日射量予測値

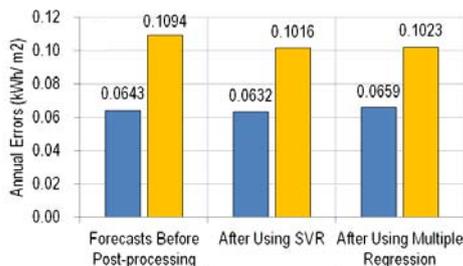


図7 つくばにおける2009年と2010年の日射量予測値の検証結果に基づく年平均の絶対誤差（青色）とRMSE（黄色）。左から、MSMの予測値、サポートベクターマシンによるガイダンス、多変量解析によるガイダンス。FONCECA et al. (2012)^[3]の Fig. 3から引用。

をガイダンス処理することで精度が向上していることと、サポートベクターマシンの方が重回帰式に比べて優れていることがわかります。

6. 将来の太陽光発電予測への展望

気象庁では、予測精度の向上や防災に資するよりよい気象情報作成のため、最新の科学的知見や技術を導入しつつ数値予報モデルの改良や開発に今後も継続して取り組んでいきます。このような取り組みは、新しい予報技術の発展ももたらします。たとえば、現在の週間予報のための数値予報モデルにおいてすでに取り入れられているような予測の幅などの情報を明日・明後日程度の予報で提供できる可能性があります。太陽光発電や風力発電では、日射量や風の予測精度向上はもちろんのこと、予測値の幅に関する情報への強い要望もありますので、将来はこのような要望に応えていくことが可能となるでしょう。したがって、太陽光発電や風力発電への分野において、気象庁の数値予報モデルによる予測値が今後も貢献できると考えます。

大切なことは、予測値を提供する側（気象学）と予測値を太陽光発電・風力発電で利用する側（工学）とが同じテーブルについて、密接に連携していくことであると思います。提供する側は情報の使われ方や必要性を理解することが、利用する側は提供される情報の意味や限界を把握することが重要です。このような連携は前述のNEDOの研究課題で成果を着実に上げつつあり、CREST課題でも気象と工学との連携が重要な位置を占めています。太陽光発電や風力発電の分野での将来の発展には、気象学と工学との連携が大きく貢献していくに違いありません。

7. 参考文献

- [1] 松下泰広, 2012: 第5章アプリケーション. 平成24年度数値予報研修テキスト、気象庁予報部、42-53.
- [2] 室井ちあし, 2012: 第1章概要. 平成24年度数値予報研修テキスト、気象庁予報部、1-7.
- [3] Fonseca, Jr., G. G. S., T. Oozeki, H. Ohtake, K. Shimose, T. Kakashima, and K. Ogimoto, 2012: On the use of guidance methods to improve the accuracy of insolation forecasts for photovoltaic applications in Japan. EU-PVSEC 2012, 5AV.2.34. Frankfurt, Germany.
- [4] Joao Gari da Silva FONSECA Juniora*, Takashi OOZEKIa, Hideaki Ohtakea, Ken-ichi Shimosea, Takumi TAKASHIMAA, Kazuhiko OGIMOTOB
- [5] Ohtake, H., K. Shimose, J. G. S. Fonseca Jr., T. Takashima, T. Oozeki, and Y. Yamada, 2012: Accuracy of the solar irradiance forecasts of the Japan. Meteorological Agency mesoscale model for the Kanto region, Japan. *Solar Energy*, in press.

日米住宅用太陽光発電システム用単独運転検出装置の 組み合わせ評価結果

宮本 裕介（株式会社関電工）

1. はじめに

太陽光発電システム（Photovoltaic power systems：以下、PVシステム）は、近年、価格の低下や固定価格買取制度の導入などにより、世界的に導入・普及がすすんでいる自然エネルギーを利用した分散型電源である。2010年度時点の日本のPVシステム導入量は362万kWで世界第3位、米国は253万kWで世界第5位となっている。⁽¹⁾日本のPVシステムの導入目標値は2020年2800万kW、2030年5300万kWとされており、今後、住宅用、非住宅用問わず、ますます導入量が増加することが予想される。

2. 単独運転検出装置の概要

単独運転検出装置は、系統連系を行っている配電線において、地絡や短絡事故等による配電線停止が発生した場合に人身・機器の安全を確保するため、配電線停止状態を速やかに検出し、PVシステムを当該配電線から解列させ、配電線への逆充電を停止させる目的として具備されている。

単独運転検出装置には、「受動的方式」と「能動的方式」の2種類が存在する。受動的方式は高速性に優れているが、不感帯領域があり、一方、能動的方式は不感帯領域が無い点で優れているが、検出に時間がかかることや図1に示すとおり、同一系統に多数台連系されていると、それぞれが出力する電流により連系した機器間において相互に干渉することによる不動作の可能性がある。そのため、日本では、両方式を組み合わせることによって単独運転保護を行っている。

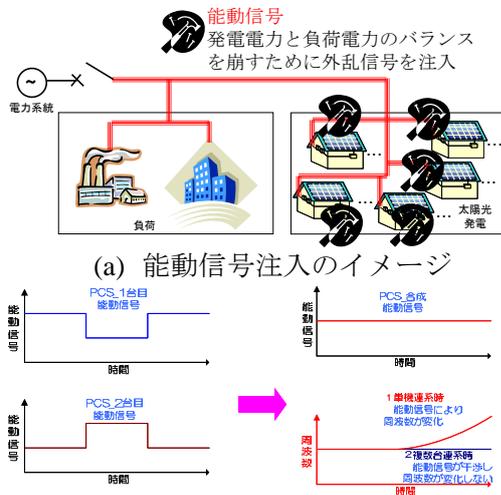


図1. 能動的方式の相互干渉発生イメージ

3. 単独運転検出装置に関するこれまでの成果

太陽光発電システムの同一配電系統への多数台連系に関する課題を解決するため、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）では、「集中連系型太陽光発電システム実証研究（FY2002-2007）」を実施し、当社が委託先として採択された。同事業においては、図2に示すとおり、群馬県太田市にて553軒の一般住宅に対して太陽光発電システムを導入し、以下の4テーマについて研究・開発が実施された。

- ・出力抑制回避技術の開発及び分析・評価
- ・高調波問題の分析・評価
- ・単独運転検出機能の分析・評価
- ・応用シミュレーション手法の開発



図2. 太陽光発電システム導入状況

この内、「単独運転検出機能の分析・評価」において、多数台連系用新型単独運転検出装置を開発し、太田市の実配電線に連系してフィールド試験が実施された。同事業で開発された新型単独運転検出装置は、一般財団法人日本電機工業会が検討した標準システムのベースとなったものである。

さらに、一般財団法人電気安全環境研究所（JET）及び当社が共同で受託したNEDO事業「単独運転検出装置の複数台連系試験技術開発研究（FY2008-2009）」では、開発した新型単独運転検出の仕様をベースにして、多数台連系を目的とした単独運転検出機能に関する試験方法が開発された。この事業においては、配電系統事故時の事故検出方法に関する試験方法だけでなく、太陽光発

電システムが広域に連系された場合に基幹系統における事故や大規模発電所の事故等による瞬時電圧低下及び周波数変動を想定した FRT (Fault Ride Through) に関する試験方法についても検討された。現在は、この事業で得られた知見を用いて、JET では 6kW 以下の住宅用太陽光発電システム多数台連系用のパワーコンディショナ（以下、PCS）の認証制度⁽²⁾を確立している。

4. 米国ニューメキシコ州における日米スマートグリッド実証

4.1 事業全体の概要

かねてより経済産業省と協力関係を築いていた米国ニューメキシコ州政府は、統合的なスマートグリッドの技術開発及び実証を推進するべく、グリーングリッドイニシアティブ（以下、GGI という）を立ち上げ、ニューメキシコ州内 5 つのサイトで実証研究を展開することを計画している。NEDO は、これまで培ってきた我が国の系統連系技術の世界的展開を睨み、ニューメキシコ州において GGI と連携し、日米共同のスマートグリッドに関する実証研究「米国ニューメキシコ州における日米スマートグリッド実証⁽³⁾（FY2009-FY2013）」を実施している。具体的には、（1）ロスアラモス郡におけるマイクログリッド実証、（2）ロスアラモス郡におけるスマートハウス実証、（3）アルバカーキ市における商業地域マイクログリッド実証、（4）全体総括研究、の 4 項目がある。当社は、（4）全体総括研究の内「単独運転検出装置など分散電源保安技術に関する検討（以下、本研究）」について受託した。なお、同項目には、JET も当社の再委託先として参画している。

4.2 事業全体の概要

米国では IEEE1547.1 (Test Procedures for Equipment Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems) にて、系統連系型 PCS の 1 台連系用試験方法が確立されている。しかし、電圧周波数を維持させるための負荷条件や試験を行う発電・負荷条件が異なる等、日米の試験条件は完全には一致していない。また、多数台を想定した単独運転検出装置及び試験方法は存在しない。そこで本研究では、日米両国の単独運転検出装置に関する性能や技術的課題等を整理するため、これまで日本国内で実施してきた住宅用太陽光発電システム用パワーコンディショナに内蔵される単独運転検出機能の仕様・評価方法等の知見を用いて、サンディア国立研究所（米国、以下 SNL）と共同で、日本製及び米国製の太陽光発電用パワーコンディショナの評価を開始した。本

研究において当社は、日本製、米国製それぞれ 1 機種選定し、日本での試験方法を用いてそれぞれの機種に対して性能評価を行った。表 1 に選定したパワーコンディショナの諸元を示す。

表 1. パワーコンディショナの諸元

	米国製	日本製
定格出力	4000 W @ 240 V 3536 W @ 208 V	4000 W
定格交流電圧	240 V AC 208 V AC	202 V AC
定格周波数	60Hz	50/60Hz
単独運転検出方式（能動）	無効電力制御	ステップ注入付 周波数フィード バック方式

4.3 評価結果

（1）試験条件

本研究で実施する単独運転検出に関する試験（以下、本試験）は、JET で太陽光発電システム用 PCS の多数台連系用として用いられている認証試験方法「多数台連系対応型太陽光発電システム用系統連系保護装置等の個別試験方法」を参照して、実施した。

①試験回路

試験回路は、図 3 に示すとおり、太陽電池を模擬する電源（図中、PV 模擬電源）、系統模擬電源、RLC で構成する模擬負荷、系統解列後の電圧・周波数を維持させる厳しい条件を構築するために用いる誘導電動機等で構成される。誘導電動機は、供試体として用いられる PCS と同じ台数を併設する。

②試験条件

本試験は、式（1）に示すとおり、受電点電力（Pr, Qr）を総発電電力（Pg）で規格化して発電・負荷バランス状態を算出し、図 4 に示す発電電力と負荷電力がバランスする近傍ポイント ΔP 、 $\Delta Q \leq \pm 10\%$ を 5% 刻みで合計 25 点の試験を実施する。なお、発電電力と負荷電力のバランス状態によっては、検出時間にばらつきが発生することが判明していることから、同一ポイントにてそれぞれ 15 回の試験を実施することとした。

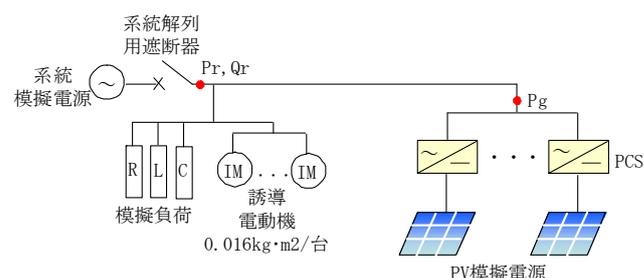


図 3. 単独運転検出装置試験回路

$$\Delta P = \frac{P_R}{P_G} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

$$\Delta Q = \frac{Q_R}{P_G} \times 100$$

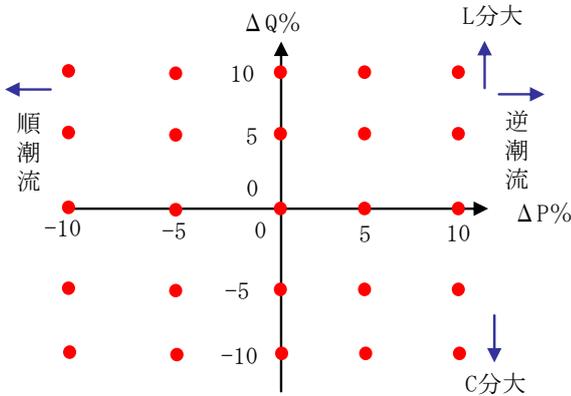
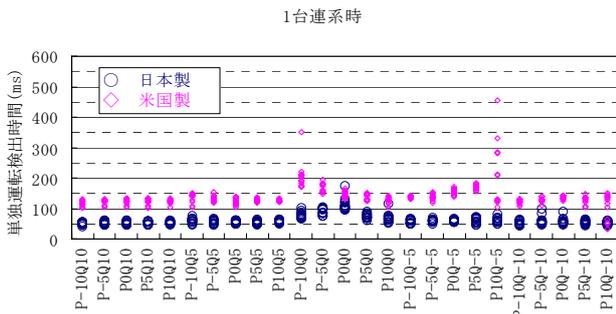


図4. 単独運転検出装置試験ポイント

(2) 単独運転検出装置試験結果

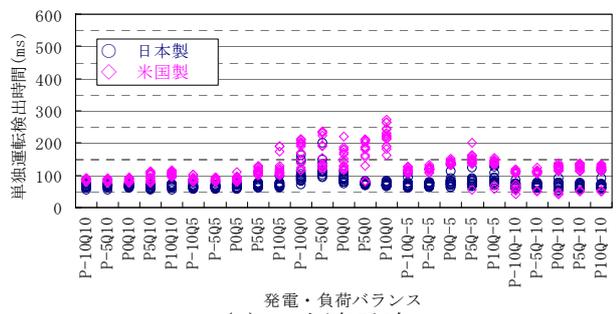
①単独運転検出時間

(1) で示した試験条件を元に、日本製 1 台、米国製 1 台、日米両機種をそれぞれ 1 台連系した場合の単独運転検出時間を算出した。図 5 に試験結果を示す。



(a) 1 台連系時

日本製1台・米国製1台（合計2台）連系時



(b) 2 台連系時

図5. パワーコンディショナ単独運転検出時間

日本製、米国製ともに、一部の発電・負荷バランスポイントにおいては、15 回の試験の内、単独運転検出時間が遅れるケースが発生するものの、その他のポイントにおいては、15 回の試験結果に大きいばらつきは生じないことが確認できた。米国製 PCS にて P-10Q0 や P10Q-5 で P0Q0 よりも単

独運転検出時間が遅いのは、米国製は能動的方式により、周期的に無効電力を変動させることで、発電・負荷バランスを崩す方式であるため、逆に本来遅延が生じないようなアンバランスポイントで単独運転検出時間が遅延するケースが生じることが原因であると推定される。一方、日本製 PCS では、常時は能動信号の注入は行わないため、P0Q0 で最も遅い単独運転検出時間が発生した。

次に、日本製・米国製 PCS の組み合わせ試験結果を分析した。その結果、日本製 PCS の単独運転検出時間はいずれのポイントにおいても、1 台連系時と大きい変化はなかったが、米国製 PCS については、遅延が生じるポイントが変わり、無効電力がバランスするポイントの単独運転検出時間が他のポイントより、遅くなることを確認できた。

なお、日本製の単独運転検出時間は 0.2s 以内、米国製は 2s 以内であることが求められているが、全ての試験において、この基準を逸脱することはなかった。

②能動信号

次に能動信号に関する評価を行うため、代表 1 回の試験データを用いて、日米両機種をそれぞれ 1 台連系した場合の時系列データの分析を行った。その結果、試験条件によって、単独運転中の電圧周波数が途中で反転するケースと単独運転中の電圧周波数が一方向に進むケースの 2 通りあることが確認された。図 6 に単独運転中の電圧周波数が途中で反転するケースの一例として P10Q0 の分析結果を、図 7 に単独運転中の電圧周波数が一方向に進むケースの一例として P10Q-5 の分析結果をそれぞれ示す。

i) 単独運転中の電圧周波数が途中で反転する例 (P10Q0)

a) 系統解列後 1 (0ms~80ms)

系統解列直後は、米国製 PCS の無効電力変動は、系統解列前と大きい変化はなかった。一方、日本製 PCS は進相側に無効電力を出力し、それに連動して周波数が上昇している。80ms 付近で日本製は単独運転検出により運転を停止した。

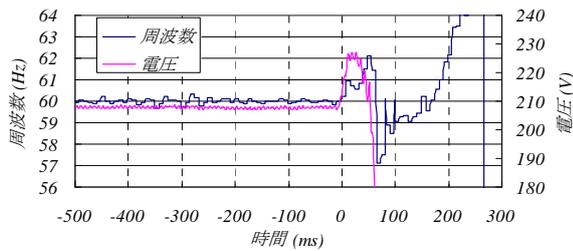
b) 系統解列後 2 (80ms~260ms)

日本製 PCS の運転停止により、100ms 時点で電圧・周波数が大幅に低下した。これにより米国製 PCS の出力が半分以下になり、遅相側に無効電力を出力した。この状態が 180ms 程度継続した後に運転を停止した。

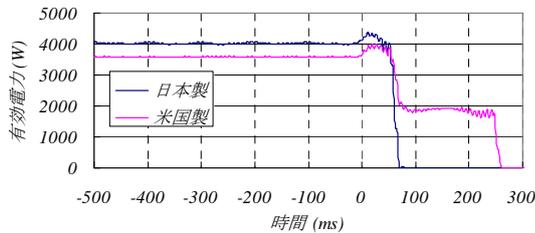
ii) 単独運転中の電圧周波数が途中で反転する例 (P10Q-5)

a) 系統解列後 (0ms~40ms)

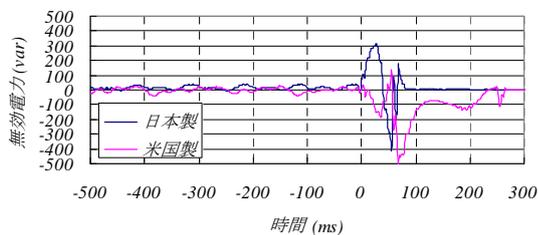
系統解列直後に、日本製 PCS が遅相側に無効電力を出力し、それに連動して周波数が低下した。



(a) 電圧周波数、電圧

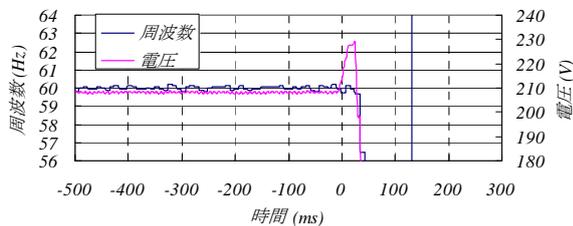


(b) PCS 有効電力

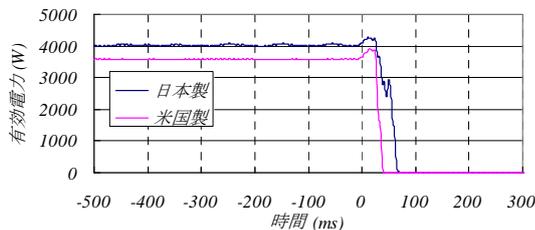


(b) PCS 無効電力

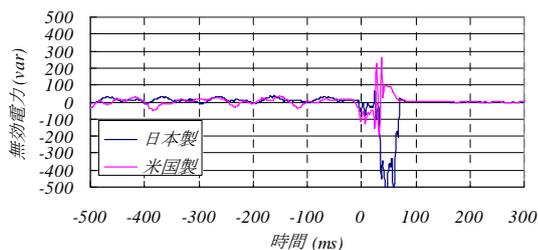
図 6. P10Q0 時系列データ



(a) 電圧周波数、電圧



(b) PCS 有効電力



(c) PCS 無効電力

図 7. P10Q-5 時系列データ

40ms 付近で米国製 PCS は単独運転検出により運転を停止した。

b) 系統解列後 2 (40ms~70ms)

米国製 PCS の運転停止及び日本製 PCS の無効電力出力により、周波数が低下し続け、日本製 PCS は単独運転検出により運転を停止した。

5. まとめ

本稿では、日米両国の住宅用太陽光発電システムに内蔵される単独運転検出機能が、同一配電系統に多数台連系された際への影響評価を行い、一部の試験結果についての紹介を行った。その結果、今回記載した 2 つの例では、2 台の PCS の能動信号は、干渉することはなかったものの、同期して注入されることはないことが確認された。また、米国製 PCS においては、単独運転中の無効電力注入方向が反転することにより、周波数変化方向が反転する現象が確認された。こういった現象を、SNL 研究者も含めて米国技術者に広く理解してもらい、多数台連系時の単独運転検出方法について、議論が深まることを期待している。

また、SNL とは、試験データやデータ分析方法について情報共有する方向で検討を重ねており、さらなるデータ分析を共同で実施する予定である。

最後に、米国との共同研究という貴重な機会を与えていただいた NEDO、慣れない米国との調整に対してご助言等をいただいた伊藤忠商事株式会社を始めとする委託先各位、共同で研究を実施している SNL、JET 及び当社の研究員を始めとする関係各位に感謝する。

参考文献

- (1) 我が国における再生可能エネルギーの現状
経済産業省 資源エネルギー庁 HP
- (2) 小型分散型発電システム用系統連系装置等の
JET 認証業務規程
- (3) 国際エネルギー消費効率化等技術・システム実
証事業 平成 23 年度実施方針
(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 HP

海外における太陽光発電システムの実証研究

白田 慶一郎（株式会社 NTT ファシリティーズ）

1. はじめに

太陽光発電は、発電インフラ確保と地球温暖化対策の観点から重要性が高まっており、世界各地でさらなる普及拡大が見込まれている。一方で、太陽光発電は出力が気象条件によって変動する不安定な電源であるため、その発電特性を十分に把握することが必要である。これを背景に、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は「米国ニューメキシコ州における日米スマートグリッド実証」（以下、NEDO ニューメキシコ実証）において、平成 22 年度～平成 25 年度にかけて 10 種類の太陽電池の特性評価を実施している。また、太陽光発電における二国間オフセットクレジットメカニズム（Bilateral Offset Credit Mechanism）の適用可能性検証と事業性評価を目的に、「平成 23 年度地球温暖化対策技術普及等推進事業『インド国における太陽光発電事業の案件発掘調査』」（以下、二国間 F/S 事業）を実施した。本稿では、NEDO ニューメキシコ実証における太陽光発電システムの概要および評価内容について報告するとともに、二国間 F/S 事業においてインドの発電実績データを取得するために株式会社 NTT ファシリティーズが独自の取り組みとして構築した実証設備を紹介する。

2. NEDO ニューメキシコ実証

2-1. プロジェクトの概要

本実証は、NEDO が米ニューメキシコ州政府および米連邦政府エネルギー省（DOE）傘下の国立研究所（ロスアラモスおよびサンディア）等と協力し、ロスアラモスサイトとアルバカーキサイトにて行うスマートグリッドの共同プロジェクトである（図 1）。

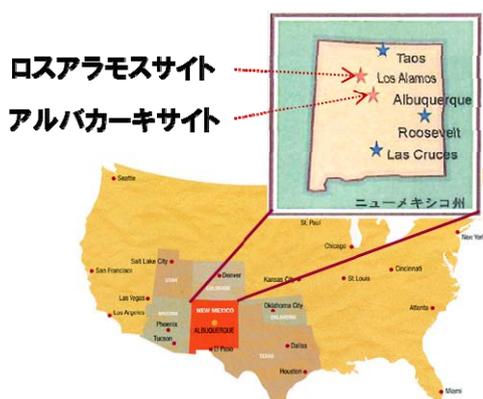


図 1. ロスアラモスサイトとアルバカーキサイト

- ロスアラモスサイトでは、
- 蓄電池とデマンドレスポンスを組み合わせた太陽光発電の導入比率が高い配電システムにおけるスマートグリッドの実証
 - デマンドレスポンスを行う都市の構成要素としてのスマートハウスの実証
- アルバカーキサイトでは、
- スマートグリッドの中でデマンドレスポンスを行う構成要素としてのスマートビルの実証
- を実施している。

株式会社 NTT ファシリティーズおよび国立大学法人東京工業大学は、「全体総括研究『PV 等分散原電評価』」に参画し、ロスアラモスサイトに設置された 10 種類の太陽電池から構成される太陽光発電システムの特性評価を担当している。

2-2. 太陽光発電システムの概要

ロスアラモスサイトの太陽光発電システムの外観を図 2 に、太陽電池の種類を表 1 に示す。10 種類の太陽電池は、同一型式のパワーコンディショナ（PCS）にそれぞれ接続され、相互比較が可能な各 10kW のシステム構成となっており、モジュール裏面温度、PCS の入出力電流・電圧・電力が計測されている。また、10kW システムとは別に、各種類の太陽電池はモジュール単位での I-V 計測が行われている。この他、全天日射量、気温、風向風速等の気象データの計測を実施している。



図 2. ロスアラモスサイトの太陽光発電システムの外観

表 1. ロスアラモスサイトの太陽電池の種類

種類	モジュール出力[W]	システム定格容量[kW]	備考	
A	単結晶 Si	240	10.80	
B	単結晶 Si	195	9.75	HIT 両面受光
C	単結晶 Si	240	10.08	バックコンタクト
D	多結晶 Si	235	10.58	
E	多結晶 Si	235	10.58	
F	アモルファス Si	60	9.60	単層
G	アモルファス Si	110	9.90	タンデム
H	CIGS	125	10.00	
I	CIS	85	10.20	
J	CdTe	77.5	10.23	

2-3. 研究内容

太陽光発電システムの特性評価の研究内容を図 3 に示す。ここで、株式会社 NTT ファシリテーターズおよび国立大学法人東京工業大学は、システム計測データ、屋内測定を含むモジュール計測データ、気象計測データを解析し、ロスアラモスサイトにおける各種太陽電池の発電特性評価を行う。また、これまでに得られた日本における太陽電池性能評価結果（NEDO 委託事業「大規模電力供給用太陽光発電系統安定化等実証研究」等）との比較を通じ、設置環境の違いによる発電特性および劣化度の違いを検証する。



図 3. 太陽光発電システムの特性評価の研究内容

2-4. 研究結果

各種太陽電池の初期特性を取得するため、測定機関にてプレコンディショニングおよび基準状態（STC）における屋内測定を実施した。測定対象はロスアラモスサイトでモジュール計測を行う 10 種類の太陽電池モジュールである。また、プレコンディショニングについては、太陽電池の種類別に、以下に示す光照射を実施している。

- 結晶系 Si : 5kWh/m² (屋外)
- アモルファス Si : 43kWh/m²×4cycle (屋内)
- CIS/CIGS : 4 時間定常光 (屋内)
- CdTe : メーカー指定方法 (屋内)

各種太陽電池の初期屋内測定結果を表 2 に示す。アモルファス Si は初期劣化による出力低下、CIS/CIGS および CdTe は光照射効果に伴う出力の増加が確認できる。今後、1 年間の運用後に再度屋内測定を行い、劣化評価を実施予定である。

表 2. 各種太陽電池の初期屋内測定結果

種類		Pmax [W]	Voc [V]	Isc [A]	
A	単結晶 Si	工場出荷値	244.8	37.3	8.9
		光照射前	244.2	37.5	8.7
		光照射後	242.6	37.5	8.6
B	単結晶 Si	工場出荷値	197.3	69.1	3.7
		光照射前	217.1	69.5	4.0
		光照射後	218.7	69.8	4.0
C	単結晶 Si	工場出荷値	249.0	49.0	6.5
		光照射前	249.3	49.1	6.4
		光照射後	248.2	48.9	6.4
D	多結晶 Si	工場出荷値	238.2	37.0	8.5
		光照射前	237.4	37.0	8.6
		光照射後	236.4	37.0	8.5
E	多結晶 Si	工場出荷値	235.3	37.1	8.4
		光照射前	236.2	37.2	8.4
		光照射後	236.1	37.2	8.4
F	アモルファス Si	工場出荷値	60.8	93.1	1.2
		光照射前	76.5	97.6	1.2
		光照射後	68.6	94.6	1.2
G	アモルファス Si	工場出荷値	110.6	71.9	2.4
		光照射前	131.8	72.6	2.5
		光照射後	119.4	72.2	2.4
H	CIGS	工場出荷値	130.6	93.8	2.1
		光照射前	88.7	92.3	2.1
		光照射後	125.5	90.0	2.1
I	CIS	工場出荷値	89.3	61.1	2.2
		光照射前	83.5	61.1	2.2
		光照射後	91.2	62.3	2.2
J	CdTe	工場出荷値	78.0		
		光照射前	79.6	63.1	1.9
		光照射後	84.0	63.1	1.9

3. 二国間 F/S 事業

3-1. プロジェクトの概要

インドでは、発電インフラ確保と地球温暖化対策の両面から、太陽光発電の重要性が高まっている。2009年11月には、「ジャワハルラールネルー・ナショナルソーラーミッション (Jawaharlal Nehru National Solar Mission)」が策定され、各地で大規模太陽光発電システムの導入が進み始めている。一方で、日本企業は、同国における発電性能やコスト、ファイナンス等の具体的な情報が満足に得られておらず、欧米や中国等の企業に比べて参入が遅れている状況にある。

したがって、本事業では、事業性評価に必要な情報の収集を目的として、同国における太陽光発電事業の設備・技術の特徴やコスト・資金調達スキーム等について事例調査や関連団体・企業へのヒアリングを行った。また、インド国内に実設置された太陽光発電システムより発電実績データを取得し、同国環境下での発電特性を評価した。このような調査・分析に基づき、数十メガワットクラスの太陽光発電プロジェクトを対象として、太陽光発電事業の二国間オフセットクレジットメカニズムの方法論を検証するとともに、同国の太陽光発電事業の事業性評価を通じて日本企業の戦略的な参入スキーム・事業モデルを検討した。

3-2. 実証設備の概要

インドにおける太陽光発電事業の事業性評価をより正確に行うため、太陽光発電実績データの取得と太陽光発電システム構築・運用の実態把握を目的に、株式会社 NTT ファシリティーズ独自の取り組みとして同国内に実証設備を構築した。実証設備の設置場所は、大規模な太陽光発電事業へ積極的な取り組みを展開しているグジャラート州とし、具体的にはインド工科大学ガンディナガル校 (Indian Institute of Technology Gandhinagar) の校舎屋上を選定した (図4)。



図4. インド工科大学ガンディナガル校

実証設備の仕様およびシステム構成を図5に示す。本設備は、ソーラーフロンティア株式会社の CIS 太陽電池から構成される太陽光発電システムである。また、データロガーが設置され、発電電力、日射量・気温の計測および収集が行われている。本設備の構築は平成23年12月中旬より開始し、同年12月末に完成した。

グジャラート州は非常に乾燥した気候であるため、大気中への砂塵の浮遊が非常に多い。一方で、降水は雨期(7~9月)にほぼ限定されるので、雨季を除いて太陽電池モジュール表面の汚れが自然に洗浄されることはなく、数日のうちに太陽電池モジュール表面に砂塵が堆積し、発電に影響を及ぼす。したがって、太陽電池への砂塵の堆積に応じた定期的な清掃が必須であり、本設備では、インド工科大学ガンディナガル校の協力により、毎日朝方に表面の清掃作業が行われている(図6)。なお、同州の大規模太陽光発電システムにおいては、タンク付きの放水車を用いた水洗による清掃が一般的である。

実証設備概要(インド工科大学ガンディナガル校)



■太陽電池仕様
型式:SF-150L(海外向け)
公称出力:150W
最大システム電圧:
DC1,000V



■PCS仕様
メーカー名:REFUso(ドイツ)
変換効率:98.0%
入力電圧:DC380-850V
(MPPT動作範囲)
出力電圧:AC400V(3φ)

(H23年12月末運転開始)

■システム仕様
設備容量:9.6kW(定格)
9.5kW(実容量)
直並列数:8直列8並列
傾斜角度:25°

図5. 実証設備の仕様およびシステム構成

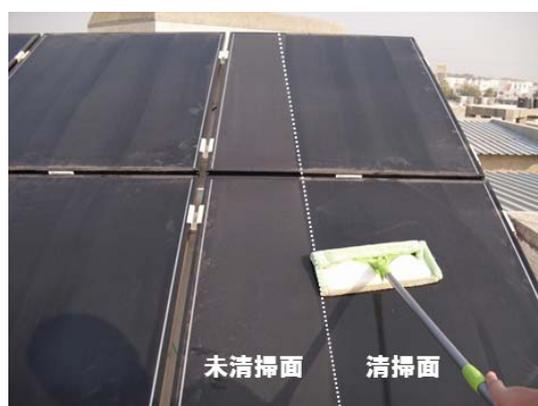


図6. 実証設備における太陽電池表面の清掃作業

3-3. 実証結果

実証設備における平成 24 年の月積算発電量と設備利用率を図 7 に示す。ここで、設備利用率とは、設備容量(W)に対する発電量(Wh)の割合であり、太陽光発電システムの稼働状況を評価する指標である。本評価においては、設備容量として太陽光発電システムの定格容量を基準に設備利用率を算出している。

図 7 より、実証設備の設備利用率は、7～9 月の雨季において低下するものの、雨季を除いては 20%を上回ることが確認できる。なお、平成 24 年の設備利用率は年間平均で 21.2%であった。日本全国平均での設備利用率は約 12%、NEDO 北杜サイトでは約 15%¹⁾であることから、実証設備が設置されたグジャラート州は太陽光発電にとって比較的好条件であると考えられる。

また、太陽光発電システム構築・運用を通じて、インドの太陽光発電事業における課題・リスクを抽出した。主な課題・リスクを以下に示す。

- 電力系統が不安定であり、停電や電圧変動等によって、太陽光発電の運用が頻繁に阻害される(図 8)。
- 気象環境により太陽電池モジュール表面への汚れの堆積が著しく、発電量低下や故障のリスクが高まる。
- 現場作業は専門技能を有さない日雇いの労働者が担っており、低品質・非効率な施工が横行している。
- 製造品質管理が不十分であり、現場調整(例えば、架台鋼材では現場での切断や溶接等)や再納品が必要になることがあるため、信頼性の低下やスケジュールの遅延につながる。
- 国家政策や州政府の推進制度によって、市場の急拡大が見込まれているものの、リバースオークション方式に伴う買取価格の急激な下落や自国製品の保護強化等、流動的な状況にある。

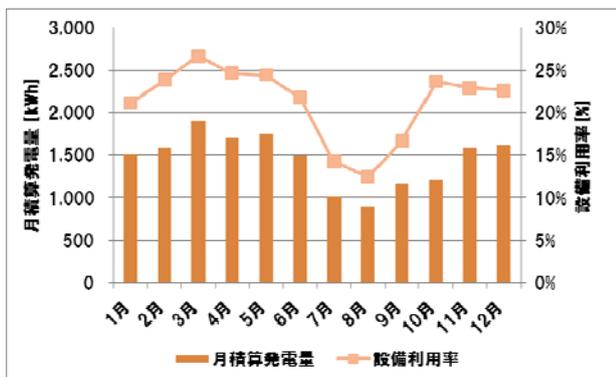


図 7. 実証設備の月積算発電量と設備利用率

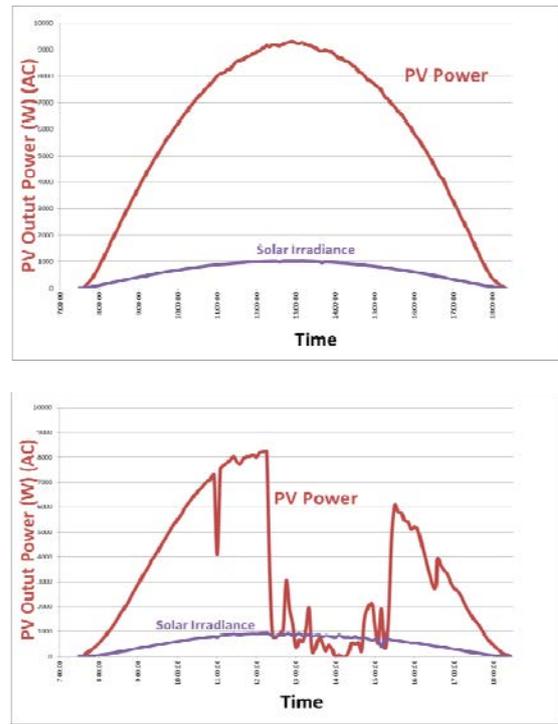


図 8. 電力系統の状況による発電の変化
(上：系統安定日、下：系統不安定日)

4. おわりに

本稿では、NEDO ニューメキシコ実証における太陽光発電システムの概要および研究内容について紹介するとともに、現在の評価結果として、プレコンディショニングおよび屋内測定結果を報告した。また、二国間 F/S 事業において、インドの発電実績データ取得を目的に、株式会社 NTT ファシリティーズが独自に構築した実証設備とその検証結果を紹介した。

本稿を作成するにあたり多大なる協力をいただいた NEDO をはじめ、実証研究の関係者各位に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 工藤満：「北杜サイトにおける太陽光発電システムの評価」、応用物理学会誌 「最近の展望」(2012)



太陽光発電自己診断支援システムの 利活用による地域ビジネスの可能性

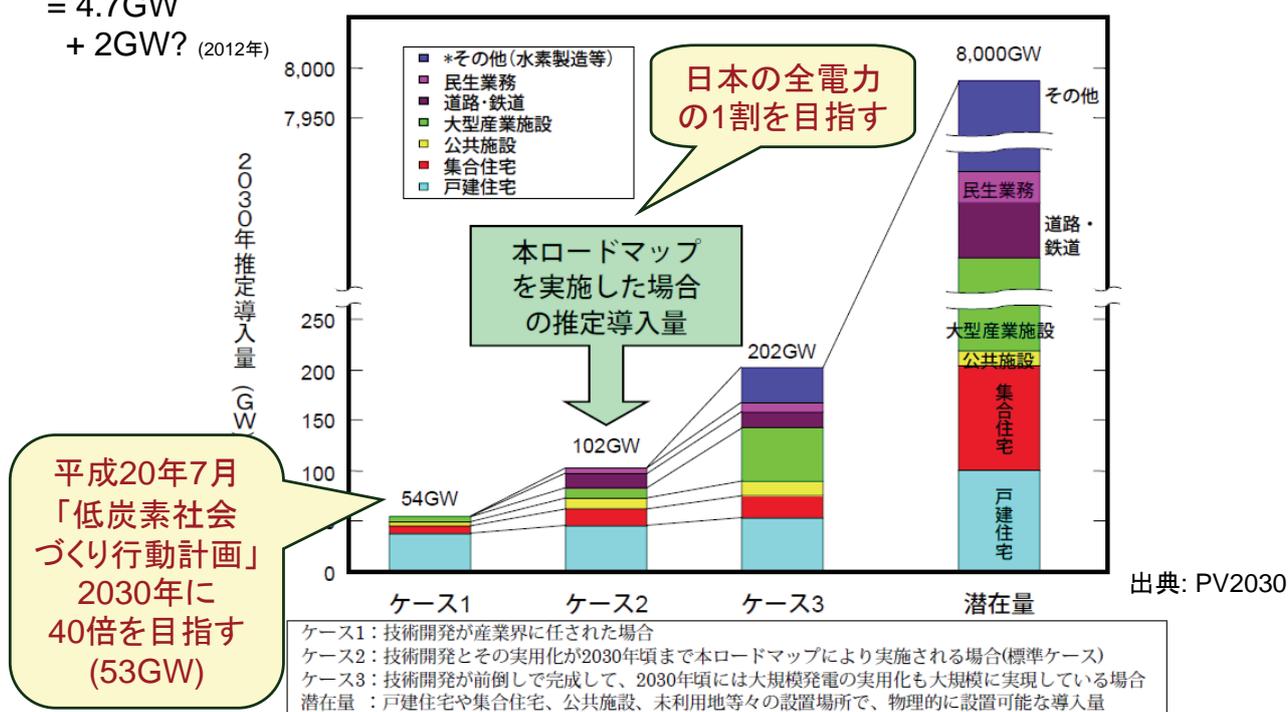
植田 讓

東京工業大学 大学院理工学研究科 助教

2013年3月16日 東京工業大学 70周年記念講堂
第15回 太陽光発電システム研究発表会

•2011末での積算導入量
= 4.7GW
+ 2GW? (2012年)

当面の目標導入量

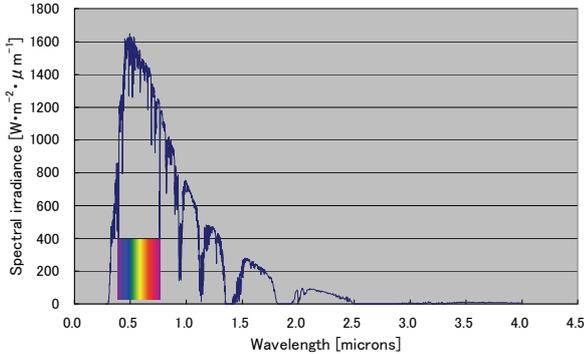


~~2030年~~ **2025年** 戸建住宅の約半分に太陽光発電システムを設置

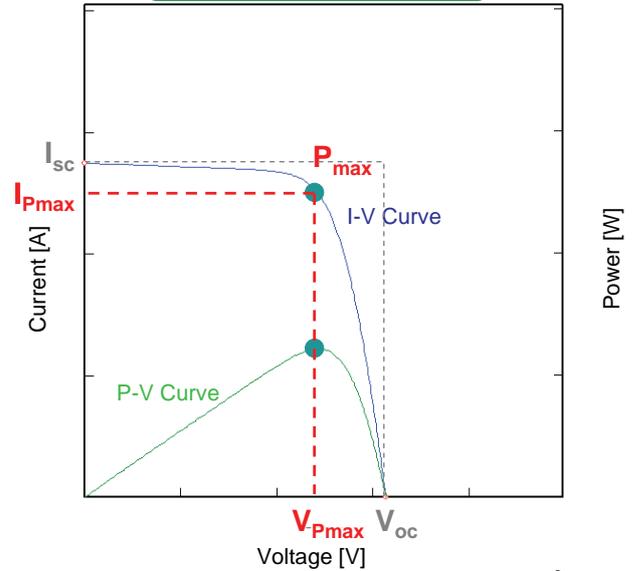
標準試験条件(Standard Test Condition)

基準太陽光

大気状態	
可降水量	1.42 [cm]
大気オゾン含有量	0.34 [cm]
混濁係数(0.5 μmにおいて)	0.27
エアマス	1.5
測定条件	
アルベド	0.2
日射強度	1 [kW/m ²]



モジュール温度=25°C



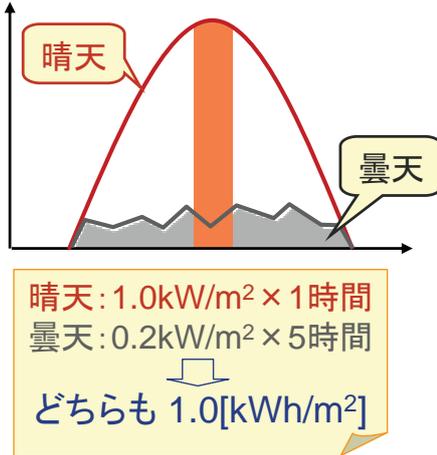
日本国内では滅多に無い条件

標準試験条件の時に銘板値の定格出力が得られる。では、

- 放射照度が半分(500W/m²)の時は？
- モジュール温度が70°Cの時は？
- 分光放射照度分布が基準太陽光と異なるときは？

どのくらい発電するのか

日射量の数え方



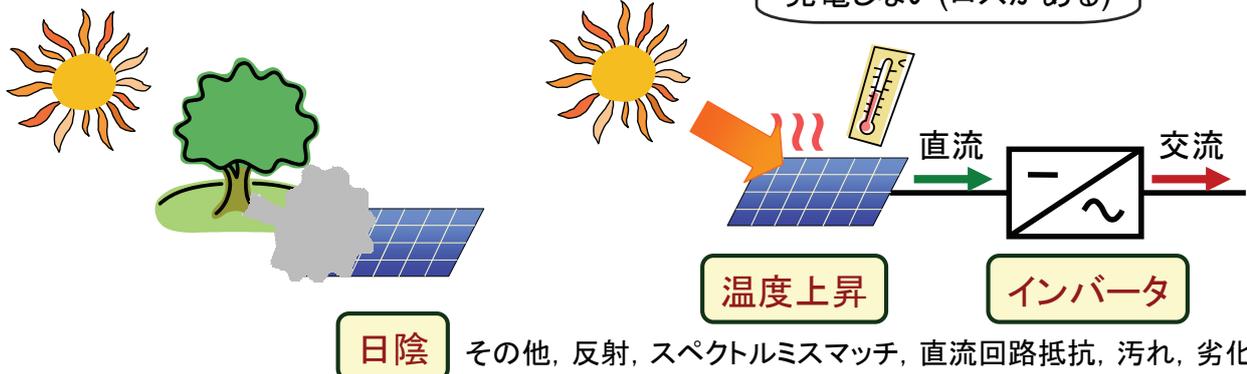
1kWの太陽光発電システム 40 [万円/kW] → 19.2 [¥/kWh] ?

年間日射量	システム出力係数	寿命	生涯発電量
1300 [kWh/m ²]	× 0.8	× 20 [年]	= 20800 [kWh]

1年は8760時間 (24時間 × 365日)

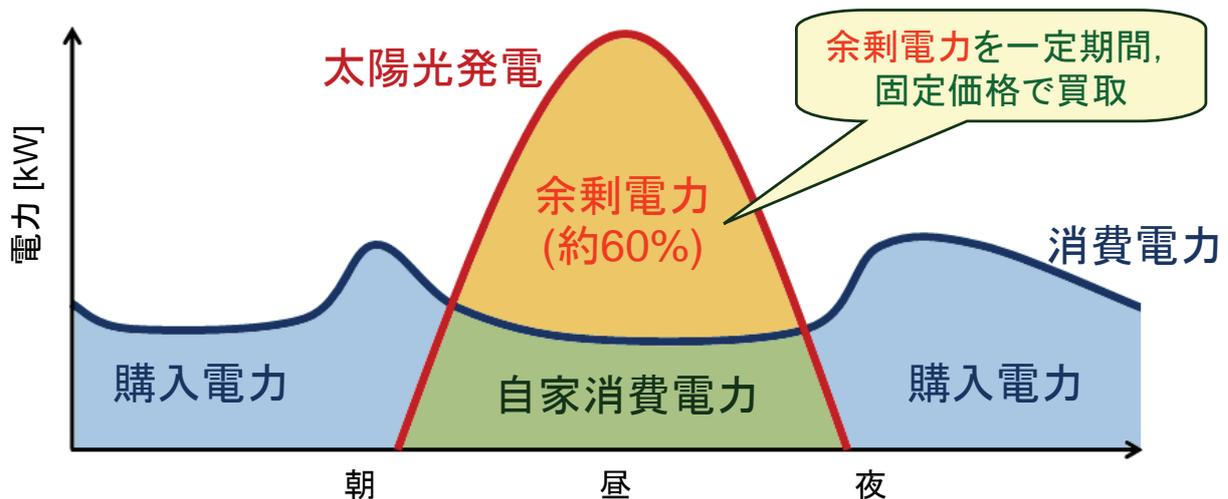
劣化・故障の影響もある

日射量のおりには発電しない(ロスがある)



その他、反射、スペクトルミスマッチ、直流回路抵抗、汚れ、劣化など

固定価格買い取り制度 (Feed-in Tariff)



設備容量10kW未満, 買取価格(ダブル発電)・期間	2009年11月～2011年3月	2011年4月～
住宅用	48 (39) ¥/kWh・10年間	42 (34) ¥/kWh・10年間
非住宅用	24 (20) ¥/kWh・10年間	40 (32) ¥/kWh・10年間

➤ 買取費用は電力使用者が「太陽光発電促進付加金」として負担

参考: $1\text{kW} \times 1300\text{h/年} \times 0.8 \times 60\%(\text{余剰電力}) \times 42\text{円/kWh} \times 10\text{年} = \text{約}26\text{万円}$

$1\text{kW} \times 1300\text{h/年} \times 0.8 \times 40\%(\text{自家消費}) \times 21\text{円/kWh} \times 10\text{年} = \text{約}9\text{万円}$

5

これまでのまとめ

- 住宅用PVシステムの**大量導入**が進んでいる。
(戸建住宅の約半分に太陽光発電システムを設置)
- 現在のシステム価格では、**約20年間**システムの**健全性を維持**できれば経済的に成り立つ。
さらにFITで、コスト回収期間を10年程度まで短縮。
- 発電電力量は気象条件や日陰などにより常に変化するため、設置者が普段の運用でシステムの健全性を**確認**することは**困難**。
- **不具合事例**も報告されている。
- 今後、長期劣化・故障などで健全性を失ったシステムは、安全・確実に**撤去・更新**する必要がある。

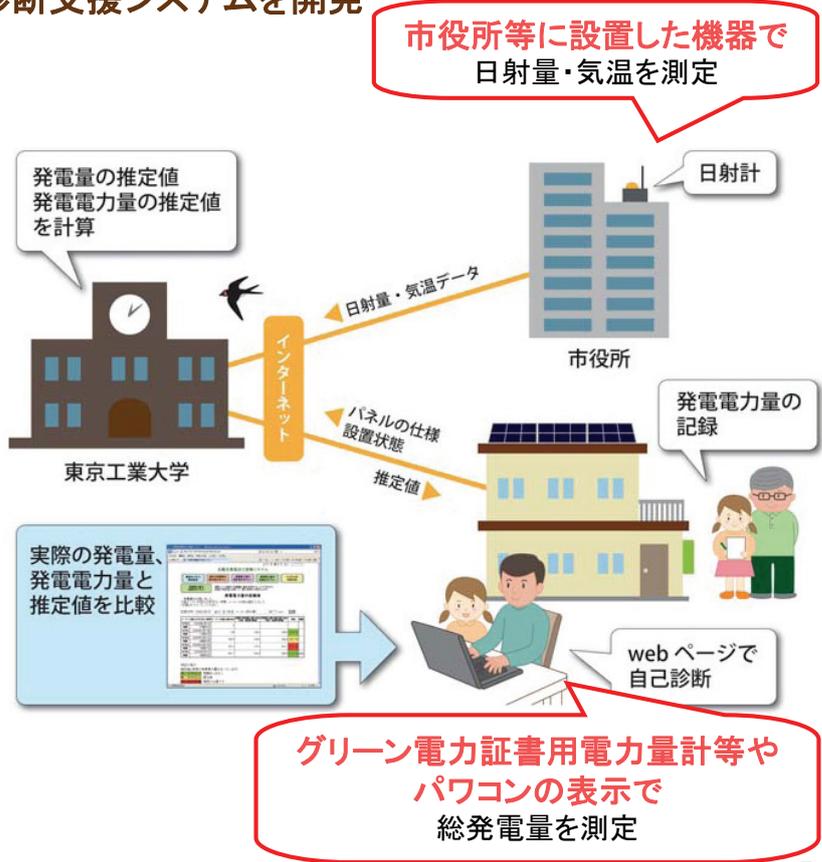
市民が手軽にシステムの健全性を確認できる手段が必要

自己診断支援システムの開発

•インターネットを利用した自己診断支援システムを開発



<http://ssspv.net>



システム構成の入力

太陽光発電 自己診断支援システム “しっかりSUN” ログインはこちら

最初のパネル構成設定 | 現在の発電量の推定値を知りたい | 発電電力量の記録を付けたい | 管理者からのお知らせ | システムの利用方法

初めてこのシステムを使用される方は、まず最初にあなたの太陽光発電システムの情報を入力してください。

計測地	掛川市役所1
太陽電池メーカー	メーカー

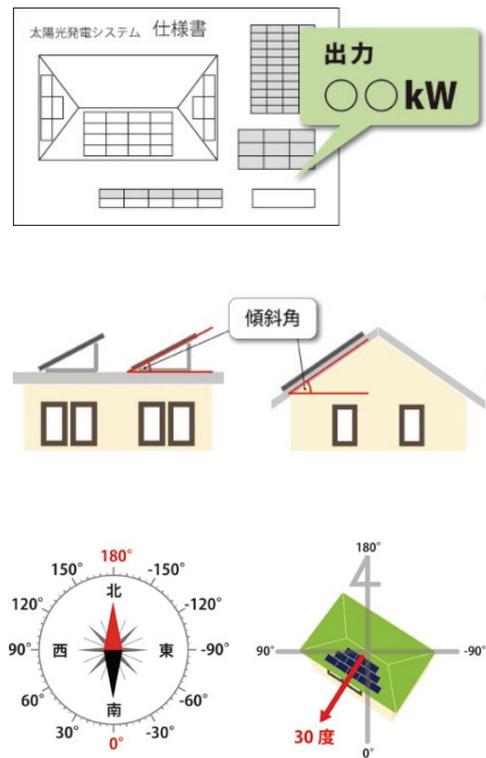
パネル構成

傾斜角	方位角	太陽電池容量	設置年月日	設置方式
30度	0度	1 kW	2009-10-01	屋根置き型
30度	90度	1 kW	2009-10-01	屋根置き型
30度	180度	1 kW	2009-10-01	屋根置き型
30度	-90度	1 kW	2009-10-01	屋根置き型

方位角:

傾斜角: 太陽電池パネルの傾き(水平が0度)
 屋根置き型: 屋根面に設置
 架台設置型: 陸屋根(水平の屋根)に架台を付けて設置

東京工業大学 グローバルCOE プログラム「エネルギー学理の多学的学術融合」
 Copyright (C) 2010 Tokyo Institute of Technology. All rights reserved



現在の推定発電量をweb上で提供

太陽光発電 自己診断支援システム “**しっかりSUN**” ログインはこちら

最初のパネル構成設定 | 現在の発電量の推定値を知りたい | 発電電力量の記録を付けたい | 管理者からのお知らせ | システムの利用方法

掛川市役所1

現在の発電量の推定値 0 kW

北側の太陽電池容量は1kWです。
北: -135度~135度
西: -45度~135度
東: 135度~45度
南: -45度~45度

西側の太陽電池容量は1kWです。
東側の太陽電池容量は1kWです。
南側の太陽電池容量は1kWです。

屋根上の数値は方位ごとに計算した発電量です。

現在の計測値 ※ -----

計測地点名 掛川市役所1
水平面日射量 0 kW/m²
気温 0 °C

利用者のシステム構成に合わせた推定発電量を表示

10分平均のリアルタイム気象情報を提供

東京工業大学 グローバルCOE プログラム「エネルギー学理の多元的学術融合」
Copyright (C) 2010 Tokyo Institute of Technology. All rights reserved

9

任意の期間の発電電力量を算出

期間ごとに実際の発電電力量を記録することができます。自動で推定値と比較して、差を算出の判定もします。

今回メーターを読んだ年月日・時間・メーターの読み値を入力して、「記録」をクリックしてください。

記録日時: 2012/11/19 10:10:48 | メーター読み値: [] kWh

記録

発電電力量の記録表

メーターを読んだ年月日・時間	メーターの読み値 (kWh)	実際の発電電力量 (kWh) 今回-前回の数値	発電電力量の推定値 (kWh) 今回-前回の数値	判定	削除
年月日: 2010年10月31日 時間: 16時23分	2583	83.0	85.4	97.2 %	
年月日: 2010年11月30日 時間: 07時10分	2710	127.0	227.7	55.8 %	
年月日: 2010年12月31日 時間: 18時00分	2950	240.0	234.8	102.2 %	
年月日: 2011年1月31日 時間: 05時00分	3170	220.0	275.0	80.0 %	
年月日: 2011年2月28日 時間: 18時28分	3435	265.0	269.1	98.5 %	削除

判定の見方
推定値と実際の発電電力量を比べています。
緑: 90%以上 問題ありません
黄: 80%以上 注意
赤: 50%以下 確認が必要です

日々の発電電力量の推定値はこちら

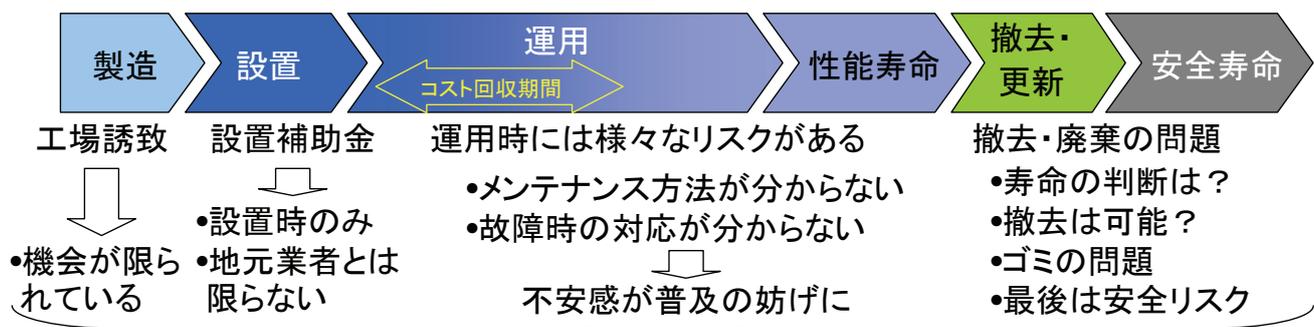
東京工業大学 グローバルCOE プログラム「エネルギー学理の多元的学術融合」
Copyright (C) 2010 Tokyo Institute of Technology. All rights reserved

•定期的に発電電力量を確認することで簡易的な故障診断が可能

では

➤ 発電量が低下したときはどうすれば良いのか？

地域に貢献する太陽光発電システムの将来像とは？



設置時に特化した「**売り切りモデル**」からの脱却で**地域に貢献するPVシステム**へ

自治体・市民・地元業者による持続的な太陽光発電普及を目指して

- ・**モニタリング**: 自己診断支援システムの活用 → 運用時への補助と「安心」による普及拡大
- ・**定期点検**: 発電性能・安全性能の維持管理 → 5千円～1万円/年 の支出は可能か？
- ・**省エネ機器の普及**: 定期点検に合わせて適切なタイミングで適切な省エネ機器の設置を推奨
例) 高効率給湯器, 高効率エアコン, 家庭用蓄電池, 電気自動車, HEMS, BEMS
- ・**設備更新の提案**: 性能の低下したPVシステムを更新, 古い物は回収・リサイクル
- ・**地域エネルギーサービスへの展開**
 - さらに地域の問題を解決するスマートシティへ (地域防災, 高齢者の医療・移動など)
 - 地域の人的資源・エネルギー資源を活かす「**ソーシャルインテグレーター**」モデルの創造

E-Mobility

太陽光発電システムの 直流電気安全性について

独立行政法人 産業技術総合研究所

太陽光発電工学研究センター

システムチーム

大関 崇

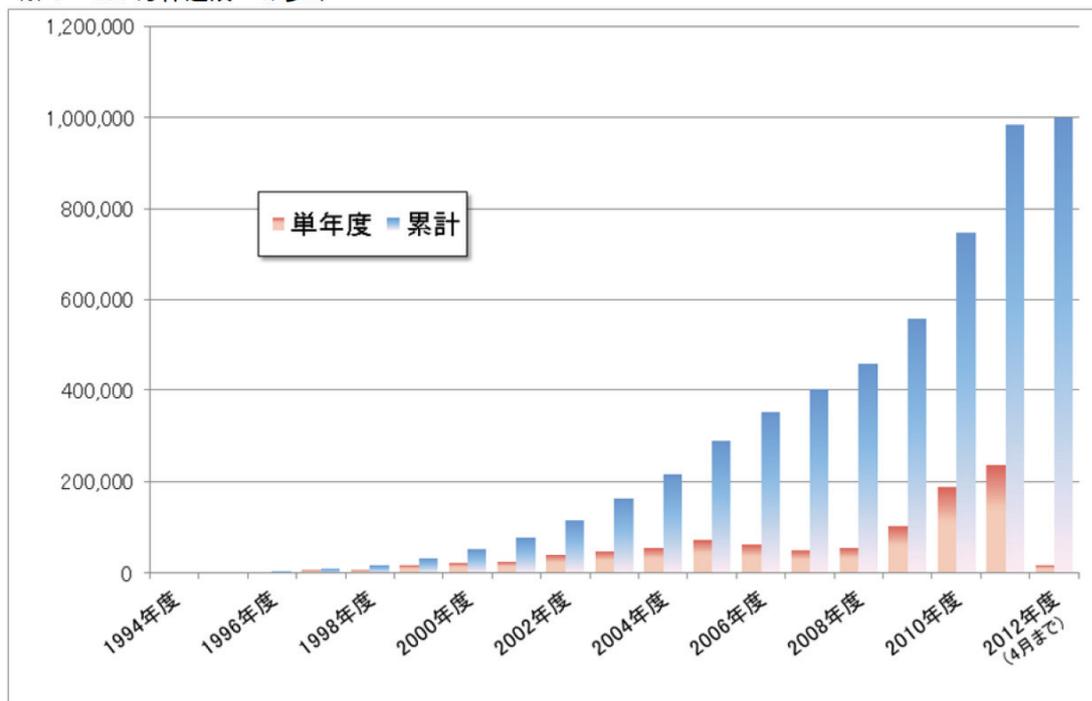
講演内容

- ・ はじめに
- ・ 太陽光発電の特徴・基礎
- ・ 太陽電池が要因
- ・ 太陽電池以外が要因
- ・ 対策技術
- ・ 消防士保護技術
- ・ その他

はじめに

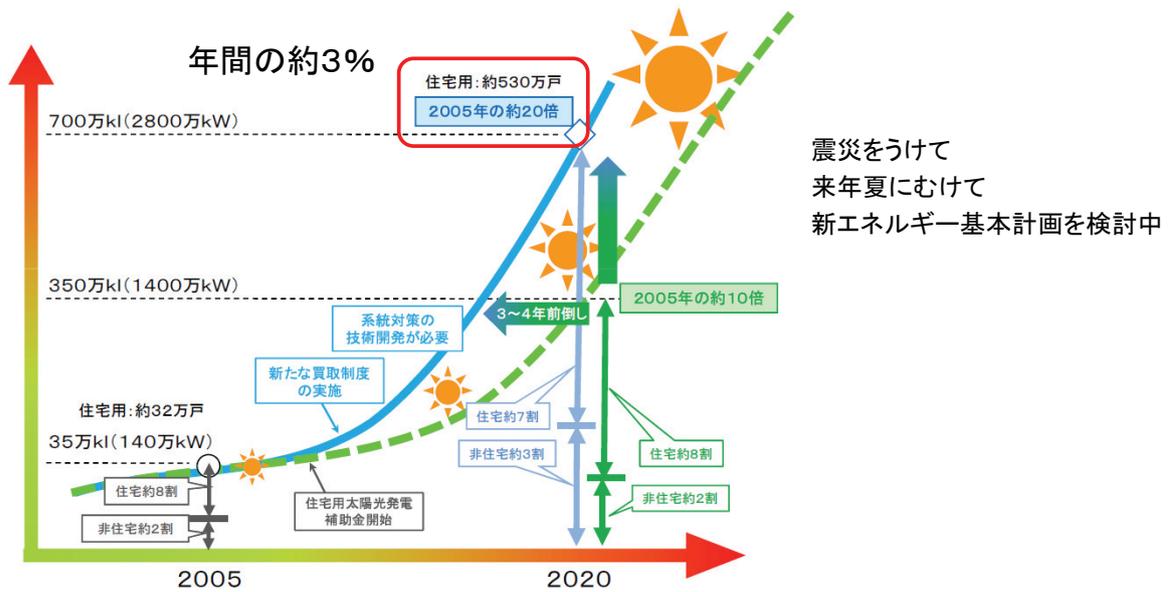
住宅用100万件突破

※1 100万件達成への歩み



出典：JPEA

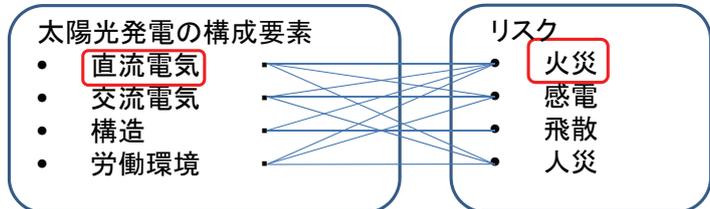
国内の導入量目標



出典：新エネルギー部会

はじめに

- 太陽光発電は、①住宅数kWから数MWの大規模利用まで幅広いこと②直流・交流の両面を利用すること③屋根等に取り付けるため構造物であること④居住空間に近く社会的に分散多数システムであること⑤施工・工事をともなうこと、等 多様な構成要素およびステークホルダーを含んだ発電システム である。
- 各種構成要素から発生するリスクとして、電気火災、電気感電、構造物飛散、施工・工事における人災事故などが想定される。
- 欧米を中心に太陽電池等が要因の火災事例が起きている。
- 火災を未然に防ぐ対策として、米国では電気要綱にアーク漏れ回路保護を義務化するなどの検討が進んでいる。
- 火災が発生した場合の消火時の感電等消防士の保護を考える必要がある。欧米では太陽光発電業界と消防業界との議論を開始。
- 太陽光発電の火災リスクに対して、事前の火災防止・抑止の観点と発生後の消火活動における消防士保護の2点について考慮する必要がある
- 国内では両面ともに議論が十分に進んでいない。



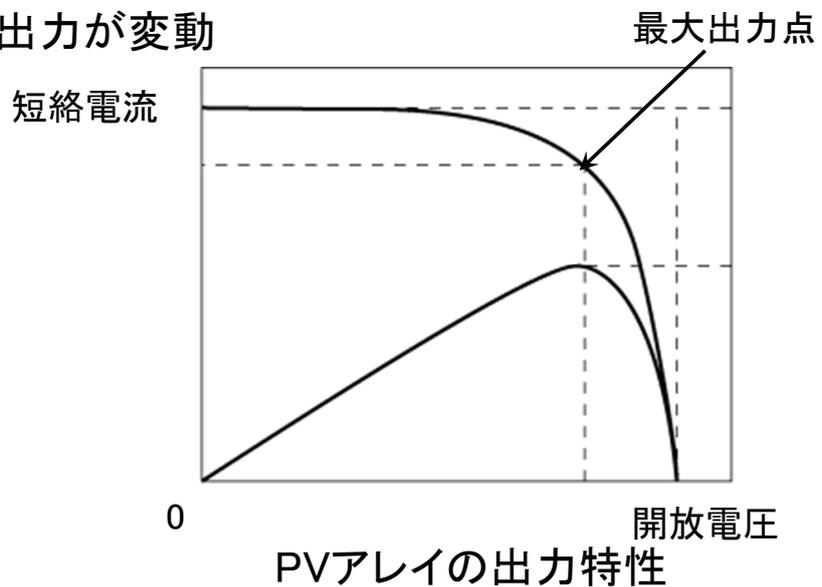
何故火災は起こるのか？

太陽光発電の特徴・基礎

独立行政法人 産業技術総合研究所

太陽電池の特徴

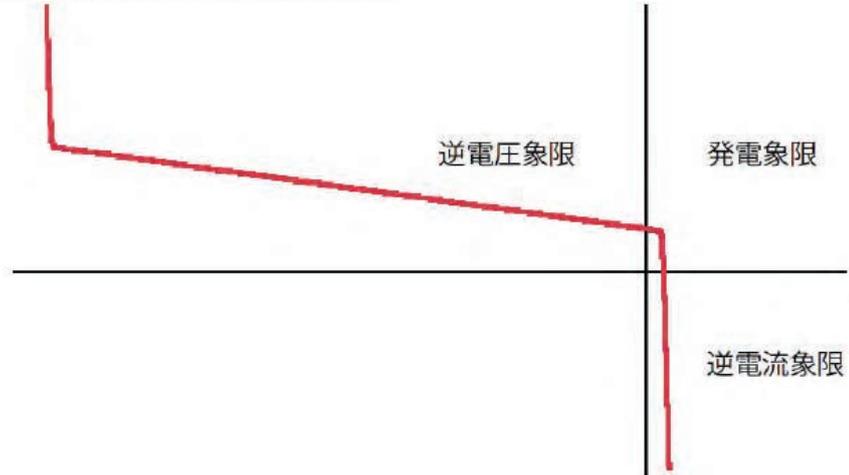
- ・直流出力
- ・電流源(入力光に比例)
- ・短絡時の電流が小さい
- ・日射、気温等により出力が変動



太陽電池の特徴

※ **デバイス(動作点関係)**

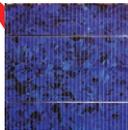
- 逆電圧象限動作、逆電流象限動作



出典: 吉富電気資料

太陽光発電の構成

太陽電池セル



太陽電池モジュール



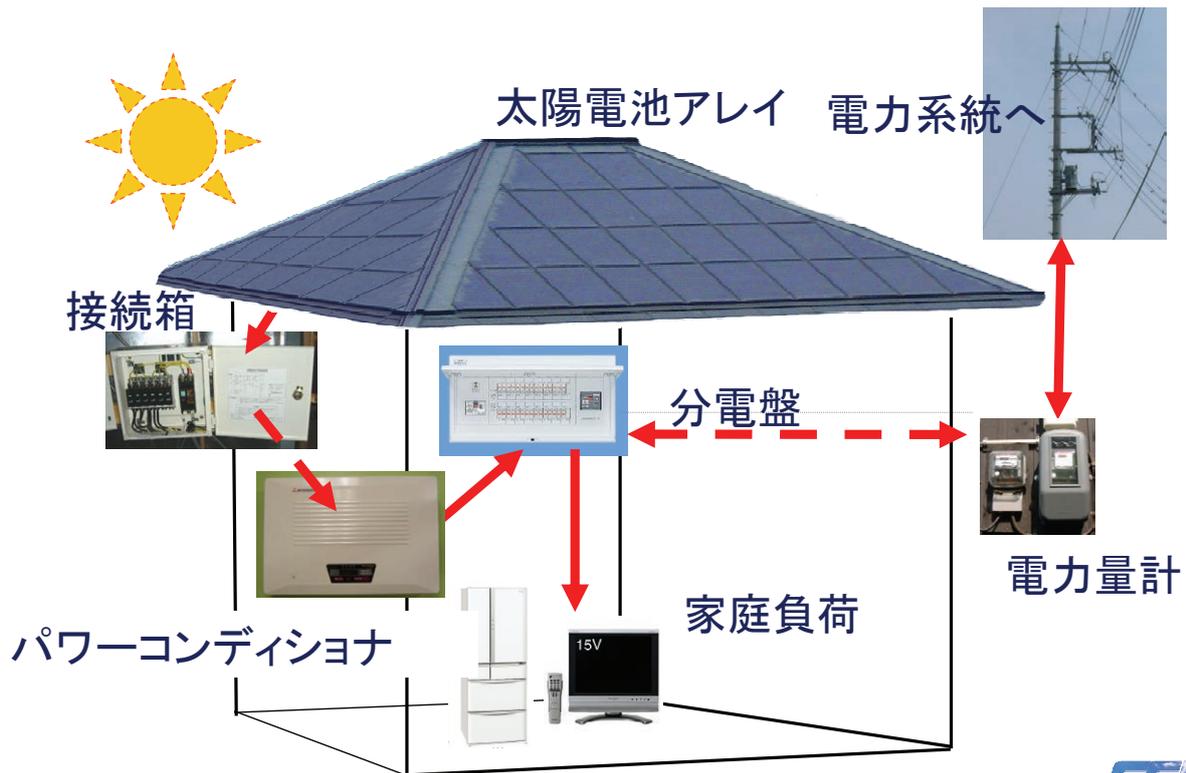
太陽電池ストリング



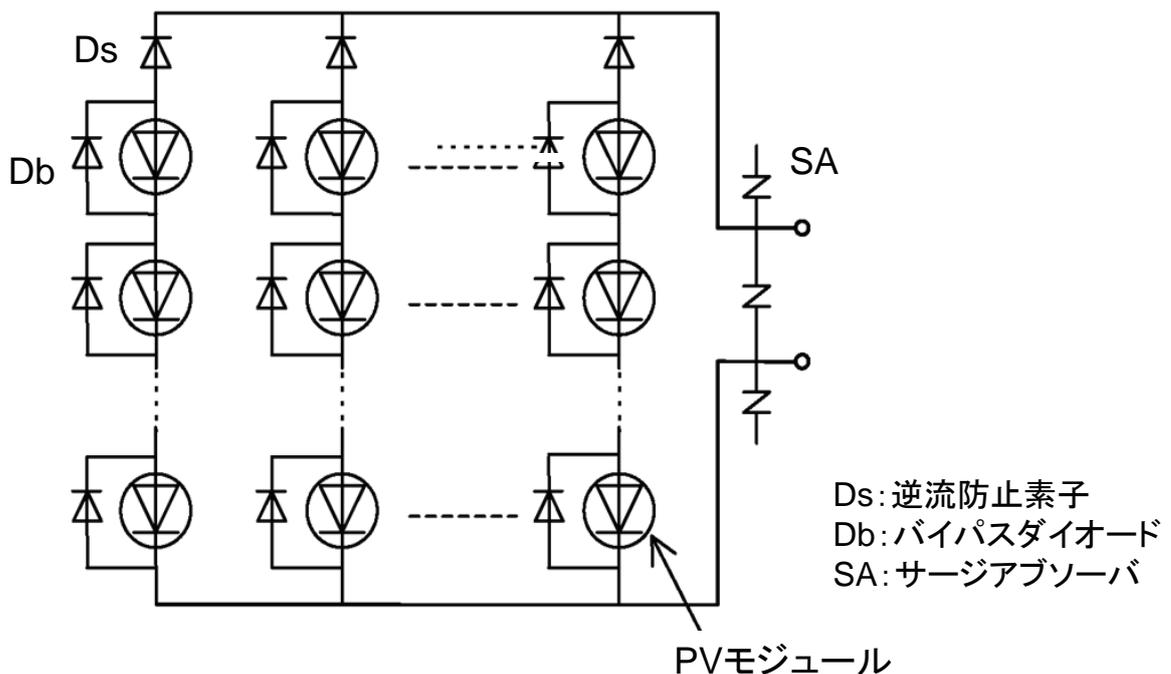
太陽電池アレイ



太陽光発電の構成



太陽光発電の構成



JIS C 8954: PVアレイの電気回路設計指針による

太陽光発電の火災要因

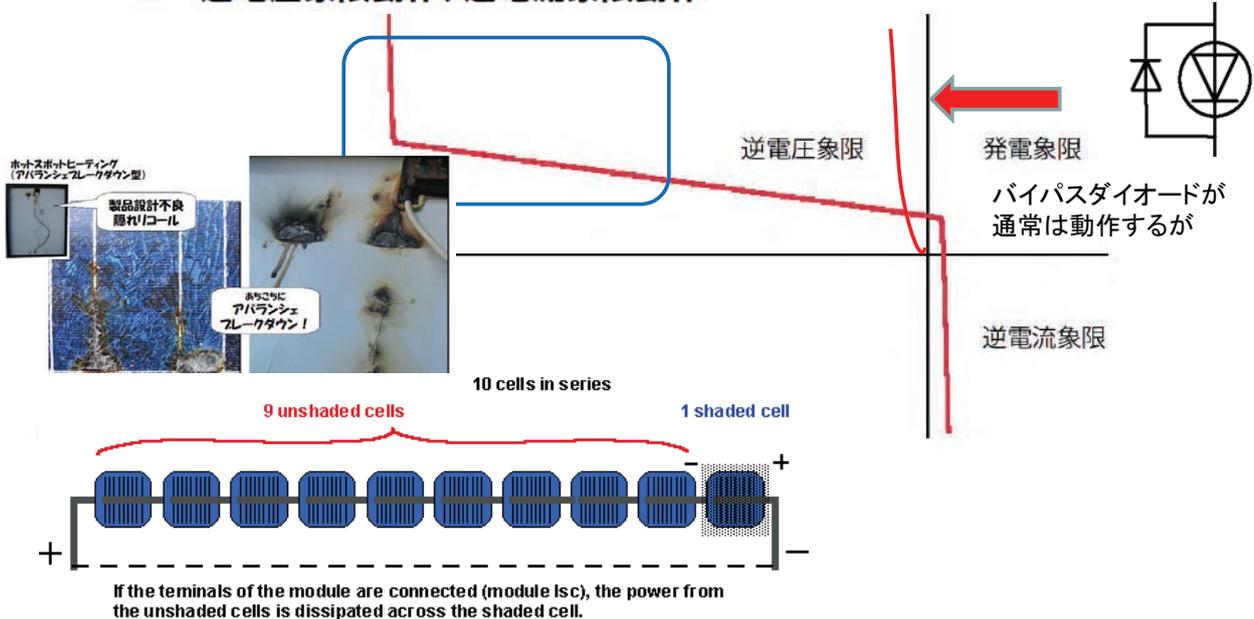
太陽電池が要因

火災事例(太陽電池要因)

★ **デバイス(動作点関係)**

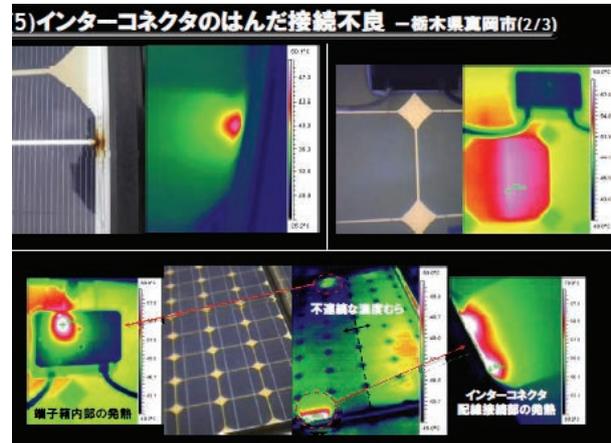
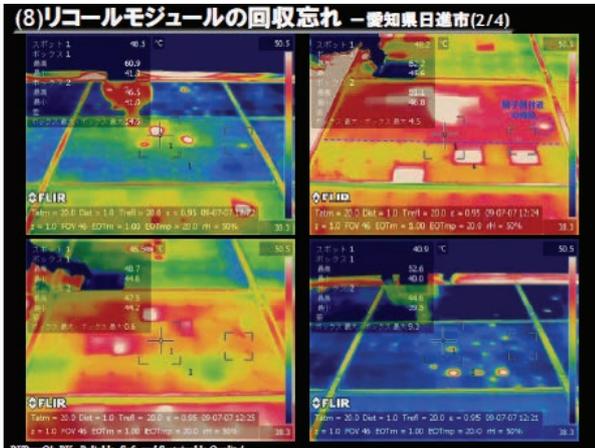
➤ **逆電圧象限動作、逆電流象限動作**

ホットスポット



火災事例(太陽電池要因)

- ・ ホットスポットは、数多くの事例が。
- ・ 致命的な温度になるか？
(ブレークダウンが起きるか？)



出典:産総研 加藤 資料

火災事例(太陽電池)

- ・ ホットスポットにより高温になる可能性はある。



出典:産総研 加藤

火災事例(太陽電池要因)

 営巣・・・屋根に可燃物が無いというのはいわい。

ムクドリ営巣による糞害とタニ害



火災事例(太陽電池要因)



報告書要約・・・

2010年3月メリーランドの住宅。最初のチームの報告は、屋根を通じて火と煙があがっているというものであった。やがてこれが太陽電池付近からだとも明確になる。火は地上からの放水によってよくコントロールできた。太陽電池の下や周辺に積もった落ち葉が発火のきっかけであった。

学会での憶測例・・・トリガは動物による咬害ではないか。

火災事例(太陽電池,機能劣化)

FIELD FAILURES



Backsheet crumbling (Italy; 22 years)



Junction Box Cracking (Italy; 22 years)



PI Photovoltaik-Institut Herlin AG

- 劣化による必要機能低下と安全性の関係は？
 - 絶縁性, 強度など
- 複合事象から致命的になるリスクは？

Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories (JET)

アリススプリング・ダーウィン モジュールの劣化事例

アリススプリング

ダーウィン

バックシートの割れ(亀裂)

端子ボックスの剥離

水分の浸入

M温度 M温度差 相対湿度 日射量

出典: 吉富氏資料, JET, Mia Sole, TUV

太陽光発電と火災

太陽電池以外が要因

火災事例(太陽電池以外)

- ・ 太陽電池以外のところ。
- ・ 接続箱、配線、コネクタ

直列アーキ...の製品設計不良・製造不良



直並列アーキ...接続箱設計不良



●原因
写真の虫の死骸とファンによるアーキ。

吉富電気技術資料

メーカーの製品設計の失敗が

地絡アーキ...屋根上メガソーラー火災



直列アーキ...接続箱

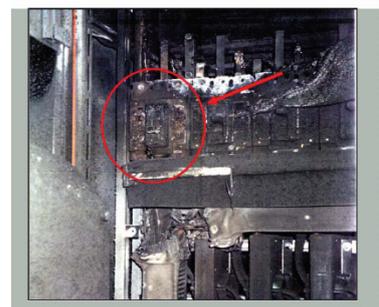
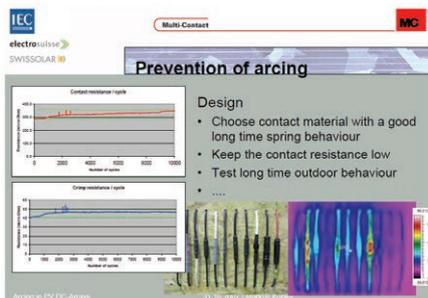
ヒューズ、ヒューズホルダ不適切



出典: 吉富電気 吉富氏 資料

火災事例(太陽電池以外)

- ・ 地絡、短絡、接点不良によるアーキング。
- ・ 劣化と絶縁、設計不良、施工性との関係



参考: UL, MC, :SPG Solar

火災事例(太陽電池以外)

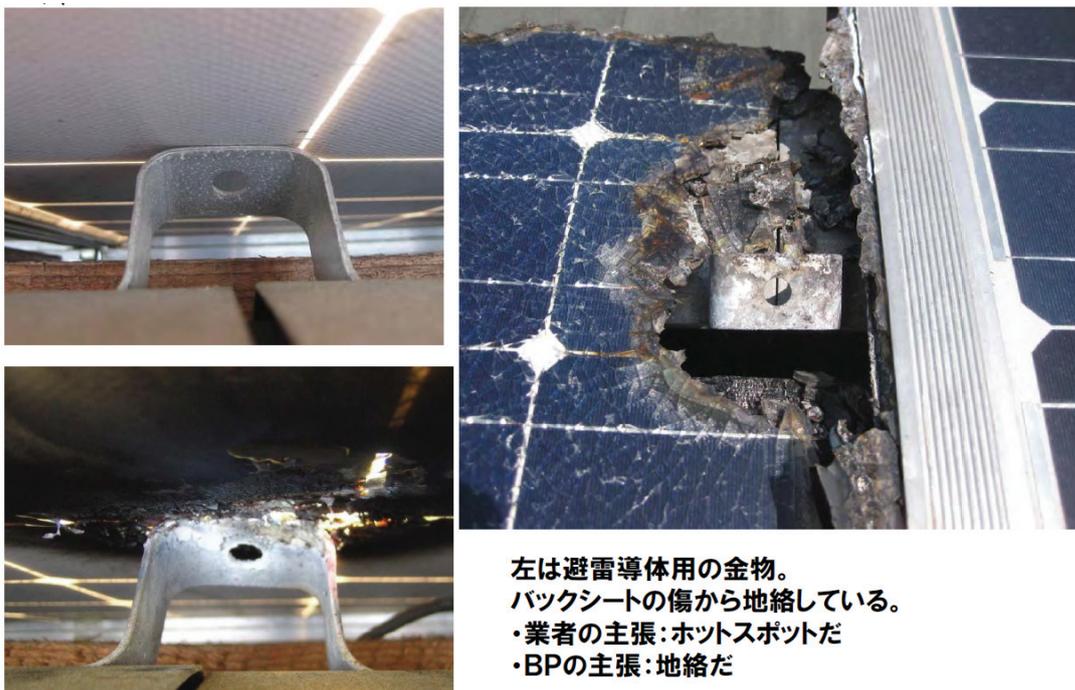


NFPA資料より

報告書要約

2009年4月：カリフォルニア州。百貨店屋上。11モジュール166ストリングスからなる大380kWシステム。配列図はあるが、配線が不明であった。これでは緊急時にどのようにシステムをアイソレートするのか、混乱する。ここでは位置の離れた二箇所から電気アークによる火の手があがった。完全に燃えたストリングが上図。結果として商店の屋根を破ることはなかった。このアークは、日射によって膨張した金属管カップリングが配線を露出させ、この配線が短絡したことが原因であった。この火災はよく晴れた日に起こった。モジュールはこの火災の間もよく発電し続けた。それを遮断する方法もない程であった。このシステムは法律に則ったものであった。このことは、緊急出動者向けに速やかなアイソレーション方法を提供するための、法律改正の必要を意味する。

火災事例(太陽電池以外)



左は避雷導体用の金物。
バックシートの傷から地絡している。
・業者の主張：ホットスポットだ
・BPの主張：地絡だ

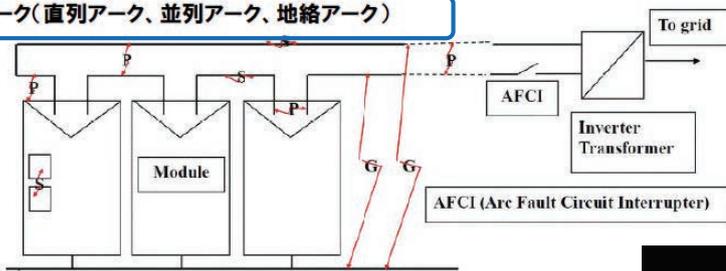
→手打ち式実施

火災事例(アーキングの分類で事例整理)

PV火元の原因種(業界による憶測をまとめると以下)

システム(アーク関係)

アーク(直列アーク、並列アーク、地絡アーク)



アーキングの分類
直列アーク
並列アーク
地絡アーク



出典:東工大 黒川先生, 吉富電気 吉富氏 前回資料

火災事例

場所	要因	カテゴリ
太陽電池	BPD開放とセルブレイクダウン	直列アーク
太陽電池	BPD開放とエッジ焼損	直列アーク
接続箱	端子台間リーク	直並列アーク
接続箱	ヒューズ、ヒューズホルダ不適切	直列アーク
端子箱	はんだ不良	直列アーク
金属管 カップリング	日射による膨張、配線露出、挟み込み	地絡アーク
避雷導体用金物	バックシート傷からの地絡	地絡アーク
パワコン	落雷によるサージバリスタ、コンデンサ破壊、電流センサーへの電流注入	
その他	PV設置住宅での一般火災	

太陽光発電と火災 対策技術

独立行政法人 産業技術総合研究所

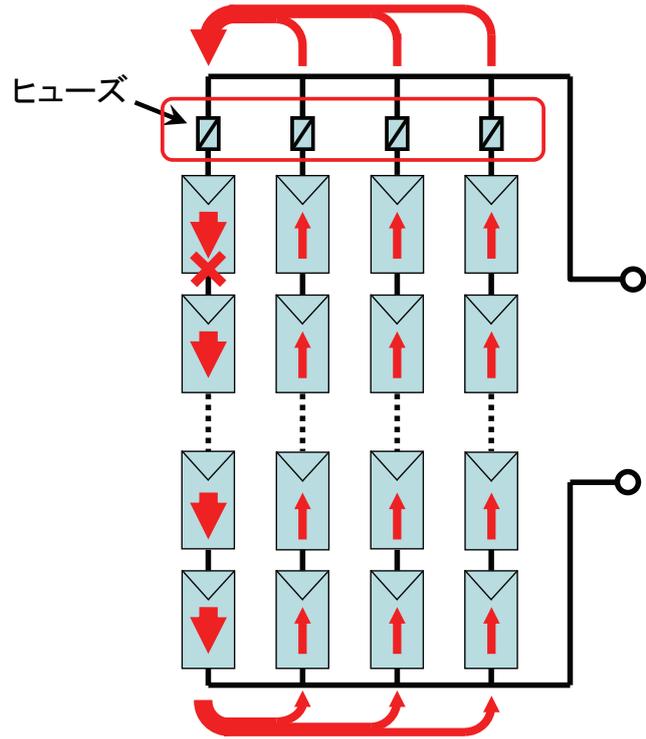
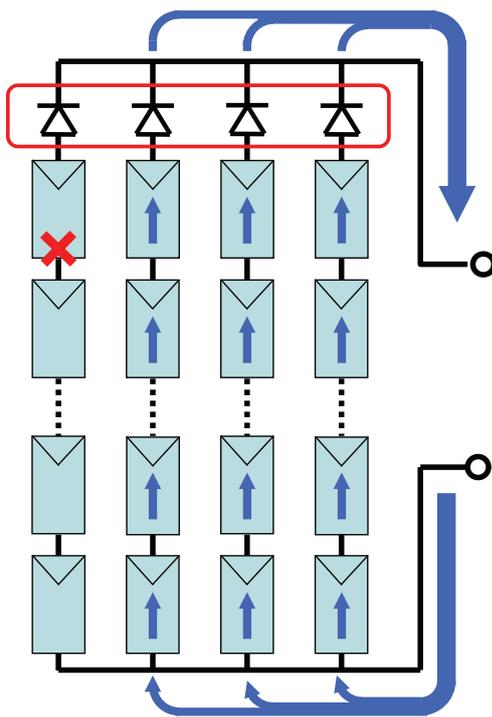


火災防止・抑止

欧 米	接地方式	直接接地が主流 なお、非接地(ドイツ、米国で容認)もあり
	要素機器	PV用ヒューズの規格化(定格電流の1.35倍で遮断)
		開閉器の規格化検討 アーク検出器の規格化(UL1699B)
直流電圧	家庭用で600V、建物用が1,000V、高圧化の方向	
日 本	接地方式	非接地または抵抗接地
	要素機器	ブロッキングダイオードの使用 開閉器の規格化検討
		直流電圧



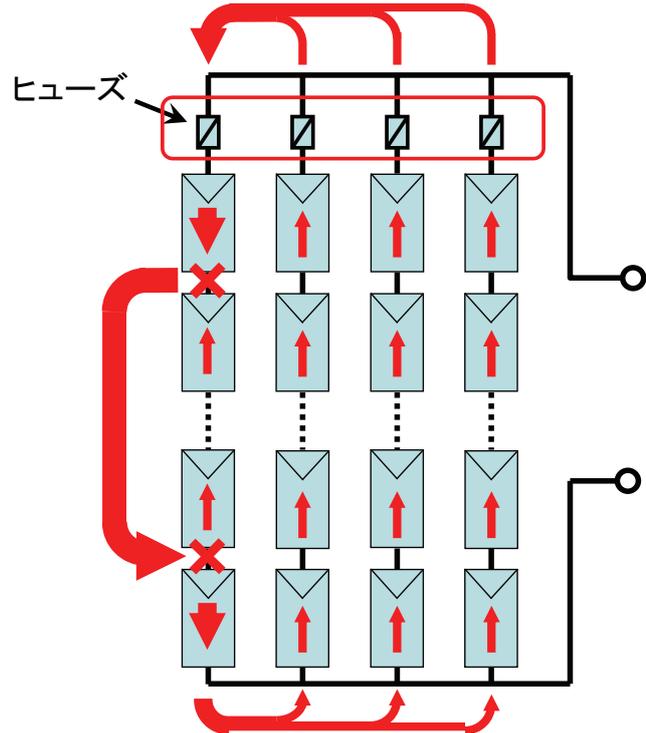
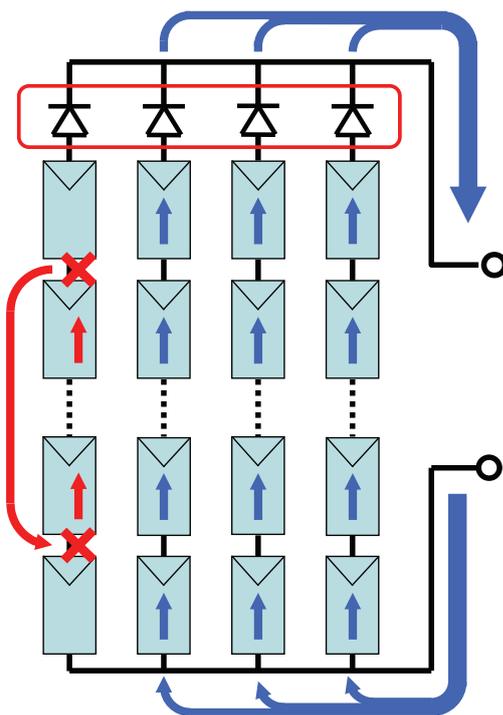
ブロッキングダイオードの効果



出典: AIST 津田 **X** : アーク発生点

X : アーク発生点

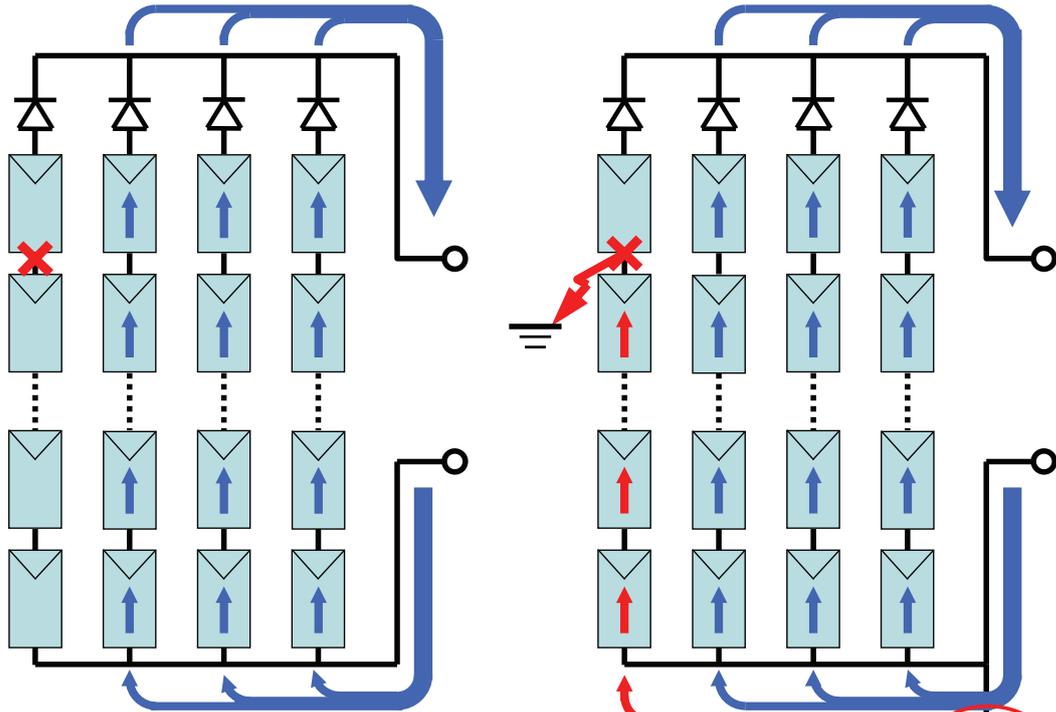
ブロッキングダイオードの効果



出典: AIST 津田 **X** : 並列アーク発生点

X : 並列アーク発生点

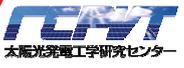
非接地の効果



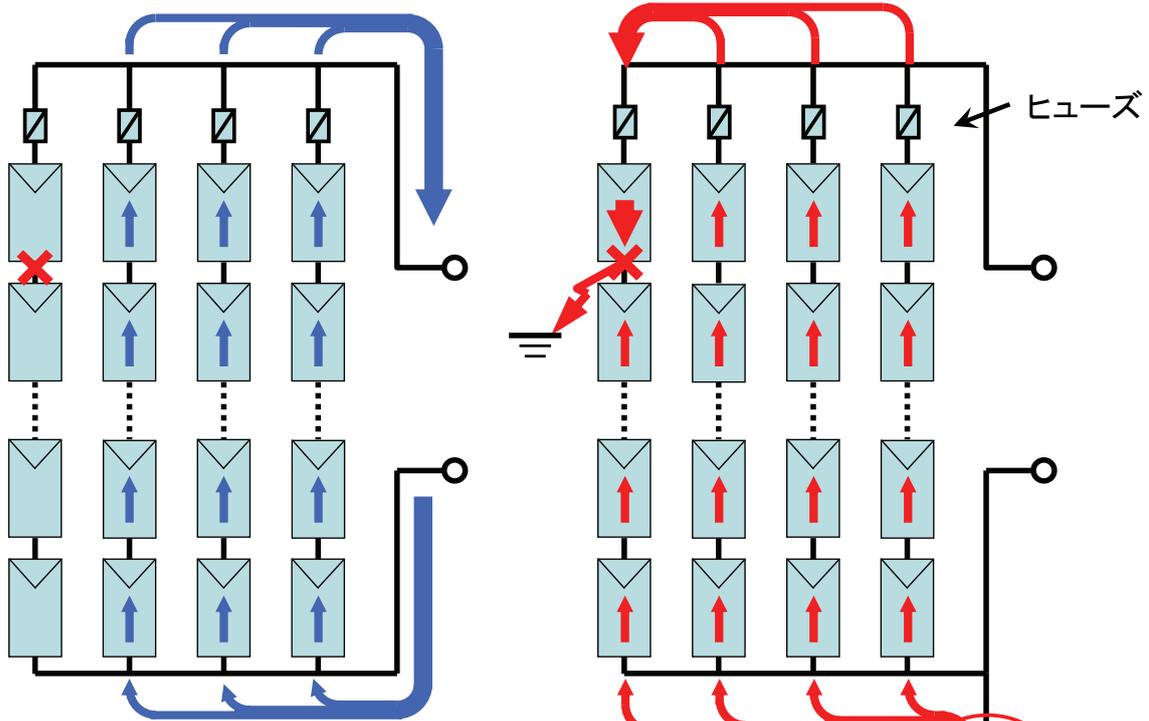
出典:AIST 津田

✖: 地絡発生点

✖: 地絡発生点



非接地の効果



出典:AIST 津田

✖: 地絡発生点

✖: 地絡発生点

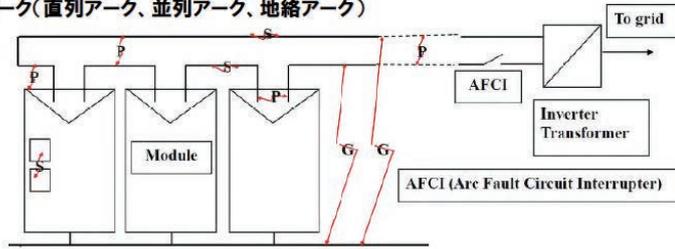


火災防止・抑止（発見と停止）

☀️ PV火元の原因種（業界による憶測をまとめると以下）

● システム（アーク関係）

➢ アーク（直列アーク、並列アーク、地絡アーク）



☀️ 事後対策機器の例

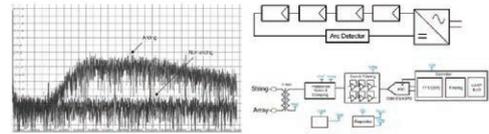


高熱を利用したテフロンコネクタ
 原文から、
 はお電力によって120V以下でコネクタが保
 れる。
 ケビは比シが入って高温時に消滅する。
 セラミック管を挿し替えることし可能。
 富い、且つ種類が複雑が必要。
 信頼性は？

☀️ アークの段階で検知する



アークディテクタ(AFD)



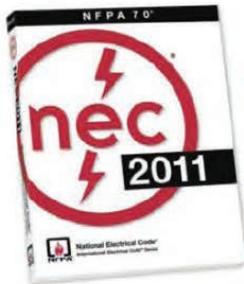
出典：吉富電気 吉富氏 前回資料

火災防止・抑止（発見と停止）

☀️ AFCIの規格化 NEC690.11（日本規格協会訳）

アーク漏れ回路保護（直流）

建築物上の又は建築物を貫通する、直流電源回路、直流出力回路又はその両方を備えた80V以上のPVシステム最大システム電圧で動作する光起電力システムは、認定品登録済み（dc）アーク漏れ回路遮断器、PV型、又は同等の保護を提供するように認定品登録されたその他のシステム構成部品によって保護されなければならない。PVアーク漏れ保護手段は、次の要求事項に適合しなければならない。



- (1) システムは、直流PV電源及び出力回路内の導体、接続、モジュール又は他のシステム構成品の意図された導通での故障に起因するアーク漏れを検出し、断絶しなければならない。
- (2) システムは、次の一つを使用不能にし、断絶しなければならない：
 - a. 故障が発見された場合、故障回路に接続されたインバータ又は充電制御装置
 - b. アーク回路内のシステム構成部品
- (3) システムは、使用不能にされた又は断絶された機器は手動で再起動するように要求する。
- (4) システムは、遮断器が動作したことを視覚的に指示するアナウンスエータを備えなければならない。この指示は自動的にリセットしてはならない。

出典：吉富電気 吉富氏 資料

火災防止・抑止（設計の段階で）

☀️ PVの直流配線の取り扱いの提案（すぐにできること）

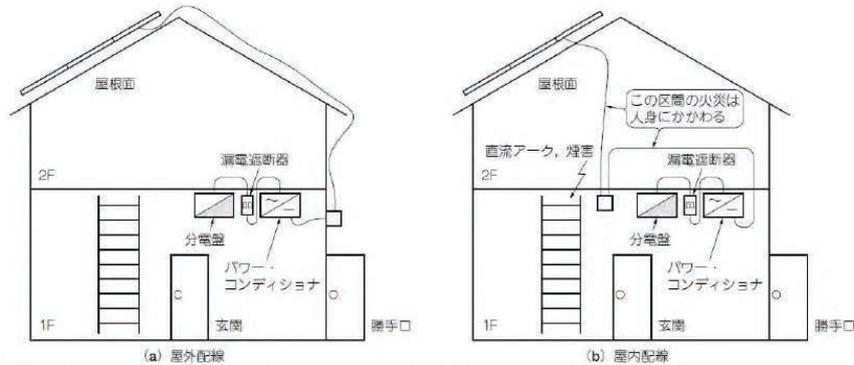


図13 パネルからパワー・コンディショナまでの配線ルートは大きく二つ

- 1.室内長距離配線避ける。
- 2.屋内配線の場合は二方向避難原則を。
- 3.DC遮断位置を明確に！遮断はより高いところで。
- 4.接続箱等、DC用筐体は不燃材料(金属)を。
- 5.消防士の排煙がしやすい配線ルート(小屋裏配線のセットバック)を。
- 6.ケーブルはシングルコアを。
- 7.教育を！

トランジスタ技術2010年3月号
吉富執筆部分より抜粋

火災を考えると、屋内DC配線はハイリスク！

出典：吉富電気 吉富氏 資料

太陽光発電と火災

消防士保護の観点から

消防士保護

- ・ 有毒ガスはないか？
- ・ 可燃性ガスはないか？
- ・ 現状試験条件と合っているか？

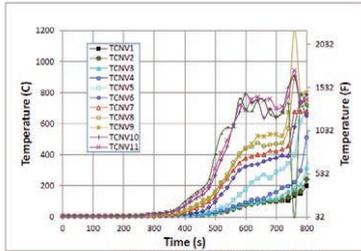


Figure 101 Open flames on roof

Figure 102 Modules sagging



Figure 103 Roof and modules collapsing



Figure 104 Roof collapsed - fire extinguished



PVの直流配線の取り扱いの提案(すぐにできること)

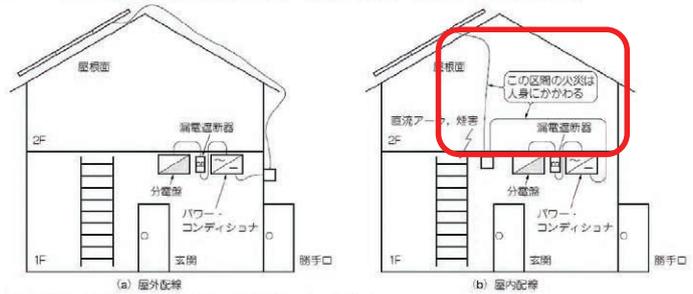


図13 パネルからパワー・コンディショナまでの配線ルートは大きく二つ

- 1.室内長距離配線避ける。
- 2.屋内配線の場合は二方向避難原則を。

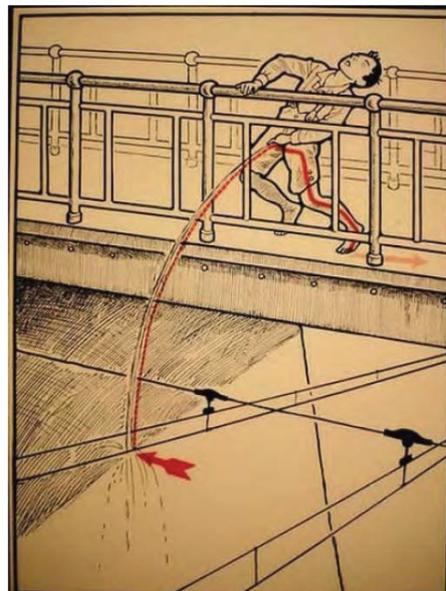
トランジスタ技術2010年3月号
吉富執筆部分より抜粋

出典: 吉富電気 吉富氏 資料, UL Report, Youtube

消防士保護(感電リスク)



第一故障(非接地IT系直流一線地絡時)には、放水による帰路形成が命取り。消防士の感電防止のためには「見守る」しかない。(消防士のための保険は、放水を認めていない)



今でもこういう事故、ありますよね。

出典: 吉富電気 吉富氏 資料

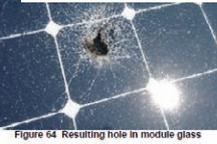
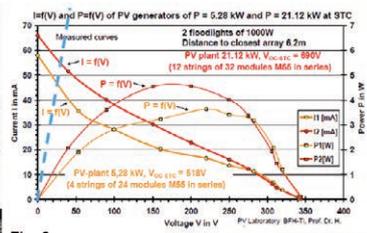
消防士保護(感電リスク)



出典: Photon conference

消防士保護(感電リスク把握)

- 感電リスクはどの程度？
- どこにある？
- 必要な防具は？



出典: 吉富電気 吉富氏 資料, UL Report

消防士保護(感電リスク把握)

Limits for hazard by continuous electrical currents
(IEC 60479-1, Current from feet to left hand)

	AC	DC
Range 1	< 0,5 mA	< 2 mA
Range 2	0,5 - 5 mA	2 - 25 mA
Range 3	5 - 35 mA	25 - 150 mA
Range 4	> 35 mA	> 150 mA

Table 1: Limits for hazard by electrical currents
 Range 1: Possibly noticeable, no physical reaction
 Range 2: Muscle contractions possible at touching and loosening
 Range 3: Strong involuntary muscle contractions possible
 Range 4: With increasing current cardiac fibrillation possible
 DC current direction hand to feet:
 About twice these values possible [1]!

鳶口(とびくち)



2mくらい

Wikipedia「鳶口」より

消火活動時の手袋



Figure 35 Boot #1 with material removed Figure 36 Boot #2 with material removed
 Figure 37 illustrates material removed from boot #2 exposing the steel toe plate. Figure 38 illustrates material removed exposing the steel shank of boot 2.



Figure 37 Boot #3 with material removed Figure 38 Puncture hole in bottom of boot

Total Body Resistance = 500Ω

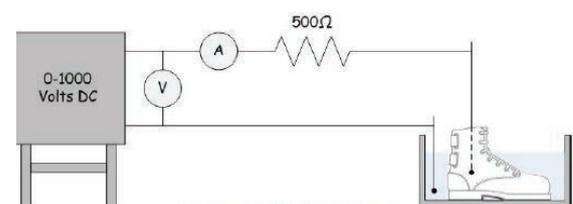
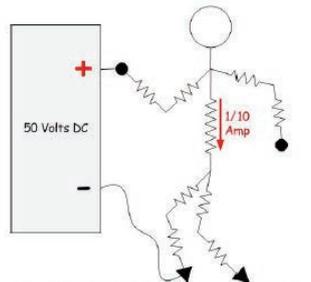


Figure 34 Diagram of boot test set-up

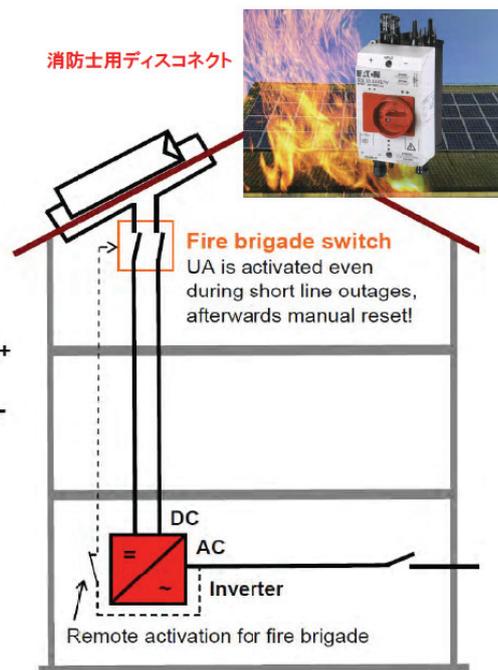
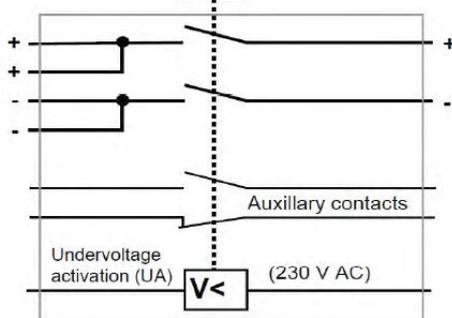
出典:消防研究センター 田村氏、吉富電気 吉富氏 資料, ULReport

消防士保護(感電リスク)

消防隊スイッチ

消防士用ディスコネクト

Fire brigade switch
(e.g. SOL30-Safety from EATON)
(1000 V, 30 A)



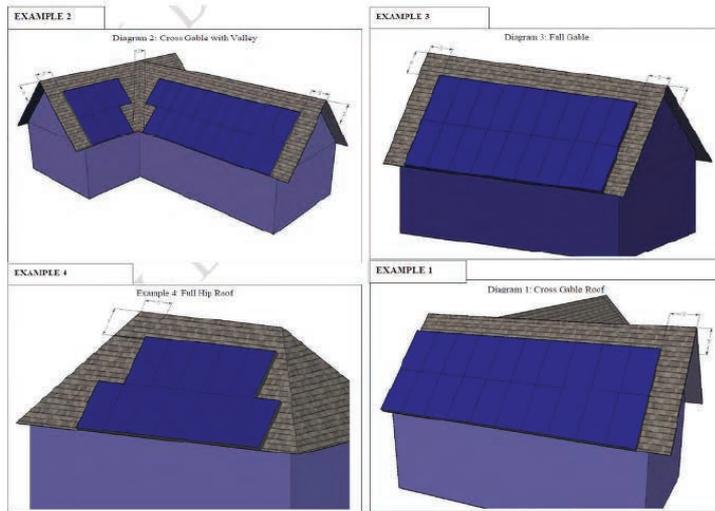
UA(UVR)が動作するとDC主回路遮断

出典:吉富電気 吉富氏 資料

消防士保護(消化活動)

☀️ ソフト面での感電未然防止策

米国例(CA)



- 通路 屋根上に3フィート幅を確保
- 遮断 開閉器明示
- 切断 10フィートおきに直流とわかる表示を行う
- 排煙 小屋裏の配線セットバック

出典: 吉富電気 吉富氏 資料

消化方法の工夫



☀️ 補遺: そのほかの取り組み

● 実験の成功と失敗

光の遮蔽による発電停止に関して

→ 不燃シートをかける ...ドイツ、米国で実施。現実的でないと結論

→ 泡消化

...ミュンヘン消防が実験。

ガラス面を流れ、電圧が出てしまう。

夜間と同じ安全条件にするのは不可能との結論

● 安全な放水ルール

→ スプレージェット

... 1m近接可能(ドイツ)

→ フルウォータージェット

... 5m近接可能(ドイツ)

※なんと、消防の感電箇所をアニメで解説するTV報道まである。



Figure 45 Applying Class A foam (1%) with compressed air foam system

出典: 吉富電気 吉富氏 資料, ULReport

消防側からの指摘

太陽電池パネルに関連する問題点

- 装置自体の危険性
 - パネル上のホットスポットからの出火
 - パネル破壊での機械的な短絡による出火

- 一般事項
 - 配線部材からの出火
 - 接続端子部分からの出火
 - 基板(接続箱、パワコン等)からの出火
 - 漏電による出火

出典: 消防研究センター 田村氏 前回資料

45

独立行政法人 産業技術総合研究所

消防側からの指摘

太陽電池パネルに関連する問題点

- 消防活動上の危険性
 - 放水による感電（商用電源でもあり）、滑落
 - パネル破壊時の感電
 - パネルから接続箱やパワコンへの配線で感電
 - パネルの落下（焼損により柱、壁が脆弱に）

- 近隣住民、環境への危険性
 - 燃焼・加熱時に発生するガス、煙
 - パネルからの飛散物（破壊、加熱）
 - 外したパネルが発電（感電、出火）

出典: 消防研究センター 田村氏 前回資料

46

独立行政法人 産業技術総合研究所

まとめ

- ・ 発電性能の信頼性だけでなく、安全性に関しても見直しが必要。
- ・ まずは、実態調査。
- ・ 大量導入、エネルギー利用のためには、健全な普及が必要。
- ・ リスク評価、対策技術は他分野との融合、協調が重要。

東京工業大学 ソリューション研究機構
先進エネルギー国際研究センター

黒川浩助 研究室

論文リスト[1996年～2013年]

東京工業大学 ソリューション研究機構 先進エネルギー国際研究センター
黒川浩助 研究室 論文リスト[1996年～2013年]

<1996年>

- (1) 黒川, 津田, 加藤, 大谷, 高島, 作田, 野崎: 太陽光発電システムの面展開に関する考察, 電総研彙報, Vol.60, No.1, pp.9-25, 1996.1.
- (2) K. Kurokawa: Application of photovoltaic systems to dense, residential area, Proc. 1995-96 APEC Energy R&D and Technology Transfer and Renewable Energy Resource Assessment Seminar, Beijing, Seg.1, 1996.2.
- (3) 黒川, 加藤, 稲葉: 太陽光発電技術の動向とライフサイクル評価, 資源と環境(資環研), Vol.5, No.2, pp.11-22, 1996.
- (4) 黒川:H7年度新発電システムの標準化に関する調査研究報告書, 第1部(太陽光発電), 日本電機工業会, 1996.3.
- (5) 黒川: 大型システムの最適化, H7年度大型エネルギー供給システムの調査研究報告書, PVTEC/NEDO, 1996.3.
- (6) 横内, 大城, 嶺, 今瀧, 黒川: 太陽光発電システムにおける加重平均温度TCR(温度補正係数KPT)の解析, H8電気学会全国大会, 早稲田大学, 1996.3.26-28.
- (7) 嶺, 横内, 大城, 佐藤, 今瀧, 黒川: 太陽光発電システムの直流回路損失補正係数の修正係数, H8電気学会全国大会, 早稲田大学, 1996.3.26-28.
- (8) 黒川: 電力システムにおける太陽光発電の将来展望, H8電気学会全国大会, 早稲田大学, S.16-5, 1996.3.26-28.
- (9) 日本太陽エネルギー学会論文賞, 1996.3.29, 黒川: 太陽光発電システム評価における日射測定のスプリング間隔に関する考察, Vol.18, No.2.
- (10) 黒川: PVTECとシステム研究, PVTEC5年の歩み, p.94, 1996.3.
- (11) 黒川: 太陽光発電システムの設計・評価, 太陽光自立電源普及システム共同開発プロジェクト, 早稲田大学, 1996.4.19.
- (12) 黒川: 太陽光発電システム開発の動向, 計測と制御, Vol.35, No.5, 1996.5. (学会誌解説) K. Kurokawa and S. Wakamatsu, An overview of photovoltaic system technologies, Journ. Soc. Instrument and Control Engineers, Vol.35, No.5, pp.333-336, 1996.
- (13) K. Kurokawa: An overview of system technology in Japan, Proc. 4th World Renewable Energy Congress, Denver, pp.480-484, June 15-21, 1996.
- (14) 電力工学に若い人材を, 日経新聞, 1996.6.1(朝). (報道記事)
- (15) K.Kurokawa: Data sampling speed versus energetic measurement errors of irradiation monitoring in photovoltaic systems, Solar Energy (Journ. Intern. Solar Energy Society), Vol.56, No.6, Aug. 1996.
- (16) 太陽光発電システム技術に対する展望・展開, 13回太陽光発電システムシンポジウム(太陽光発電懇話会), 発明会館, 1996.6.4-6.
- (17) A. Murata, K. Kato and K. Kurokawa: An estimation of environmental impacts of the trade of industrial products - A case of Japan, Joint IEW/JSER Intern Conf. on Energy, Economy & Environmental, Osaka, June 25-27, 1996.
- (18) 黒川: 21世紀のエネルギー社会を構築するためのエネルギーシステム分析, 104回STスクエア(技振協), 1996.6.28.
- (19) 黒川: 「地味な」太陽光発電システム研究に論文賞をいただいて, 太陽エネルギー, Vol.22, No.4, P.47, 1998.7.
- (20) 黒川: 太陽光発電システム技術, H8年度七大学大学院合同セミナー, 1996.8.3-6.
- (21) 杉山, 黒川, 津田, 大谷, 上迫: 太陽光発電運転データからの損失因子・特性パラメータの推定方法, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 大阪大学, 1996.8.7-9.
- (22) 津田, 加藤, 野崎, 黒川: 化学独立栄養細菌による代替光合成反応の可能性について, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 大阪大学, 1996.8.7-9.
- (23) 湯川, 浅岡, 高原, 大城, 黒川: 太陽電池モジュール温度上昇の推定, 電気学会論文誌, Vol.116-B, No.9, 1996.9.
- (24) K. Kurokawa: Technical topics of system technology in PVSEC-9, Japan 21st, Vol.41, No.9, 1996.9.
- (25) 黒川: 短い〜長〜に, PVTEC ニュース, Vol.20, pp.10, 1996.10.
- (26) 黒川: 太陽光発電の現状と今後の動向, ソーラーシステムセミナー(ソーラーシステム振興協会), 東京ビッグサイト, 1996.9.20.
- (27) 黒川: 16回NEDO事業報告会分科会パネルディスカッション, ホテルグランドパレス, 1996.9.25.
- (28) K. Kurokawa: An overview of system technology in Japan, Workshop on Building Integrated PV Module, Fraunhofer Institute, Freiburg, 1996.10.1.
- (29) 黒川: 太陽光発電の現状と将来像について, サンコー社講演会, 1996.10.14.
- (30) 近藤, 津田, 黒川, 野崎, 小川, 関井: 独立形太陽光発電システムのシミュレーション, 日本太陽エネルギー学会等研究発表会, 酒田, 1996.10.31-11.1.
- (31) 箕輪, 大谷, 作田, 黒川: 日射変動確率の分析, 日本太陽エネルギー学会等研究発表会, 酒田, 1996.10.31-11.1.
- (32) 杉山, 大谷, 津田, 黒川: 太陽光発電システム評価のための最適手法の検討, 日本太陽エネルギー学会等研究発表会, 酒田, 1996.10.31-11.1. (口頭発表) 平成8年度日本太陽エネルギー学会奨励賞<学生部門>, 1997.4.4.
- (33) K. Kurokawa, K. Kamisako, T. Shimizu: Conceptual considerations on PV systems composed of AC modules, PVSEC-9, Miyazaki, A-V-9, pp.191-192, Nov. 11-15, 1996.
- (34) K. Kurokawa: Areal evolution of PV systems, PVSEC-9, Miyazaki, PL-II-3, pp.881-884, Nov. 11-15, 1996.
- (35) K. Kurokawa, T. Takashima, T. Hirasawa, T. Kichimi, T. Imura, T. Nishioka, H. Iitsuka, N. Tashiro: Case studies of large-scale PV systems distributed around desert area of the world, PVSEC-9, Miyazaki, A-VI-4, pp.165-166, Nov. 11-15, 1996.
- (36) K. Otani, J. Minowa, K. Kurokawa: Study on areal solar irradiance for analyzing areally-totalized PV systems, PVSEC-9, Miyazaki, P-II-D-90, pp.827-828, Nov. 11-15, 1996.
- (37) I. Tsuda, K. Nozaki, K. Sakuta, K. Kurokawa: Improvement of performance in Redox flow batteries for PV systems, PVSEC-9, Miyazaki, A-III-3, pp.51-52, Nov. 11-15, 1996.
- (38) T. Oshiro, H. Nakamura, M. Imataki, K. Sakuta, K. Kurokawa: Practical values of various parameters for PV system design, PVSEC-9, Miyazaki, A-IV-2, pp.161-162, Nov. 11-15, 1996.
- (39) 黒川: 新しい太陽光発電システム - 多摩地区のケーススタディ, 多摩ルネサンスシンポジウム'96, 都立科学技術大学, 1996.11.16.
- (40) 黒川: 太陽光発電の実用化の現状と課題, 162回光産業振興協会マンスリーセミナー, 1996.11.26.
- (41) 黒川: コミュニティと地球規模利用を目指した面展開, 16回新エネルギー産業シンポジウム, 1996.12.9-11.
- (42) 黒川: 情報通信とクリーンエネルギーの未来, NTT マルチネットセミナー, 1996.12.11.

<1997 年>

- (1) 黒川：太陽光発電システムの技術動向, 14 回 YRC 講演会 (横河総研), 97.1.16.
- (2) T. Shimizu, K. Kurokawa: The effect of electron-neutral collision in the sheath of Langmuir probes, 3rd Intern. Conf. on Reactive Plasmas and 14th Symposium on Plasma Processing, Nara, 1997.1.21-24.
- (3) 黒川：太陽光発電の未来, NTT 太陽光発電ユーザ研究会 5 回情報フォーラム, 97.1.30.
- (4) A. Suzuki, K. Kurokawa: Evaluation of annual insolation on a planar solar receiver with respect to its direction and insolation obstructions, Solar Electrification 1997, New Delhi, 1997.3.3-5.
- (5) K. Kurokawa: World energy demand and PV system potential, Preparatory Workshop on Very Large-Scale PV Power Generating Systems utilizing Desert Areas, PVTEC/NEDO, Keynote Address, 1997.3.1.
- (6) 黒川：太陽光発電システムの技術動向, ベース設計資料建築設備編 (建設工業調査会) 97 年版, 83 号, 1997.4.20.
- (7) 黒川：太陽光発電システムの現状と今後の展望, 1997 春 44 回応用物理学関係連合講演会, 97.3.30.
- (8) K. Kurokawa, H. Sugiyama, K. Sakamoto, T. Ohshiro, K. Sakuta, T. Matsuo, T. Katagiri: System monitoring database and performance analysis in Japanese Field Test Program, 14th EU-PVSEC, Barcelona, 1997.6.30-7.4.
- (9) K. Otani, A. Murata, K. Sakuta, J. Minowa, K. Kurokawa: Methodology for optimizing the size of community-integrated PV systems, 14th EU-PVSEC, Barcelona, 1997.6.30-7.4.
- (10) M. Jantsch, M. Real, H. Haberlin, C. Whitaker, K. Kurokawa, G. Blasser, P. Kremer, C.W.G. Verhoeve: Measurement of PV Maximum Power Point Tracking Performance, 14th EU-PVSEC, Barcelona, 1997.6.30-7.4.
- (11) 黒川：太陽光発電量と電力負荷, 日本建築学会シンポジウム「建築家のための太陽光発電技術」, 建築会館ホール, 1997.5.20.
- (12) 黒川：太陽光発電システムの面展開, 太陽光発電懇話会「光発電」1997.7.
- (13) 黒川：太陽光発電システムの最近の動向, OHM, pp.22-26, 1997.8.
- (14) 大谷, 村田, 作田, 箕輪, 黒川：面的に広がった分散型太陽光発電システムの集積的発圧電特性, 平成 9 年電気学会電力・エネルギー部門大会, 1997.7.7.
- (15) 黒川：快適生活！新エネルギー事情, 猿と美代子のもっと知りたいニッポン, テレビ東京, 1997.5.23(5.30 放映) (TV 対談)
- (16) K. Kurokawa, H. Sugiyama, D. Uchida, K. Sakuta, K. Sakamoto, T. Oshiro, T. Matsuo, T. Katagiri: Extended Performance Analysis of 70 PV Systems in Japanese Field Test Program, 26th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Anaheim, 1997.9.29-10.3.
- (17) 黒川：太陽光発電システムの構成, エネルギー変換懇話会セミナー, 科学技術館, 1997.10.17.
- (18) 黒川：地球にやさしい自然エネルギー, 日本大学公開講座「21 世紀の沿岸環境の保全と創造」, 1997.11.12.
- (19) 津田, 作田, 大城, 黒川：独立型太陽光発電システムのシミュレーション, 平成 9 年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会研究講演発表会, 1997.11.28-29, No.14.
- (20) 杉山, 内田, 大谷, 津田, 作田, 坂本, 大城, 黒川：フィールドテストデータからの地域発電特性の解析方法, 平成 9 年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 1997.11.28-29, No.4.
- (21) 箕輪, 大谷, 津田, 作田, 黒川：地域内における集合日射の変動抑制効果, 平成 9 年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 1997.11.28-29.
- (22) 鰻田, 作田, 大谷, 村田, 黒川：PV モジュールリサイクルの実験的検討, 平成 9 年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 1997.11.28-29, No.94.
- (23) K. Kurokawa: Areal evolution of PV systems, Solar Energy Materials and Solar Cells 47(1997) 27-36, 1997.
- (24) K. Kurokawa, T. Takashima, T. Hirasawa, T. Kikuchi, T. Imura, T. Nishioka, H. Iituka, N. Tashiro: Case studies of large-scale PV systems distributed around desert area of the world, Solar Energy Materials and Solar Cells 47 (1997) 189-196, 1997.
- (25) K. Otani, J. Minowa, K. Kurokawa: Study on areal solar irradiance for analyzing areally-totalized PV systems, Solar Energy Materials solar Cells 47 (1997) 281-288, 1997.
- (26) K. Kurokawa, K. Kamisako, T. Shimizu: Conceptual considerations on PV systems composed of AC modules, Solar Energy Materials and Solar Cells 47 (1997) 243-250, 1997.
- (27) T. Oshiro, H. Nakamura, M. Imataki, K. Sakuta, K. Kurokawa: Practical values of various parameters for PV systems design, Solar Energy Materials and Solar Cells 47 (1997) 177-187, 1997.

<1998 年>

- (1) 黒川：このところやけに欧州 — 国際エネルギー機関における太陽光発電研究協力, 海外レポート, 1998.1.
- (2) K. Otani, K. Sakuta, K. Kurokawa: A Simple Monitoring Method for Estimation of Shading Loss of Photovoltaic Systems, EuroSun '98 2nd ISES Europe Congress, 1998.1.15.
- (3) 黒川：太陽からの贈り物, 新エネルギー導入講座, 東北地域における太陽光発電システム導入の促進, 1998.3.5.
- (4) 黒川, 大谷：太陽電池の仕組みと応用, 「やさしい光技術」光産業技術振興協会, 1998.
- (5) 内田, 杉山, 黒川, 八百井, 田中, 左鹿：333kW NTT 中央研修センター PV システムの運転特性, 平成 10 年電気学会全国大会, 1998.3.25-27.
- (6) 黒川：地域型面展開で普及促進, 21 人が語る近未来像, 住宅産業新聞, 1998.3.25, pp.9.
- (7) T. Shimizu, K. Kurokawa: A Modification of Positive-Column Theory by the Standard Distribution (標準分布による陽光柱理論の修正), 平成 10 年電気学会全国大会, 1998.3.25-27.
- (8) K. Kurokawa: The State of the Art in Photovoltaics, NEDO - SPC PV Seminar, Beijing, 1998.3.27.
- (9) 黒川：太陽光発電地域特性に関する基礎的問題の解明, H9 年度 NEDO 委託業務成果報告書, 1998.3.
- (10) 黒川：太陽光発電地域特性に関する基礎的問題の解明, 第 3 回太陽エネルギー推進委員会・第 10 回太陽光発電連絡会, 虎ノ門パストラル, 1998.4.20-23.
- (11) 黒川：太陽光発電の普及拡大を図るには (パネル討論司会), 太陽光発電システムシンポジウム, 太陽光発電懇話会, 1998.6.2-4.
- (12) K. Kurokawa: IWAKI Mega-PV Land, EUREC Tutorial, Vienna, 1998.7.5.
- (13) K. Otani, K. Sakuta, K. Kurokawa: A simple method for estimation of shading loss of photovoltaic systems, EuroSun 98, 2nd ISES Europe Congress, 1998.3.
- (14) 内田, 杉山, 黒川, 他：333kW NTT 中央研修センター PV システムの運転特性, 平成 10 年電気学会全国大会, No.1818, 1998.3.
- (15) K. Kurokawa, et al: Sophisticated verification of simple monitored data for Japanese Field Test Program, WCPEC-2, Vienna, 1998.7.

- (16) K. Kurokawa, K. Kato, F. Palleta, A. Illiceto: Very Large Scale Photovoltaic Generation System (VLS-PV) Project, WCPEC-2, Vienna, 1998.7.6-10, [VD6.36].
- (17) M. Kusakawa, H. Nagayoshi, K. Kamisako, K. Kurokawa: A new type of module integrated converter with wide voltage matching ability, WCPEC-2, Vienna, 1998.7.6-10, [VA5.10].
- (18) T.Yamada, H.Nakamura, T.Oshiro, K.Sakuta, K.Kurokawa: Measuring and analysis program in Japanese Monitoring Program of residential PV systems, WCPEC-2, Vienna, 1998.7.
- (19) K.Otani, A.Murata, K.Sakuta, K.Kurokawa, J.Minowa: Statistical smoothing of power delivered to utilities by distributed PV systems, WCPEC-2, Vienna, 1998.7.
- (20) K. Sakuta, K. Otani, A. Murata, H. Unagida, K. Kurokawa: Attempt to recover silicon PV cells from modules for recycling, WCPEC-2, Vienna, 1998.7.6-10, [VB6.17].
- (21) Tsuda, K. Nozaki, K. Sakuta, M. Oshiro, K. Kurokawa: Simulation results of stand-alone PV systems under various load conditions, WCPEC-2, Vienna, 1998.7.6-10, [VA4.32].
- (22) H. Nakamura, T. Yamada, T. Ohshiro, K. Sakuta, K. Kurokawa : Comparison between estimation procedures for I-V curve in STC, WCPEC-2, Vienna, 1998.7.6-10, [VC4.10].
- (23) 黒川：太陽光発電システムの展望，電気学会B部門誌，平成10年7/8月号特集解説，1998.7, pp.754-757.
- (24) 未来を見つめ新しいものに挑む 東京農工大学，毎日新聞，武蔵野版，1998.7.25. (報道)
- (25) 谷口，黒川，大谷：雲移動ベクトルによる日射予測の検討(基礎研究)，電気学会B部門大会，No.219, pp442-443, 成蹊大学，1998.8.5-7.
- (26) 村上，黒川，小林，滝川：系統連系型太陽光発電の動的特性シミュレーション -誘導機負荷が単独運転に与える影響の評価-，電気学会B部門大会，No.234, pp472-473, 成蹊大学，1998.8.5-7.
- (27) 津田，鱒田，作田，黒川：PV モジュールリサイクルにおける有機溶媒法の予備的検討，電気学会B部門大会，No.585, pp675-676, 成蹊大学，1998.8.5-7.
- (28) K. Otani, K. Sakuta, K. Kurokawa : A Simple Monitoring Method for Estimation of Shading Loss of Photovoltaic Systems, EuroSun '98 2nd ISES Europe Congress, Portoroz, Slovenia, Sept. 14-17, 1998.
- (29) K. Kurokawa : Realistic Values of Various Parameters for PV System Design, World Renewable Energy Congress V, Florence, 1998.9.19-25.
- (30) K. Kurokawa : Realistic Values of Various Parameters for PV System Design, Renewable Energy, Vol.15, No.1-4, pp157-164, 1998.9.
- (31) 箕輪，大谷，津田，作田，黒川：地域面平均日射の推定による太陽光発電システムのkW 価値分析，平成10年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会，No.5, 琉球大学工学部，1998.12.5-6.
- (32) 松川，中村(JQA)，杉浦(JQA)，黒川，石川(大同ほくさん)：太陽電池を複数の方位および角度に設置した際の特性，平成10年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会，No.8, 琉球大学工学部，1998.12.5-6.
- (33) 川口，津田，作田，黒川：独立型PV システムのシミュレーション，平成10年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会，No.13, 琉球大学工学部，1998.12.5-6.
- (34) 村上，黒川，小林(CRIEPI)，滝川(CRIEPI)：系統連系型太陽光発電システムの単独運転特性シミュレーション，平成10年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会，No.20, 琉球大学工学部，1998.12.5-6.
- (35) 宇野沢，黒川，杉浦：太陽光発電システムの年間発電量の簡略推定方式の提案，平成10年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会，No.26, 琉球大学工学部，1998.12.5-6.
- (36) 中村(JQA)，杉浦(JQA)，作田，黒川：汚れ補正係数Kpdsによる太陽電池モジュールの汚れ評価，平成10年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会，No.34, 琉球大学工学部，1998.12.5-6.
- (37) 鱒田，津田，村田，作田，黒川：PV モジュールリサイクルの実験的検討，平成10年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会，No.36, 琉球大学工学部，1998.12.5-6.
- (38) 黒川：太陽からの贈り物，自然エネルギー市民会議，第3回「市民のための自然エネルギーを考える会」，土浦，1998.11.1.
- (39) 黒川(コオーディネータ)：地球の環境維持と地域活動—エネルギーのケース，多摩ルネッサンスⅡ 98 21世紀へのかけ橋 教育・環境とエネルギー・産業，東京農工大学工学部，98.11.21.
- (40) 黒川：太陽からの贈り物，国際自然エネルギーパイオニア会議，大谷大学，1998.12.6.

<1999年>

- (1) 黒川：太陽エネルギー，日本学術会議主催，第48回理論応用力学講演会，パネルディスカッション「再生可能エネルギー」，99.1.25.
- (2) K. Yoshioka, S. Goma, k. Kurokawa, T. Saitoh: Improved design of a three-dimensional, static concentrator lens using meteorological data, Progress in Photovoltaics Research and Applications, Vol.7, No.1, pp61-69 (1999).
- (3) 鱒田，津田，村田，作田，黒川：PVモジュールリサイクルにおけるα-ジクロロベンゼン法の検討，平成11年電気学会全国大会，山口大学，1999.3.
- (4) 黒川：太陽光発電システム技術の現状と将来，1999年春季応用物理学会関係連合講演会，シンポジウム「環境・エネルギーの世紀を開く太陽光発電」東京理科大学，1999.3.28-31.
- (5) 黒川：太陽電池システムエネルギー有効利用技術に関する研究，平成10年度共同研究成果報告書，NTT，1999.3.
- (6) 黒川：太陽光発電地域特性に関する基礎的問題の解明，第36回太陽エネルギー推進委員会・第11回太陽光発電連絡会，虎ノ門パストラル，1999.4.20-23.
- (7) 黒川：太陽光発電システム，早稲田大学理工学研究科「先端電力光学」，1999.5.21 & 5.28.
- (8) K. Kurokawa, et al: A preliminary analysis of the very large scale photovoltaic power generating (VLS-PV) systems, Report IEA-PVPS TVI-5 1999:1, IEA PVPS Task VI/Subtask 50, May 1999.
- (9) 黒川：太陽からの贈り物，NHK太陽光発電フォーラム—21世紀の新エネルギーを考える—，基調講演，NHK千代田放送会館，1999.5.11.
- (10) 太陽光発電フォーラム，BSフォーラム，NHK BS1，1999.5.29.
- (11) 黒川：太陽光発電システムの開発動向，11回太陽光発電システムシンポジウム，1999.6.9-11.
- (12) 黒川：太陽の贈り物，再生可能エネルギー推進市民フォーラム西日本，設立記念シンポジウム，天神アクロス福岡，1999.6.19.
- (13) 黒川：地球の環境維持と地域活動—エネルギーのケース，多摩ルネッサンス・ニューズレター，No.13，1999.2.
- (14) 黒川：太陽光発電の未来と課題，自然エネルギー推進議員勉強会，参議院議員会館，1999.7.15

- (15) 黒川：無尽蔵でクリーンなエネルギーを，住宅産業新聞，1999.2.21.
- (16) K. Kurokawa: Seminar on "Solar-Roof technologies", KIER, Taejon, July 26, 1999.
- (17) K. Kurokawa: Seminar on "Status of PV and VLS-PV, Seoul, July 27, 1999.
- (18) 韓国紙：韓国太陽光発電協会主催「韓国太陽光発電セミナー」（ゴビ砂漠の太陽光発電は，31年後に大きなエネルギー源となる。）ソウル，1999年7月27日。（報道）
- (19) 黒川：東京農工大学における太陽光発電研究，H11第1回産学交流会，TAMA産業活性化協議会，1999.7.29.
- (20) 片岡成成，黒川，村田：アジア地域の最適化モデルを用いた環境評価，H11電気学会電力・エネルギー部門大会，福岡工業大学，1999.8.3-5.
- (21) K. Kurokawa, D. Uchida, K. Otani, T. Sugiura: Realistic PV performance values obtained by a number of grid-connected systems in Japan, North Sun '99, Edmonton, 1999.8.11-14.
- (22) 黒川：砂漠は21世紀の人類を救うか？，オプトニュース，光産業技術振興協会，No.5, 1999.9.
- (23) 黒川：系統連系と個人住宅用システム，第26回応用物理学会スクール「太陽光発電技術と応用」，甲南大学，1999.9.3.
- (24) 黒川：ACモジュールによる太陽光発電，TAMA活性化協議会，研究開発促進委員会，ホテルメッツ国分寺，1999.9.10.
- (25) K. Kurokawa: PV systems in urban environment, PVSEC-11, Sapporo, Sept. 20-24, 1999.
- (26) 557H. Unozawa, K. Otani, K. Kurokawa: A simplified estimating method for in-plane irradiation using minute horizontal irradiation, PVSEC-11, Sapporo, Sept. 20-24, 1999.
- (27) H. Taniguchi, K. otani, K. Kurokawa: Hourly forecast of global irradiation using GMS staellite images, PVSEC-11, Sapporo, Sept. 20-24, 1999.
- (28) D. Uchida, K. otani, K. Kurokawa: Evaluation of effective shading factor by fitting a clear-day pattern obtained from hourly maximum irradiance data, PVSEC-11, Sapporo, Sept. 20-24, 1999.
- (29) 560 M. Kusakawa, H. Nagayoshi, K. kamisako K. Kurokawa: Further improvement of a transformerless, voltage-boosting inverter for AC modules, PVSEC-11, Sapporo, Sept. 20-24, 1999.
- (30) K. Otani, K. Sakuta, J. Minowa, K. Kurokawa: Enhancement of minimum power in distributed PV systems, PVSEC-11, Sapporo, Sept. 20-24, 1999.
- (31) H. Nagayoshi, K. Kurokawa, T. Ohashi, H. Nishida, T. Deguchi: Peak-power reduction with 100kW PV and battery hybrid system at Shonan Institute of Technology, PVSEC-11, Sapporo, Sept. 20-24, 1999.
- (32) T. Yamada, H. Nakamura, T. Sugiura, K. Sakuta, K. Kurokawa: Reflection loss analysis by optical modeling of PV module, PVSEC-11, Sapporo, Sept. 20-24, 1999
- (33) H. Nakamura, T. Yamada, T. Sugiura, K. Sakuta, K. Kurokawa: Data analysis on solar irradiance and performance characteristics of solar modules with a test facility of various tilt angles and directions, PVSEC-11, Sapporo, Sept. 20-24, 1999.
- (34) 565 T. Ohba, K. Shimabukuro, K. Kurokawa, S. Wakamatsu, M. Takehara: New stage of building-integrated photovoltaic systems, PVSEC-11, Sapporo, Sept. 20-24, 1999.
- (35) 566 T. Doi, I. Tsuda, H. Unagida, A. Murata, K. Sakuta, K. Kurokawa: Experimental study on PV module recycling with organic solvent method, PVSEC-11, Sapporo, Sept. 20-24, 1999.
- (36) Y. Nozaki, K. Akiyama, H. Kawaguchi, K. Kurokawa: A new control method in EDLC-batteries hybrid stand-alone photovoltaic power system, IEEE/APEC 2000.
- (37) 黒川：太陽光発電の課題と将来展望，電気評論，pp.48-52, 1999.9.
- (38) 黒川：IEA第3回太陽光発電エグゼクティブ会議，国際会議速報，光産業振興協会，1999.10.
- (39) 黒川：太陽光発電の課題と将来展望，H11太陽エネルギー学会等研究発表会，同志社大学，1999.11.25-26.
- (40) 登守，大谷，作田，黒川：写真測量による太陽光発電システムの日照障害特性の推定，H11太陽エネルギー学会等研究発表会，No.27, 同志社大学，1999.11.25-26.
- (41) 鰻田，土井，津田，村田，作田，黒川：加熱溶媒法によるPVモジュールリサイクル，H11太陽エネルギー学会等研究発表会，No.43, 同志社大学，1999.11.25-26.
- (42) 中村，杉浦，山田，作田，黒川：多姿勢設置された太陽電池モジュールの発電特性評価，H11太陽エネルギー学会等研究発表会，No.17, 同志社大学，1999.11.25-26.
- (43) 松川，塩谷，山田，杉浦，黒川：建築設計のための太陽電池アレイシミュレーション手法に関する検討，H11太陽エネルギー学会等研究発表会，No.16, 同志社大学，1999.11.25-26.
- (44) 加藤，大谷，作田，杉浦，黒川：住宅用太陽光発電システムの全国同時多点計測による日射面特性解析（1），H11太陽エネルギー学会等研究発表会，No.20, 同志社大学，1999.11.25-26.
- (45) 川口，黒川，野崎：電気二重層コンデンサを併用した独立型太陽光発電システム，H11太陽エネルギー学会等研究発表会，No.127, 同志社大学，1999.11.25-26.

<2000年>

- (1) 黒川：太陽光発電の現状と展望，計測と制御，Vol.39, No.1, pp.8-13, 2000.
- (2) 黒川：太陽光発電の課題と将来展望，エネルギー変換懇話会，日本科学技術振興財団，2000.1.31.
- (3) 黒川：太陽光発電システムの動向，日本電気工業会第27回新エネルギー講演会，2000.2.10.
- (4) 大谷，作田，加藤，杉浦，内田，山口，黒川：住宅用太陽光発電システムの運転特性評価，電気学会新エネルギー環境研究会「再生可能エネルギー」2000.3.15.
- (5) 野崎，秋山，川口，黒川：EDLC併用型独立型太陽光発電システムに用いるコンバータの設計方法と効率特性，電気学会全国大会，東工大，2000.3.
- (6) 川口，黒川，野崎：独立型太陽光発電システムの出力係数に関する検討，電気学会全国大会，東工大，2000.3.
- (7) 登守，大谷，作田，黒川：写真測量による日陰推定誤差の検討，電気学会全国大会，東工大，2000.3.
- (8) 石川，黒川，岡田，滝川：太陽光発電システム複数連系時における運転特性－電圧上昇抑制特性のモデル化，電気学会全国大会，東工大，2000.3.
- (9) 山口，内田，黒川：SV法による太陽光発電システムの損失因子の詳細化，電気学会全国大会，東工大，2000.3.
- (10) 黒川：エネルギー創出時代，住まいの文化誌別巻「地球環境」，ミサワホーム総合研究所刊（著書），2000
- (11) 黒川：太陽光発電システム技術動向，シーエムシー，（著書）

- (12) 黒川：太陽光発電地域発電特性に関する基礎的問題の解明，第12回太陽光発電連絡会，虎ノ門，2000.4.17（口頭発表）
- (13) K. Kurokawa: PV systems in urban environment, Solar Energy Materials and Solar Cells, 2000. ?.
- (14) K. Kurokawa, O. Ikki: The Japanese experiences with national PV system Programme, Solar Energy, Topical Issue on Grid Connected Photovoltaics, 2000.?.
- (15) K. Kurokawa, D. Uchida, A. Yamaguchi: Intensive introduction of residential PV systems and their monitoring by citizen-oriented efforts in Japan, 16th EU-PVSEC, Glasgow, May 1-5 2000.
- (16) K. Kurokawa, P. Menna, F. Paletta, K. Kato, K. Komoto, T. Kichimi, S. Yamamoto, J. Song, W. Rijssenbeek, P. Van der Vleuten, J. Garcia Martin, A de Julian Palero, G. Andersson, R. Minder, M. Sami Zannoun, M. Aly Helal: A preliminary analysis of very large scale photovoltaic power generation (VLS-PV) systems, 16th EU-PVSEC, Glasgow, May 1-5 2000.
- (17) H. Nagayoshi, K. Kurokawa, T. Ohashi, H. Nishita, T. Deguchi: Feasibility study of peak-power reduction system using 100kW PV and battery combined system at Shonan Institute of Technology, 16th EU-PSEC, Glasgow, May 1-5 2000.
- (18) K. Kurokawa : Realistic PV Performance Values Obtained by a Number Grid-Connected Systems in Japan, World Renewable Energy Congress, Brighton, July 1-7, 2000（国際会議）
- (19) 黒川：太陽光発電システムの開発動向，第17回太陽光発電システムシンポジウム，発明会館，2000.6.14-16（口頭発表）
- (20) 黒川：太陽光発電の課題と将来展望，第8回高効率太陽電池および太陽光発電システムワークショップ，福井フェニックスプラザ，2000.7.20-21（招待講演）
- (21) 桜井，黒川：太陽電池アレイ分布定数回路シミュレーション～アレイ等価回路の提案～，電気学会電力・エネルギー部門大会，北海道大学，2000.8.2-4
- (22) 川口，黒川，野崎：電気二重層キャパシタを組み込んだ独立型太陽光発電システム，電気学会電力・エネルギー部門大会，北海道大学，2000.8.2-4
- (23) 輿石，黒川：太陽光発電における最大電力点追従制御システムの評価，電気学会電力・エネルギー部門大会，北海道大学，2000.8.2-4
- (24) 石川，黒川，岡田，滝川：太陽光発電システムの複数台連系時における運転特性評価，電気学会電力・エネルギー部門大会，北海道大学，2000.8.2-4
- (25) 山口，黒川，都筑，大谷：太陽光発電システムの評価に関する検討～アメダスデータ等を用いた日射量の推定方法～，電気学会電力・エネルギー部門大会，北海道大学，2000.8.2-4
- (26) 谷口，大谷，黒川：衛星雲画像を利用した雲アルベドの動的分析，電気学会電力・エネルギー部門大会，北海道大学，2000.8.2-4
- (27) H.Taniguchi,K.Otani,K.Kurokawa: The motional analysis of cloud albedo patterns by using GMS images,28th IEEE PVSC, Alaska September 15-22 2000
- (28) T.Tomori, K.Otani, K.Sakuta, K.Kurokawai: On-site BIPV array shading evaluation tool using stereo-fisheye photographs,28th IEEE PVSC, Alaska September 15-22 2000
- (29) H.Matsukawa,M.Shioya,K.Kurokawa: Study on simple assessment of BIPV power generation for architects,28th IEEE PVSC, Alaska September 15-22 2000
- (30) 黒川：エネルギー・環境問題と太陽光発電システムへの期待，NEDO フォーラム2000，東京ビッグサイト，2000.9.26-28（講演）
- (31) 松川，塩谷，黒川，杉浦：太陽光発電システムの建築的利用に関する研究（その1）部分日陰が発電特性に及ぼす影響評価，日本建築学会，日本大学，2000.9
- (32) 塩谷，松川，黒川：太陽光発電システムの建築的利用に関する研究（その2）異傾斜角・異方位角の混在が発電特性に及ぼす影響評価，日本建築学会，日本大学，2000.9
- (33) 塩谷，伊藤，松川，黒川，杉浦：建物条件の不均一が太陽光発電システムの発電特性に及ぼす影響評価，日本建築学会，日本大学，2000.9
- (34) K. Kurokawa: Solar RD&D in Japan, IEA0CERT Expert Workshop, Paris, France, Oct. 27, 2000（口頭発表）
- (35) 石川，黒川，岡田，滝川：太陽光発電システム複数台連系時における運転特性評価—電圧上昇抑制機能の検討—，日本太陽エネルギー学会，No.12，金沢工業大学，2000.11.8-9
- (36) 大関，井澤，山口，大谷，黒川：太陽光発電システムの経年特性，日本太陽エネルギー学会，No.14，金沢工業大学，2000.11.8-9
- (37) 加藤，大谷，作田，杉浦，黒川：導入地域の広がりを考慮した太陽光発電システムのkW 価値の検討，日本太陽エネルギー学会，No.15，金沢工業大学，2000.11.8-9
- (38) 山下，黒川：PVインバータのデジタル制御～ワンチップマイコンによる制御技術～，日本太陽エネルギー学会，No.22，金沢工業大学，2000.11.8-9
- (39) 輿石，黒川：太陽光発電システムにおける最大電力点追従制御の評価，日本太陽エネルギー学会，No.25，金沢工業大学，2000.11.8-9
- (40) 高宮，黒川：台形公式によるPVインバータの動作解析-PVインバータの適正な入力容量のための解析-，日本太陽エネルギー学会，No.26，金沢工業大学，2000.11.8-9
- (41) 大谷，加藤，作田，杉浦，黒川：パラメータ分析法を基にした太陽光発電システム・シミュレーションの住宅用システムによる検証，日本太陽エネルギー学会，No.31，金沢工業大学，2000.11.8-9
- (42) 桜井，黒川：太陽光発電アレイ分布定数回路シミュレーション～シミュレーション手法の検討～，日本太陽エネルギー学会，No.81，金沢工業大学，2000.11.8-9

- (43) 山田, 梅谷, 中村, 杉浦, 大谷, 作田, 黒川: モジュール直並列合成 I Vカーブを利用した日陰損失シミュレーション技術の開発, 日本太陽エネルギー学会, No.92, 金沢工業大学, 2000.11.8-9
- (44) 田村, 黒川, 大谷: 観測日射量の瞬時直散分離に関する研究, 日本太陽エネルギー学会, No.126, 金沢工業大学, 2000.11.8-9
- (45) 川口, 黒川, 野崎, 谷内: EDLC を組み込んだ独立型太陽光発電システムのシミュレーション, 電子通信エネルギー研究会, 機械振興会館, 2000.11.17
- (46) 黒川: 太陽光発電の課題と将来展望, 政策総合研究所, エネルギーの有効利用と環境保全, 2000.12.10. (執筆原稿)

<2001 年>

- (1) 黒川: 21 世紀に羽ばたく太陽光発電, 太陽光発電協会「太陽光発電」誌寄稿, 2001.1
- (2) 谷口, 大谷, 黒川: 衛星雲画像を用いた雲アルベドの動的分析, 電気学会論文誌 B, Vol.121-B, No.2, 2001.2
- (3) 石川, 黒川, 岡田, 滝川: 太陽光発電システム複数台連系時における運転特性評価, 電気学会新エネルギー・環境研究会, FTE-01-4, 2001.2.21
- (4) 井澤, 大関, 大谷, 都筑, 黒川: , 電気学会全国大会, 名古屋大学, 2001.3.21-23
- (5) 高宮, 黒川: P Vインバータの適正な入力容量の決定方法に関する研究, 電気学会全国大会, 名古屋大学, 2001.3.21-23
- (6) 輿石, 黒川, 濱田, 劉: 太陽電池模擬電源による最大電力転送制御の評価, 電気学会全国大会, 名古屋大学, 2001.3.21-23
- (7) Kosuke Kurokawa: PV systems in urban environment, Solar Energy Materials & Solar Cells Vol.67 (2001), Nos.1-4, March 2001,
- (8) T.Doi, I.Tsuda, H.Unagida, A.Murata, K.Sakuta, K.Kurokawa: Experimental study on PV module recycling with organic solvent method, Solar Energy Materials & Solar Cells, Vol.67 (2001), Nos.1-4, March 2001
- (9) H.Unozawa, K.Otani, K.Kurokawa: A simplified estimating method for in-plane irradiation using minute horizontal irradiation, Solar Energy Materials & Solar Cells, Vol.67 (2001), Nos.1-4, March 2001
- (10) H.Taniguchi, K.Otani, K.Kurokawa: Hourly forecast of global irradiation using GMS staellite images, Solar Energy Materials & Solar Cells, Vol.67 (2001), Nos.1-4, March 2001
- (11) D.Uchida, K.Otani, K.Kurokawa: Evaluation of effective shading factor by fitting a clear-day pattern obtained from hourly maximum irradiance data, Solar Energy Materials & Solar Cells, Vol.67 (2001), Nos.1-4, March 2001
- (12) M.Kusakawa, H.Nagayoshi, K.kamisako, K.Kurokawa: Further improvement of a transformerless, voltage-boosting inverter for AC modules, Solar Energy Materials & Solar Cells, Vol.67 (2001), Nos.1-4, March 2001
- (13) 黒川: 明日の世界を支える太陽光発電エネルギー, 春期応用物理学関係連合講演会シンポジウム「太陽光発電-現在から未来へ」, 明治大学, 2001.3.28-31
- (14) 黒川: 都市地域における太陽光発電地域特性に関する基礎的問題の解明, H12 年度 NEDO 委託業務成果報告書, 2001.3.
- (15) 黒川: 太陽光発電用分散型パワーコンディショナの研究開発, NEDO 地域コンソーシアム研究開発委託業務成果報告書, 2001.3.
- (16) 黒川: 太陽光発電と分散電源, 名古屋大学大学院集中講義, 2001.05.17.
- (17) K.Kurokawa, O.Ikki: The Japanese experiences with national PV system Programmes, Solar Energy, Vol.70, No.6 (Topical Issue on Grid Connected Photovoltaics), June 2001
- (18) 黒川: 太陽光発電システムの開発動向, 18 回太陽光発電システムシンポジウム, イイノホール, 2001.6.5-7.
- (19) Kosuke Kurokawa: TOWARD LARGE-SCALE PV POWER GENERATION, 12th PVSEC, JEJU, June 11-15 2001
- (20) M.Ito, K.Kato, H.Sugihara, T.Kichimi, J.Song, K.Kurokawa: A Preliminary Study on Potential for Very Large-Scale Photovoltaic Power Generation (VLS-PV) System on the Gobi Desert from Economic and Environmental Viewpoints, 12th PVSEC, JEJU, June 11-15 2001
- (21) P.Menna, U.Ciorba, F.Pauli, K.Komoto, K.Kato, J.Song, K.Kurokawa: Analysis of the Impacts of Transferring a Photovoltaic Module Manufacturing Facility, 12th PVSEC, JEJU, June 11-15 2001
- (22) T.Ishikawa, K.Kurokawa, N.Okada, K.Takigawa: EVALUATION OF OPERATION CHARACTERISTICS IN MULTIPLE INTERCONNECTION OF PV SYSTEMS, 12th PVSEC, JEJU, June 11-15 2001
- (23) H.Matsukawa, K.Koshiishi, H.Koizumi, K.Kurokawa, M.Hamada, L.Bo: Dynamic Evaluation of Maximum Power Point Tracking Operation with PV array Simulator, 12th PVSEC, JEJU, June 11-15 2001
- (24) J.Tamura, K.Kurokawa, K.Otani: A study of measuring estimating for in-plane irradiation using minute horizontal Global Irradiation, 12th PVSEC, JEJU, June 11-15 2001
- (25) A.Yamaguchi, K.Kurokawa, T.Uno, M.Takahashi: Reflection and Absorption Characteristics of Electromagnetic Waves for PV Modules, 12th PVSEC, JEJU, June 11-15 2001
- (26) K.Otani, K.Sakuta, T.Tomori, K.Kurokawa: Shading loss analysis of PV systems in urban area, 12th PVSEC, JEJU, June 11-15 2001
- (27) T.Oozeki, T.Izawa, K.Otani, K.Kurokawa: The Evaluation Method of PV Systems, 12th PVSEC, JEJU, June 11-15 2001
- (28) T.Sugiura, T.Yamada, H.Nakamura, M.Umeya, K.Sakuta, K.Kurokawa: Measurements, Analysis and Evaluation of Residential PV Systems by Japanese Monitoring Program, 12th PVSEC, JEJU, June 11-15 2001
- (29) J.Song, K.Kurokawa, P.Menna, K.Kato, N.Enebish, D.Collier, S.C.Shin: International Symposium on “Potential of Very Large Scale Power Generation System on Desert, 12th PVSEC, JEJU, June 11-15 2001

- (30) Y.Nozaki, K.Akiyama, T.Yachi, H.Kawaguchi, K.Kurokawa: Operating characteristics of an EDLC-battery hybrid stand-alone photovoltaic system, IECE Tans Communications, E84B (7), July 2001
- (31) K.Kurokawa: The state-of-the-art in Photovoltaic, 1st MOPVC, Ulaanbaatar, September 5-7 2001
- (32) K.Otani: Solar Energy Mapping for Eastern Asia by Satellite Images, 1st MOPVC, Ulaanbaatar, September 5-7 2001
- (33) M.Ito, Kazuhiko Kato, Hiroyuki Sugihara, Tetsuo Kichimi, Jinsoo Song, Kosuke Kurokawa: A life-cycle analysis of Very Large Scale Photovoltaic (VLS-PV) System in the Gobi desert, 1st MOPVC, Ulaanbaatar, September 5-7 2001
- (34) A.Amarbayar, K.Kurokawa: Performance analysis of Portable photovoltaic power generation systems based on measured data in Mongolia, 1st MOPVC, Ulaanbaatar, September 5-7 2001
- (35) 黒川：日本における太陽光発電の現状と今後の動向，関電工太陽光発電国際シンポジウム「太陽光発電は地球を救えるか」，品川コクヨホール，2001.9.18
- (36) 黒川：太陽光発電にかける夢，NEDO フォーラム-パネル太陽技術分科会，ホテルニューオータニ，2001.9.20
- (37) 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, 17th EU-PVSEC, Munich, October 22-26 2001
- (38) M.Ito, K.Kato, H.Sugihara, T.Kichimi, J.Song, K.Kurokawa: A Preliminary Study on Potential for Very Large-Scale Photovoltaic Power Generation System (VLS-PV) on the World Desert, 17th EU-PVSEC, Munich, October 22-26 2001
- (39) J.Tamura, K.Kurokawa, K.Otani: Measuring and estimating for In-plane Irradiation, 17th EU-PVSEC, Munich, October 22-26 2001
- (40) A.Yamaguchi, K.Kurokawa, T.Uno, M.Takahashi: A New Added Value of Photovoltaic Module ~Absorption Characteristics of Electromagnetic wave~, 17th EU-PVSEC, Munich, October 22-26 2001
- (41) 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, 17th EU-PVSEC, Munich, October 22-26 2001
- (42) 黒川：最近の太陽光発電研究・成果と今後の動向，田友会，学士会館，2001.11.09
- (43) 野田，水野，小泉，黒川：太陽光発電が連系した配電システムのシミュレータの開発，日本太陽エネルギー学会，徳島文理大学，2001.11.8-9
- (44) 山下，小泉，黒川，名島，川崎：PV インバータのデジタル制御，日本太陽エネルギー学会，徳島文理大学，2001.11.8-9
- (45) 登守，大谷，作田，大野，飯田，黒川：都市環境における太陽光発電システムの日陰評価法，日本太陽エネルギー学会，徳島文理大学，2001.11.8-9
- (46) 中村，杉浦，高橋，黒川：複数面設置された住宅用太陽光発電システムの発電量推定について，日本太陽エネルギー学会，徳島文理大学，2001.11.8-9
- (47) アマルバヤル，黒川：モンゴルにおける携帯型発電システム実証研究のデータ解析・システム評価，日本太陽エネルギー学会，徳島文理大学，2001.11.8-9
- (48) 井澤，大関，大谷，都築，黒川：太陽光発電システム計測データの品質診断法，日本太陽エネルギー学会，徳島文理大学，2001.11.8-9
- (49) 大関，井澤，大谷，黒川：太陽光発電システムの計測データを用いた評価方法，日本太陽エネルギー学会，徳島文理大学，2001.11.8-9
- (50) 竹内，金井，黒川：太陽電池単セルによる充電回路，電子情報通信学会電子通信エネルギー技術研究会，信学技報 EE 2001-33(2001-11)
- (51) 黒川：太陽光発電の課題と将来展望，新政策（政策総合研究所），2001.11
- (52) 黒川：太陽光発電技術の現状と将来動向，横浜市工業技術支援センター，2001.12.11

<2002 年>

- (1) 黒川：太陽光発電システムの新展開，光協会成果報告書，2002.3
- (2) 黒川：21 世紀世界の主役「太陽光発電」，JPEA 誌「光発電」，2002.2
- (3) 黒川：私の学生時代，グリーンキャンパス，2002.3
- (4) 黒川：世界へ向けた長期的な産業戦略が望まれる，PVTEC ニュース，2002.3
- (5) 竹内，金井，黒川：太陽電池単セル昇圧回路への MPPT 制御の適用，日本機械学会情報・知能・精密機械部門，東京工業大学，2002.3.26
- (6) 高橋，谷口，大谷，黒川：衛星雲画像の空間周波数を用いた日射量予測法の研究，電気学会全国大会，工学院大学，2002.3.26-29
- (7) 大関，井澤，大谷，中村，高橋，杉浦，黒川：電圧上昇抑制運転状態の実例と SV 法解析結果との比較検討，電気学会全国大会，工学院大学，2002.3.26-29
- (8) Paulo Sergio Pimentel, H. Matsukawa, T. Oozeki, T. Tomori, K. Kurokawa: PV System Integrated Evaluation Software, 29th IEEE PVSC, New Orleans, May 19-26 2002
- (9) A. Amarbayar, K. Kurokawa: PERFORMANCE ANALYSIS OF PORTABLE PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION SYSTEMS BASED ON MEASURED DATA IN MONGOLIA, 29th IEEE PVSC, New Orleans, May 19-26 2002
- (10) Y. Noda, T. Mizuno, H. Koizumi, K. Nagasaka, K. Kurokawa: THE DEVELOPMENT OF A SCALED-DOWN SIMULATOR FOR DISTRIBUTION GRIDS AND ITS APPLICATION FOR VERIFYING INTERFERENCE BEHAVIOR AMONG A NUMBER OF MODULE INTEGRATED CONVERTERS (MIC), 29th IEEE PVSC, New

Orleans, May 19-26 2002

- (11) K. Kurokawa, K. Kato, M. Ito, K. Komoto, T. Kichimi, H. Sugihara: A COST ANALYSIS OF VERY LARGE SCALE PV (VLS-PV) SYSTEM ON THE WORLD DESERTS, 29th IEEE PVSC, New Orleans, May 19-26 2002
- (12) A. Amarbayar, K. Kurokawa: PERFORMANCE ANALYSIS OF PORTABLE PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION SYSTEMS BASED ON MEASURED DATA IN MONGOLIA, WREC-7, Warszawa, June 29 – July 5 2002
- (13) 水野, 野田, 小泉, 黒川: 商用 PV インバータの単独運転検出要因の推定, 電気学会部門大会, 福井大学, 2002.8.7-9
- (14) 皆藤, 五島, 川崎, 小泉, 黒川: デジタルインバータにおける MPPT 制御の検討, 電気学会部門大会, 福井大学, 2002.8.7-9
- (15) 谷口, 高橋, 大谷, 黒川: AC モデルを用いた衛星雲画像による日射量予測の検討, 電気学会部門大会, 福井大学, 2002.8.7-9
- (16) H. Koizumi, K. Nagasaka, K. Kurokawa, N. Goshima, M. Kawasaki, Y. Yamashita, A. Hashimoto: DEVELOPMENT OF INTERCONNECTING MICRO CONTROLLER FOR PV SYSTEMS IN JAPAN, PV in Europe Conference and Exhibition From PV Technology to Energy Solutions, Rome, October 6-11 2002
- (17) T. Mizuno, T. Ishikawa, Y. Noda, H. Koizumi, K. Kurokawa, Y. Arai, N. Goshima, M. Kawasaki, H. Kobayashi: THE ISLANDING DETECTION ALGORITHM OF A NEW AC MODULE FOR THE GRID CONNECTION IN JAPAN, PV in Europe Conference and Exhibition From PV Technology to Energy Solutions, Rome, October 6-11 2002
- (18) 井澤, 大関, 黒川, 大谷, 都筑: 太陽光発電システムの簡易評価, 日本太陽エネルギー学会, 仙台国際センター, 2002.11.7-8
- (19) 田村, 大谷, 黒川: 多傾斜面日射量の測定と評価に関する研究, 日本太陽エネルギー学会, 仙台国際センター, 2002.11.7-8
- (20) 伊藤, 加藤, 河本, 杉原, 吉見, 黒川: ゴビ砂漠における大規模太陽光発電システムのライフサイクル評価, 日本太陽エネルギー学会, 仙台国際センター, 2002.11.7-8

<2003 年>

- (1) 伊藤, 加藤, 河本, 杉原, 吉見, 黒川: 世界の砂漠における 100MW 大規模太陽光発電システム(VLS-PV)のライフサイクル評価, 第 19 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 虎ノ門パストラル, 2003.1.30-31
- (2) パウロ, 松川, 大関, 黒川: 太陽光発電システム発電特性の統合評価ソフトウェア(PVI)の住宅用システムによる検証, 電気学会全国大会, 東北学院大学, 2003.3.17-19
- (3) 高橋, 谷口, 黒川, 大谷: 衛星雲画像の空間周波数分析を用いた日射予測, 電気学会全国大会, 東北学院大学, 2003.3.17-19
- (4) 皆藤, 小泉, 黒川, 五島, 川崎: 太陽光発電用インバータ向けデジタル MPPT 法の開発, 電気学会全国大会, 東北学院大学, 2003.3.17-19
- (5) 公楽, 黒川: LED ソーラーシミュレータによる太陽電池新測定法, 電気学会全国大会, 東北学院大学, 2003.3.17-19
- (6) 岡田, 小林, 石川, 滝川, 黒川: ループコントローラによる系統故障時の区間自立運転のための潮流制御の検討, 電気学会全国大会, 東北学院大学, 2003.3.17-19
- (7) 黒川: アジアにおける PV 技術開発/導入普及の現状と今後の課題, 第 2 回 アジアに於ける PV 技術開発/導入普及の現状と将来展望, 東京国際交流館, PVTEC/JEMA, 2003.2.14
- (8) 黒川: 太陽光発電のトピックス~WCPEC-3 へ向けて, 2003 年春季 50 回応物学会, 神奈川大 2003.3.27-30
- (9) 黒川: わが家の エネルギー・太陽光発電, 国立科学博物館, 2003.3.29
- (10) 黒川: 太陽光発電システムの新展開, 光協会成果報告書, 2003.3.
- (11) K. Kurokawa, editor.: Energy from the Desert, James & James Ltd., May, 2003(単行本)
- (12) M. Ito, K. Kato, K. Komoto, T. Kichimi, K. Kurokawa: An analysis of variation of very large-scale PV (VLS-PV) systems in the world deserts, WCPEC-3, Osaka, May 11-18
- (13) T. OOZEKI, T. IZAWA, H. KOIZUMI, K. OTANI, K. KUROKAWA: An evaluation result of PV system field test program for industry use by means of the SV method, WCPEC-3, Osaka, May 11-18, 2003
- (14) H. Matsukawa, Paulo Sergio Pimentel, T. Izawa, S. Ike, H. Koizumi, K. Kurokawa: An Integrated design software for photovoltaic systems, WCPEC-3, Osaka, May 11-18
- (15) S. Kohraku, K. Kurokawa: New methods for solar cell measurement by LED solar simulator, WCPEC-3, Osaka, May 11-18
- (16) H. Koizumi, K. Nagasaka, K. Kurokawa, N. Goshima, M. Kawasaki, Y. Yamashita, A. Hashimoto: Interconnecting micro controller for PV systems in Japan, WCPEC-3, Osaka, May 11-18
- (17) K. Takeuchi, H. Koizumi, K. Kurokawa: A new type of scaled-down network simulator composed of power electronics, WCPEC-3, Osaka, May 11-18
- (18) T. Mizuno, Y. Noda, H. Koizumi, K. Nagasaka, K. Kurokawa, H. Kobayashi: The experimental results of islanding detection method for Japanese AC modules, WCPEC-3, Osaka, May 11-18
- (19) Batsukh, D. Ochirvaani, Ch. Lkhagvajav, N. Enebish, Ts. Baatarchuluun, K. Otani, Koichi Sakuta, A. Amarbayar, K. Kurokawa: Evaluation of solar energy potentials in Gobi desert area of Mongolia, WCPEC-3, Osaka, May 11-18
- (20) Junsetu Tamura, Hiroyuki Nakamura, Yoshinori Inoue, Kenji Otani, Kosuke Kurokawa: A new method of calculating in-plane irradiation by one-minute local solar irradiance, WCPEC-3, Osaka, May 11-18

- (21) A.Adiyabat, K. Kurokawa: An Optimal design and use of solar home system in Mongolia, WCPEC-3, Osaka, May 11-18
- (22) N. Okada, H. Kobayashi, K. Takigawa, M. Ichikawa, K. Kurokawa: Loop power flow controll and volatge characteristics of distribution system for distributed generation including PV system, WCPEC-3, Osaka, May 11-18
- (23) N. Okada, T. Nanahara, K. Kurokawa: Estimation of distribution system load characteristics with time series data of PV system output, WCPEC-3, Osaka, May 11-18
- (24) Namjil Enebish, M. Battushig, M. Altanbagana, K. Otani, K. Sakuta, A. Adiyabat, K. Kurokawa: Performance monitoring of PV modules for VLS-PV systems in Gobi desert of Mongolia, WCPEC-3, Osaka, May 11-18
- (25) K. Sakakibara M. Ito, K. Kurokawa: A resource analysis on solar photovoltaic generation by a remote sensing approach,, WCPEC-3, Osaka, May 11-18
- (26) 黒川：太陽光発電システムの普及とその可能性，太陽光発電所ネットワーク設立記念シンポジウム，国連大学会議場，2003.5.24
- (27) 黒川：シンポジウム20年の歩み，第20回太陽光発電システムシンポジウム，2003.7.1-3
- (28) 黒川：太陽光発電システムの研究開発の方向性，第20回太陽光発電システムシンポジウム，2003.7.1-3
- (29) 松川，山田，塩谷，黒川：多面アレイ構造太陽光発電システムに対応したシミュレーション・ツールの開発，電気学会電力・エネルギー部門大会，東京電機大学，2003.8.6-8
- (30) 嶋田，黒川，吉岡：蓄電池あり系統連系太陽光発電システム，電気学会電力・エネルギー部門大会，東京電機大学，2003.8.6-8
- (31) 市川，岡田，黒川：系統故障時における BTB 式ループコントローラの特性解析，電気学会電力・エネルギー部門大会，東京電機大学，2003.8.6-8
- (32) 井上，黒川，三宅，中村，加藤：デュアルセンサ型日射計の開発，電気学会電力・エネルギー部門大会，東京電機大学，2003.8.6-8
- (33) M. Ito, K. Kato, K. Komoto, T. Kichimi, H. Sugihara, K. Kurokawa: An analysis of very Large-scale tracking PV (VLS-PV) ssysytems in the world deserts, 2nd Mogolian PV Conf., Ulaanbaatar, 2003.9.4-6
- (34) A. Adiyabat, K. Kurokawa: An optimal design and use of solar home system in Mongolia, 2nd Mogolian PV Conf., Ulaanbaatar, 2003.9.4-6
- (35) K. Kurokawa: The State-of-art in Photovoltaic Research and Development, 2nd Mogolian PV Conf., Ulaanbaatar, 2003.9.4-6
- (36) K. Komoto, K. Kato, K. Kurokawa: Scenario Study on Very Large Scale Photovoltaic (VLS-PV) Power Generation System for the Sustainable Growth, 2nd Mogolian PV Conf., Ulaanbaatar, 2003.9.4-6
- (37) K. Kato, K. Otani, K. Komoto, M. Ito, K. Kurokawa, J. Song, D. Faiman, Peter van der Fleuten, L. Verhoef, D. Collier and N. Enebish: Study on Very Large-Scale Photovoltaic Power Generation System on Deserts Extended Activity of IEA/PVPS Task 8 from 2003 to 2005 -,2nd Mogolian PV Conf., Ulaanbaatar, 2003.9.4-6
- (38) K. Kato, K. Otani, K. Komoto, M. Ito and K. Kurokawa: Cost estimation of Very Large-Scale Photovoltaic Power Generation System on World Deserts, 2nd Mogolian PV Conf., Ulaanbaatar, 2003.9.4-6
- (39) M.Battushig, N.Enebish, M.Altanbagana, Ch.Lkhagvajav, K. Otani, K. Sakuta, K. Kurokawa, A.Amarbayar: Performance monitoring of PV modules for VLS-PV systems in Gobi desert of Mongolia, 2nd Mogolian PV Conf., Ulaanbaatar, 2003.9.4-6
- (40) A. Adiyabat, K. Kurokawa: Techno-economics analysis of PV /Wind/ Diesel Hybrid systems in Villages of Mongolia, 2nd Mogolian PV Conf., Ulaanbaatar, 2003.9.4-6
- (41) K. Kurokawa: Very Large-Scale PV (VLS-PV) System: Its background and concept, 2nd Mogolian PV Conf., Ulaanbaatar, 2003.9.4-6
- (42) T. Shimada, K. Kurokawa, T. Yoshioka : Grid-connected Photovoltaic System with Battery, STORE, Aix en Provence, 2003.10.20-21
- (43) M. Ito, T. Nishimura, K. Kurokawa: A Preliminary Study on Utilization of Desert with Agricultural Development and Photovoltaic Technology - Potential of Very Large-scale Photovoltaic Power Generation (VLS-PV) systems -,Desert Technology 7, 2003.11.9-14
- (44) K. Kato, K. Otani, K. Komoto, M. Ito, K. Kurokawa, J. Song, D. Faiman, Peter van der Fleuten, L. Verhoef, P.Menna, D. Collier, N. Enebish: 'Energy from the Desert' - Feasibility Study on Very Large-Scale Photovoltaic Power Generation System on Desert Areas -, Desert Technology 7, 2003.11.9-14
- (45) K. Sakakibara, M. Ito, K. Kurokawa: A Resource Analysis on Solar Photovoltaic Generation System on the Gobi Desert by a Remote Sensing Approach, Desert Technology 7, 2003.11.9-14
- (46) K. Kurokawa: Considerations on technological standardization in sloar photovoltaics, 1st Renewable Energy Forum in North-East Asia, Nov. 10-11, 2003
- (47) 大関，小泉，黒川，大谷：蓄電池付き太陽光発電システムの評価方法の開発，日本太陽エネルギー学会，足利工業大学，2003.11.6-7.
- (48) 公楽，黒川：離散光波長型LEDソーラーシミュレータの原理実験，日本太陽エネルギー学会，足利工業大学，2003.11.6-7.
- (49) 竹内，小泉，黒川：超縮小規模配電システムを用いたPVインバータ試験装置の基本原理，日本太陽エネルギー学会，足利工業大学，2003.11.6-7.
- (50) 黒川：市民のエネルギー・太陽光発電システム，小金井市民講座，2003.11.15.
- (51) 黒川：100年先から見てみよう-新エネルギー・物質代謝と生存科学の構築，産総研 LCA 研究センター：地域施策へのLCAの新たな展開，2003.11.21.
- (52) 黒川：21世紀を担うエネルギー・太陽光発電，月刊オプトロニクス 2004年1月号，2004.1

<2004 年>

- (1) 黒川：21 世紀を担うエネルギー・太陽光発電，月刊オプトロニクス 2004 年 1 月号，2004.1
- (2) M. Ito, K. Kato, K. Komoto, T. Kichimi, H. Sugihara, K. Kurokawa: An Analysis of Very Large-Scale PV (VLS-PV) Systems Using Amorphous Silicon Solar Cells in the Gobi Desert, PVSEC-14, Bangkok, 2004.1.26-30
- (3) K. Sakakibara, M. Ito, K. Kurokawa: A Resource Analysis on Solar Photovoltaic Generation System in the Gobi Desert by a Remote Sensing Approach, PVSEC-14, Bangkok, 2004.1.26-30
- (4) T. Oozeki, T. Izawa, H. Koizumi, K. Otani, K. Tsuzuku, T. Koike, K. Kurokawa: A Performance Evaluation by Only One Monitoring Data Item for Citizens' PV House Project, PVSEC-14, Bangkok, 2004.1.26-30
- (5) K. Takeuchi, T. Kaito, T. Mizuno, T. Oozeki, H. Koizumi and K. Kurokawa: Development of Ultra-Small-Scaled-Down Network Simulator for Testing PV Inverter Functions, PVSEC-14, Bangkok, 2004.1.26-30
- (6) H. Tada, K. Kurokawa, T. Uno, M. Takahashi, S. Yatabe: Reflection and Absorption Characteristics of Electromagnetic Waves by PV Modules, PVSEC-14, Bangkok, 2004.1.26-30
- (7) S. Kohraku, K. Kurokawa: A fundamental experiment for discrete-wavelength LED solar simulator, PVSEC-14, Bangkok, 2004.1.26-30
- (8) N. Okada, M. Ichikawa, K. Kurokawa: Experiment and Evaluation of Loop Power Flow Control for Distribution System Adaptable to a Large Number of Distributed PV Systems, PVSEC-14, Bangkok, 2004.1.26-30
- (9) N. Kawasaki, T. Oozeki, K. Otani, K. Kurokawa: An Evaluation Method of the Fluctuation Characteristics of Photovoltaic Systems by Using Frequency Analysis, PVSEC-14, Bangkok, 2004.1.26-30
- (10) A. Adiyabat, K. Kurokawa: Photovoltaic Systems for Village Electrification in Mongolia: Techno-Economic Analysis of Hybrid System in Rural Community Centers, PVSEC-14, Bangkok, 2004.1.26-30
- (11) T. Kaito, H. Koizumi, N. Goshima, M. Kawasaki, K. Kurokawa: Development of MPPT Algorithm for a Digital Controlled PV Inverter, PVSEC-14, Bangkok, 2004.1.26-30
- (12) H. Matsukawa, H. Koiumi, K. Kurokawa: A Thermal Analysis for Photovoltaic Systems at Short Time Interval, PVSEC-14, Bangkok, 2004.1.26-30
- (13) K. Kurokawa: Recent Advances in Solar PV System Engineering, PVSEC-14, Bangkok, 2004.1.26-30
- (14) G. Yu, K. S. Lee, Y.S. Jung, J. So, J.H. Choi, K. Kim, K. Kurokawa: PVSEC-14, Bangkok, 2004.1.26-30
- (15) K. Kurokawa: The state-of-art of photovoltaics in Asia, 3rd PVTEC Asia Seminar, Kasumigaseki Bldg. Feb. 9, 2004.
- (16) 黒川：P V 開発の方向性，JPEA 誌「光発電」，No.27，2004.3.
- (17) 池，黒川：写真測量法による太陽光発電システムの日射障害物の推定，電気学会全国大会，青山学院大学，2004.3.17-3.19
- (18) 井上，黒川，三宅，中村，加藤：デュアルセンサ型日射計の開発，電気学会全国大会，青山学院大学，2004.3.17-3.19
- (19) 黒川：太陽光発電システムの新展開，光協会成果報告書，2004.2.修正
- (20) 松川，山田，塩谷，黒川：多面アレイ構造太陽光発電システムに対応したシミュレーション・ツールの開発，電気学会 B 部門誌，Vol.124, No.3, pp.447-454, 2004.3
- (21) K. Kurokawa: The state-of-art of photovoltaics in Asia, 3rd PVTEC Asia Seminar, Kasumigaseki Bldg. Feb. 9, 2004
- (22) 黒川：P V 開発の方向性，JPEA 誌「光発電」，No.27，2004.3, p.26-35
- (23) 黒川：市民のエネルギー・太陽光発電システム，シロウマサイエンス・セミナー，黒部，2004.4.23.
- (24) K. Kurokawa: State-of-art in PV research and development, INRST Seminar, Borji Cedria, Tunis, 4 May 2004.
- (25) K. Kurokawa: Future target and recent advances in solar PV system engineering, 1st AIST RC-PV Workshop, 12 May 2004.
- (26) K. Kurokawa: Future target and recent advances in solar PV system engineering, 三菱重工諫早工場セミナー，14 May 2004.
- (27) H. Koizumi, K. Kurokawa, S. Mori: Analysis of Class D inverter with irregular driving patterns, IEEE International Symposium on Circuits and Systems 2004 (ISCAS 2004), Vancouver, Canada, 2004.5
- (28) K. Kurokawa: PV in Tunisian Sahara, IEA PVPS Task 8 expert meeting, Paris, 6 June 2004
- (29) K. Kurokawa, F. Aratani: Perceived technical issues accompanying large PV development and Japanese "PV2030" 19th EU-PVSEC, Paris, 2004.6.7-11
- (30) T. Oozeki, H. Koizumi, K. Otani, and K. Kurokawa: IDENTIFYING OPERATION STATUSES OF GRID CONNECTED PV SYSTEMS WITH BATTERIES UNDER LIMITED DATA ITEMS - APPLYING THE SV METHOD TO EVALUATE GRID CONNECTED PV SYSTEMS WITH BATTERIES", 19th EU-PVSEC, Paris, 2004.6.7-11
- (31) M. Ito, K. Kato, K. Komoto, T. Kichimi, H. Sugihara, K. Kurokawa : COMPARATIVE STUDY OF FIXED AND TRACKING SYSTEM OF VERY LARGE-SCALE PV (VLS-PV) SYSTEMS IN THE WORLD DESERTS, 19th EU-PVSEC, Paris, France, 2004.6.7-11
- (32) 黒川：サンシャイン計画から 30 年 技術開発と今後の見通し，第 21 回太陽光発電システムシンポジウム，朝日ホール，2004.6.16～18
- (33) K. Kurokawa: PV in Tunisian Sahara, JBIC-Tunisia Seminar, Tokyo, 14 July 2004.
- (34) 黒川：太陽光発電システム — 今後の方向性，新日本石油本社セミナー，2004.7.29.
- (35) H. Koizumi, K. Kurokawa: Analysis of Class DE inverter with thinned-out driving patterns, 35th IEEE Power Electronics Specialists Conference 2004 (PESC 2004), Aachen, Germany, 2004.6
- (36) 岡田，市川，黒川：BTB 式ループコントローラと需給バランスの検討，電気学会電力・エネルギー部門大会，名古屋大学，2004.8.5-7
- (37) 五十嵐，末永：太陽電池からの電磁雑音，電気学会電力・エネルギー部門大会，名古屋大学，2004.8.5-7

- (38) 五十嵐, 末永: 太陽光発電システム用パワーコンディショナの電磁環境性, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 名古屋大学, 2004.8.5-7
- (39) 大関, 井澤, 都筑, 大谷, 黒川: 太陽光発電システムの評価に関する日射量の推定方法, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 名古屋大学, 2004.8.5-7
- (40) 植田, 大関, 黒川, 伊藤, 北村, 宮本, 横田, 杉原: 集中連系型太陽光発電システム実証研究におけるシステム運転性能の測定評価手法, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 名古屋大学, 2004.8.5-7
- (41) 市川, 岡田, 黒川: BTB 式ループコントローラと過渡的な需給バランスのシミュレーション, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 名古屋大学, 2004.8.5-7
- (42) 多田, 黒川, 宇野, 高橋, 谷田部: 太陽電池の電磁波反射・吸収特性に関する研究, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 名古屋大学, 2004.8.5-7
- (43) 中田, 大関, 黒川, 小池: 住宅用太陽光発電システムの長期運転特性の評価に関する研究, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 名古屋大学, 2004.8.5-7
- (44) 川崎, 大関, 大谷, 黒川: 太陽光発電システム変動特性の評価, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 名古屋大学, 2004.8.5-7
- (45) K. Kurokawa: 100 year sustainability scenario in solar photovoltaic, Workshop on Sustainability and Survival Paths over 100 years, Denver, Aug. 29, 2004
- (46) K. Kurokawa: Energy from the Desert, WREC-8. Denver, PV064, Aug. 30-Sept. 3, 2004
- (47) A. Adiyabat, K. Kurokawa, K. Otani, N. Enebish, G. Batsukh, M. Battushig, D. Ochirvaani, B. Ganbat: EVALUATION OF SOLAR ENERGY POTENTIAL AND PV MODULE PERFORMANCE IN THE GOBI DESERT OF MONGOLIA, 8th WREC, Denver, 2004.8.26-9.3
- (48) M. Ito, K. Kato, T. Kichimi, H. Sugihara, K. Kurokawa : Comparative Study on Potential of Very Large-Scale PV Systems (VLS-PV) in the Gobi and Sahara Desert, 8th WREC, Denver, 2004.8.26-9.3
- (49) 津野, 菱川, 黒川: 多接合太陽電池における各要素セルの I-V 特性の分離法の検討, 応用物理学会, 2004.09.01-04
- (50) 黒川: Future target and recent advances in solar PV system engineering, 富士電機アドバンステクノロジー・セミナー, 2004.9.10
- (51) 畠山, 高橋, 宇野, 有馬, 黒川: 太陽電池モジュールによる地上デジタル放送波の反射損失, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J87-B, No.9, 2004.9
- (52) 黒川: 21世紀人類のための太陽光発電, 第3回英弘シンポジウム「太陽光発電への期待」, 学士会館, 2004.10.12
- (53) M. Ito, T. Nishimura, K. Kurokawa: A preliminary study on utilization of desert with agricultural development and photovoltaic technology potential of very large -scale photovoltaic power generation (VLS-PV) systems, Journal of Arid Land Studies (日本沙漠学会誌「沙漠研究」), Vol.14S, October 2004
- (54) 松川, 黒川: 太陽電池モジュールの短時間間隔における温度特性解析, 日本太陽エネルギー学会, 北九州研究学園都市, 2004.11
- (55) 筒井, 佐々木, 黒川: 新型太陽光発電モジュールのシステム特性検証研究, 日本太陽エネルギー学会, 北九州研究学園都市, 2004.11
- (56) 植田, 大関, 黒川, 伊藤, 北村, 宮本, 横田, 杉原: 太陽光発電システムにおけるアレイ面方位角の推定手法, 日本太陽エネルギー学会, 北九州研究学園都市, 2004.11
- (57) 池, 黒川: 写真測量法による太陽光発電システムの日影予測, 日本太陽エネルギー学会, 北九州研究学園都市, 2004.11
- (58) 津野, 菱川, 黒川: 多接合太陽電池における各要素セルの I-V 特性分離法の検討, 日本太陽エネルギー学会, 北九州研究学園都市, 2004.11
- (59) 川崎, 大関, 大谷, 北村, 杉原, 西川, 黒川: 太陽光発電システム変動特性評価法の研究, 日本太陽エネルギー学会, 北九州研究学園都市, 2004.11
- (60) H. Koizumi, K. Kurokawa: Analysis of Class E inverter with switch-voltage elimination, The 30th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2004), Busan, Korea, 2004.11
- (61) 大関, 井澤, 都筑, 大谷, 黒川: 太陽光発電における計測データの品質診断方法, 太陽エネルギー, Vol.30, No.6, pp47-55, 2004.11

<2005 年>

- (1) 大関, 井澤, 都筑, 大谷, 黒川, 「太陽光発電システムの評価に関する日射量の推定方法」, 電気学会部門誌 B, pp118-126, 125 巻 1 号, 2005.1
- (2) K. Kurokawa: PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY DIRECTION - JAPANESE "PV2030", 31st IEEE PVSC, Orlando, Florida, 2005.1.3-7
- (3) H. Matsukawa, K. Kurokawa: Temperature Fluctuation Analysis of Photovoltaic Modules at Short Time Interval, 31st IEEE PVSC, Orlando, Florida, 2005.1.3-7
- (4) T. Oozeki, K. Otani, and K. Kurokawa, "Accuracy of estimated shading loss ratio by means of the SV method ~ An extraction algorithm of maximum pattern ~, 31st IEEE PVSC, Orlando, Florida, 2005.1.3-7
- (5) M. Ito, K. Kato, K. Komoto, T. Kichimi, K. Kurokawa: Analysis of transmission losses of Very Large-Scale Photovoltaic power generation systems (VLS-PV) in world desert, 31st IEEE PVSC, Orlando, Florida, 2005.1.3-7
- (6) H. Igarashi, S. Suenaga: Electromagnetic Noise from Solar Cells, 31st IEEE PVSC, Orlando, Florida, 2005.1.3-7
- (7) Y. Ueda, T. Oozeki, K. Kurokawa, T. Itou, K. Kitamura, Y. Miyamoto, M. Yokota, H. Sugihara, S. Nishikawa:

ANALYTICAL RESULTS OF OUTPUT RESTRICTION DUE TO THE VOLTAGE INCREASING OF POWER DISTRIBUTION LINE IN GRID-CONNECTED CLUSTERED PV SYSTEMS, 31st IEEE PVSC, Orland, Florida, 2005.1.3-7

- (8) S.Ike, K.Kurokawa: Photogrammetric Estimation of Shading Impacts on Photovoltaic Systems, 31st IEEE PVSC, Orland, Florida, 2005.1.3-7
- (9) K. Sakakibara, M. Ito, K. Kurokawa: RESULTS OF PV RESOURCE SURVEY FOR WORLD 6 DESERTS BY A MODIFIED REMOTE SENSING APPROACH, 31st IEEE PVSC, Orland, Florida, 2005.1.3-7
- (10) H. TADA, K. KUROKAWA, T. UNO, M. TAKAHASHI, Satoru YATABE, T. ARIMA: DEVELOPMENT OF TV WAVE ABSORBING PV MODULE BY REARRANGING SOLAR CELLS, 31st IEEE PVSC, Orland, Florida, 2005.1.3-7
- (11) Y. Tsuno, Y. Hishikawa, K. Kurokawa: SEPARATION OF THE I-V CURVE OF EACH COMPONENT CELL OF MULTI-JUNCTION SOLAR CELLS, 31st IEEE PVSC, Orland, Florida, 2005.1.3-7
- (12) K. Kurokawa: PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY DIRECTION TOWARD JAPANESE "PV2030", 1st JSPS Workshop on the Future Direction of Photovoltaics, Aogaku-Kaikan, Tokyo, 3-4 March 2005
- (13) 五十嵐：単独運転防止試験時の回転機負荷影響について，電気学会全国大会，徳島大学，2005.3.17-19
- (14) 市川，岡田，黒川：BTB 式 LPC が連系する区間の特性と簡易推定法の検討，電気学会全国大会，徳島大学，2005.3.17-19
- (15) 嶋田，黒川，吉岡：蓄電池特性の高精度シミュレーションモデル，電気学会全国大会，徳島大学，2005.3.17-19
- (16) 中田，大関，黒川，小池：簡易評価手法を用いた温度損失評価，電気学会全国大会，徳島大学，2005.3.17-19
- (17) N. Okada, H. Kobayashi, T. Ishikawa, K. Takigawa, K. Kurokawa : Simulation of isolated operation in fault condition by loop power flow controller, Control Engineering Practice, pp1537-1543, Vol.13, 2005.3
- (18) 岡田，黒川：自端情報によるループコントローラの制御と係数の決定法，電気学会論文誌 B, pp381-389, Vol.125, No4, 2005.4
- (19) 岡田，黒川：6.6kV-100kVA BTB 式ループコントローラの制御試験，電気学会論文誌 B, pp390-398, Vol.125, No4, 2005.4
- (20) 黒川：太陽光発電の普及状況と将来像，「太陽エネルギーを市民の手に」シンポジウム，愛知万博地球市民村，2005.5.4
- (21) H. Koizumi, K. Kurokawa, S. Mori: Thinned-out controlled Class D inverter with delta-sigma modulated 1-bit driving pulses, IEEE International Symposium on Circuits and Systems 2005 (ISCAS 2005), pp. 1322-1325, Kobe, Japan, 2005.5.23-26
- (22) 黒川：自律度向上型太陽光発電システム先導研究開発，自律度向上型太陽光発電システム先導研究開発公開ワークショップ，高輪プリンスホテル，2005.5.25
- (23) K. Kurokawa, S. Wakao, Y. Hayashi, I. Ishii, K. Otani, M. Yamaguchi, T. Ishii, Y. Ono : CONCEPTUAL STUDY ON AUTONOMY-ENHANCED PV CLUSTERS FOR URBAN COMMUNITY TO MEET THE JAPANESE PV2030 REQUIREMENTS, 20th EU-PVSEC, Barcelona, 2005.6.6-10
- (24) T. Oozeki, K. Otani, K. Kurokawa: AN ACCURACY OF THE SV METHOD FOR EVALUATED SHADING LOSSES ~ COMPARED WITH RESULTS USING THE FISH-EYE-PHOTOGRAM METHOD ~, 20th EU-PVSEC, Barcelona, 2005.6.6-10
- (25) M. Ito, K. Kato, K. Komoto, T. Kichimi, K. Kurokawa: COMPARATIVE STUDY OF M-SI, A-SI AND CDTE SYSTEM OF VERY LARGE-SCALE PV (VLS-PV) SYSTEMS IN DESERT, 20th EU-PVSEC, Barcelona, 2005.6.6-10
- (26) H. Igarashi, S. Suenaga, K. Kurokawa : CHARACTERISTICS OF THE ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTS OF POWER CONDITIONERS FOR PV GENERATING SYSTEMS, 20th EU-PVSEC, Barcelona, 2005.6.6-10
- (27) J. Tsutsui, K. Kurokawa : The Comparison of System Performance Measuring Multiple Modules, 20th EU-PVSEC, Barcelona, 2005.6.6-10
- (28) Y.Ueda, T.Oozeki, K.Kurokawa, T.Itou, K.Kitamura, Y.Miyamoto, M.Yokota, H.Sugihara, S.Nishikawa: DETAILED PERFORMANCE ANALYSES RESULTS OF GRID-CONNECTED CLUSTERED PV SYSTEMS IN JAPAN -FIRST 200 SYSTEMS RESULTS OF DEMONSTRATIVE RESEARCH ON CLUSTERED PV SYSTEMS, 20th EU-PVSEC, Barcelona, 2005.6.6-10
- (29) N. Kawasaki, T. Oozeki, K. Otani, K. Kitamura, H. Sugihara, S. Nishikawa, K.Kurokawa: IMPACT STATEMENT OF DISTRIBUTION NETWORK BY FLUCTUATION OF PV SYSTEM OUTPUT BY USING FREQUENCY ANALYSIS, 20th EU-PVSEC, Barcelona, 2005.6.6-10
- (30) S. Taguchi, K. Kurokawa: PV Resource Survey for Urban Areas by means of Aerial Photographs, 20th EU-PVSEC, Barcelona, 2005.6.6-10
- (31) K. Hayashi, T. Shimada, H. Koizumi, Y. Ohashi, K. Kurokawa : A Novel Cascaded PV Inverter by Utilizing Ready-Made ICs for Digital Audio Amplifier, 20th EU-PVSEC, Barcelona, 2005.6.6-10
- (32) Y. Nakamura, H. Koizumi, K. Kurokawa: Performance Assessment with Different Inductance Model in the Ultra Scaled-Down Distribution Grid Simulator, 20th EU-PVSEC, Barcelona, 2005.6.6-10
- (33) A.Amarbayar, 黒川浩助：ゴミ砂漠地域開発の分析モデルの構築～エネルギー資源フローの調査分析～，第 24 回エネルギー・資源学会研究発表会，虎ノ門パストラル，2005.6.9～10
- (34) A.Amarbayar, 黒川浩助：ゴミ砂漠地域開発の分析モデル構築：現地調査による地域システムの分析，第 6 回 国際開発学会春季大会，文教大学湘南キャンパス，2005.6.11
- (35) H. Koizumi, K. Kurokawa: A novel maximum power point tracking method for PV module integrated converter, 36th IEEE Power Electronics Specialists Conference 2005 (PESC 2005), pp. 2081-2086, Recife, Brasil, 2005.6.12-16
- (36) 黒川：太陽光発電システム研究開発の方向性，第 22 回太陽光発電システムシンポジウム，朝日ホール，p.2-21～37, 2005.6.15-17

- (37) アマルバヤル, 黒川: モンゴルにおける独立小型太陽光発電システム実証研究のデータ解析・システム評価, 太陽エネルギー学会, pp83-88, vol.31, No4, 2005.7
- (38) 大関, 井澤, 大谷, 都筑, 小池, 黒川: システム出力電力量のみの計測における太陽光発電システムの評価方法に関する研究, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 大阪大学, 2005.8.10-12
- (39) 五十嵐, 末長, 佐藤, 黒川: 回転機負荷の違いによる単独運転防止装置への影響について, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 大阪大学, 2005.8.10-12
- (40) 植田, 大関, 黒川, 伊藤, 北村, 宮本, 横田, 杉原: 系統連系型太陽光発電システムにおける出力抑制による発電量損失の定量化手法, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 大阪大学, 2005.8.10-12
- (41) 川崎, 大関, 大谷, 北村, 杉原, 西川, 黒川: 面的広がりを考慮した太陽光発電変動特性の分析, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 大阪大学, 2005.8.10-12
- (42) K. Kurokawa : Mass Production Scale of PV Modules and Components in 2030s and beyond, 15th PVSEC, Shanghai, China, 2005.10.10-15
- (43) A. Adiyabat, K. Kurokawa, K. Otani, N.Enebish, G.Batsukh, M. Battushig, D.Ochirvaani, B.Ganbat, D.Otgonbayar : PV Module Performance in the Ulaanbaatar of Mongolia, 15th PVSEC, Shanghai, China, 2005.10.10-15
- (44) H. Igarashi, S. Suenaga, T. Sato, K. Kurokawa : About the Influence on the Islanding Detection Device by the Difference in the Motor Load, 15th PVSEC, Shanghai, China, 2005.10.10-15
- (45) Y. Ueda, T. Oozeki, K. Kurokawa, T. Itou, K. Kitamura, Y. Miyamoto, M. Yokota, H. Sugihara, S. Nishikawa : Advanced analysis of shading effect using minutely based measured data for PV systems, 15th PVSEC, Shanghai, China, 2005.10.10-15
- (46) K. Lee, K. Kurokawa : Study on D-UPFC in the clustered PV System with Grid, 15th PVSEC, Shanghai, China, 2005.10.10-15
- (47) N. Kawasaki, T. Oozeki, K. Otani, K. Kitamura, H. Sugihara, S. Nishikawa, K. Kurokawa : An Evaluation Method of Area-dependency Equalization of Output Fluctuation from Distributed PV System by Using Frequency Analysis, 15th PVSEC, Shanghai, China, 2005.10.10-15
- (48) Y. Tsuno, Y. Hishikawa, K. Kurokawa: Temperature and Irradiance Dependence of the I-V Curves of Various kinds of Solar Cells, 15th PVSEC, Shanghai, China, 2005.10.10-15
- (49) K. Hayashi, T. Shimada, H. Koizumi, Y. Ohashi, K. Kurokawa : A New Grid-Connected Inverter by Utilizing Ready-Made PWM ICs for Audio Power Amplifier, 15th PVSEC, Shanghai, China, 2005.10.10-15
- (50) J. Yokkaichi, T. Oozeki, K. Kurokawa : Irradiation Monitoring from Sunshine Hours given by Japanese Meteorological Observation Network, 15th PVSEC, Shanghai, China, 2005.10.10-15
- (51) K. Hirata, K. Kurokawa, Y. Miyake, T. Kato, K. Nakamura : Development of a Reliable, Long Life Pyranometer Composed of Multiple photo sensors, 15th PVSEC, Shanghai, China, 2005.10.10-15
- (52) 植田, 大関, 黒川: 太陽電池モジュール入射角特性の屋外測定と解析, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 諏訪東京理科大学, 2005.10.20-21
- (53) 川崎, 大関, 大谷, 北村, 杉原, 西川, 黒川: 太陽光発電システム変動特性の評価 ~導入面積・導入数の検討~, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 諏訪東京理科大学, 2005.10.20-21
- (54) 李, 黒川: A Proposal of D-UPFC as a Voltage Controller in the Distribution System, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 諏訪東京理科大学, 2005.10.20-21
- (55) 田口, 黒川: 空中写真を用いた太陽光発電システム導入可能量の推定(住宅屋根の認識と日野市における実例), 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 諏訪東京理科大学, 2005.10.20-21
- (56) 津野, 菱川, 黒川: 内挿補間を用いた各種太陽電池 I-V 特性の温度・照度補正法, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 諏訪東京理科大学, 2005.10.20-21
- (57) 四日市, 大関, 黒川: 地域性を考慮した日射量推定法の補正方法, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 諏訪東京理科大学, 2005.10.20-21
- (58) H. Koizumi, K. Kurokawa : A novel maximum power point tracking method for PV module integrated converter using square root functions, 31th IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2005), NC, USA, pp2511-2516, 2005.11.6-11
- (59) 黒川: 太陽光発電のこれから, 電気学会東北支部電力技術懇談会講演会, 山形大学, 2005.11.10
- (60) 黒川: 21世紀の太陽光発電の可能性, 太陽光発電コラボレーション事業総括報告会, 2005.11.22
- (61) 大関, 井澤, 大谷, 黒川: システム出力電力量のみの計測における太陽光発電システムの評価方法に関する研究, 電気学会論文誌 B, pp1299-1307, Vol.125, No12, 2005.12
- (62) 植田, 大関, 伊藤, 北村, 宮本, 横田, 杉原, 黒川: 系統連系型太陽光発電システムにおける出力抑制による発電量損失の定量化手法, 電気学会論文誌 B, pp1317-1326, Vol.125, No12, 2005.12

<2006年>

- (1) 植田, 黒川, 北村, 赤沼, 横田, 杉原: 太陽光発電システム評価における傾斜面日射量算出精度の検証と誤差の評価, 太陽エネルギー, p.45-53, Vol.32, No.5, Jan. 2006
- (2) 黒川: 太陽光発電システム研究開発の方向性と再生可能エネルギー2006国際会議, 第23回太陽光発電システ

- ムシンポジウム, 朝日ホール, 14-16, Jun, 2006
- (3) アマル, 中島, 大谷, 黒川: 独立小型太陽光発電システムの利用実態と課題ーモンゴルの遊牧民を事例としてー, 農業情報研究, p.139-154, 第15巻2号, Feb. 2006
 - (4) H. Koizumi, K. Kurokawa, S. Mori : Analysis of class D inverter with irregular driving patterns, IEEE Trans. Circuits & Systems, p.677-687, Vol.53, No.3, Mar. 2006
 - (5) K. Kurokawa: Photovoltaic technology direction - Japanese "PV2030", KIER-TUAT Joint Seminar, Taejon, KOREA, 8. Mar. 2006
 - (6) K. Kurokawa, S Wakao, Y Hayashi, H Yamaguchi, K Otani, M Yamaguchi, T Ishii and Y Ono : Autonomy-Enhanced PV Cluster Concept for Solar Cities to Meet the Japanese PV2030 Roadmap, 2nd International Solar Cities Congress, Oxford UK, 7E.2, 3-6. Apr. 2006
 - (7) K. Kurokawa : A conceptual study on solar pv cities for 21st century, WCPEC-4, Hawaii, p.2283-2288, 7-12. May. 2006
 - (8) M Ito, K. Kato, K. Komoto, T. Kichimi, K. Kurokawa : A SENSITIVITY ANALYSIS OF VERY LARGE-SCALE PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION(VLS-PV) SYSTEMS IN DESERTS, WCPEC-4, Hawaii, p.2387-2390, 7-12. May. 2006
 - (9) K Lee, H Koizumi, K Kurokawa : Voltage sag/swell controller by means of D-UPFC in the distribution system, WCPEC-4, Hawaii, p.2427-2430, 7-12. May. 2006
 - (10) J Tsutsui, Y Sato, K Kurokawa : Modeling the performance of several photovoltaic modules, WCPEC-4, Hawaii, p.2258-2261, 7-12. May. 2006
 - (11) Y Ueda1, K Kurokawa, T Itou, K Kitamura, Y Miyamoto, M Yokota, H Sugihara : Performance ratio and yield analysis of grid connected clustered pv systems in Japan, WCPEC-4, Hawaii, p.2296-2299, 7-12. May. 2006
 - (12) Y Tsuno, Y Hishikawa, K Kurokawa : Translation equations for temperature and irradiance of the I-V curves of various PV cells and modules, WCPEC-4, Hawaii, p.2246-2249, 7-12. May. 2006
 - (13) H. Igarashi, T. Sato, H. Kobayashi, I. Tuda, K. Kurokawa : RESULT OF REVIEW BY ELECTRIC ENERGY AMOUNT COMPARISON WITH RESONANCE LOAD TURNED TO MOTOR LOAD STANDARDIZATION, WCPEC-4, Hawaii, p.2415-2418, 7-12. May. 2006
 - (14) K Otani, T Takashima, K Kurokawa : Performance and reliability of 1MW photovoltaic power facilities in AIST - The first year's results, WCPEC-4, Hawaii, p.2046-2049, 7-12. May. 2006
 - (15) H. Koizumi, K. Kurokawa, S. Mori : A comparison of output envelope waveforms of the delta-sigma modulated Class D series resonant inverter, Proc. IEEE International Symposium on Circuits and Systems 2006 (ISCAS 2006), pp. 253-256, 21-24. May. 2006
 - (16) K Lee, H Koizumi, K Kurokawa : Voltage Control of D-UPFC between a Clustered PV System and Distribution System, PESC06, Jeju, p.1367-1371, 18-22. Jun. 2006
 - (17) K Hayashi, H Koizumi, Y Ohashi, and K Kurokawa : A single-phase grid-connected inverter by utilizing ready-made PWM power IC, Proc. IEEE International Symposium on Industrial Electronics 2006 (ISIE 2006), pp. 1138-1142, 9-13. Jul. 2006
 - (18) H Koizumi, K. Kurokawa : Plane division maximum power point tracking method for PV module integrated converter, Proc. IEEE International Symposium on Industrial Electronics 2006 (ISIE 2006), pp. 1265-1270, 9-13. Jul. 2006
 - (19) A Adiyabat., K. Otani, K. Kurokawa, N. Enebish, G. Batsukh, M. Battushig, D. Ochrvani, B. Ganbat : Evaluation of solar energy potential and PV module performance in the Gobi Desert of Mongolia, Progress in Photovoltaics, in press, p.553-566, Vol.14, issue 6, Sep. 2006
 - (20) K Kurokawa, K Komoto, P Vleuten, D Faiman : A NEW KNOWLEDGE HOW TO MAKE THE VERY LARGE SCALE PVS HAPPEN ON THE DESERT!, 21th EU-PVSEC, Dresden, p.2590-2596, 3-10. Sep. 2006
 - (21) Y Ueda, K Kurokawa, T Itou, K Kitamura, Y Miyamoto, M Yokota, H Sugihara : Performance Analyses of Battery Integrated Grid-connected Residential PV Systems, 21th EU-PVSEC, Dresden, p.2580-2584, 3-10. Sep. 2006
 - (22) 五十嵐, 佐藤, 小林, 津田, 黒川 : 単独運転試験方法の共振負荷及び回転機負荷の違いによる単独運転検出装置へ与える影響について, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 琉球大学, p.25-11~20, 13-15. Sep. 2006
 - (23) 五十嵐, 佐藤, 黒川 : 共振負荷による回転機負荷の代替検討について, 電気学会電力・エネルギー部門大会, 琉球大学, No.159, p.7-25~26, 13-15. Sep. 2006
 - (24) 植田, 黒川, 伊藤, 北村, 赤沼, 横田, 杉原, 森本 : 系統連系型太陽光発電システム運転特性の高度解析と蓄電池導入効果の検証, 電気学会電力・エネルギー部門大会, No.9, p.11-1~11, 13-15. Sep. 2006
 - (25) 川崎, 植田, 北村, 杉原, 西川, 黒川 : 太陽光発電システム出力変動の検出時間別発生確率分布を用いた変動特性定量化手法, 電気学会 B 部門大会, No.188, p.11-13~14, 13-15. Sep. 2006
 - (26) 平田, 黒川, 三宅, 中村 : 二種類のフォトセンサを持つ新型日射計におけるスペクトル誤差の解析手法の開発, 電気学会 B 部門大会, No.183, p.10-5~6, 13-15. Sep. 2006
 - (27) 中村, 小泉, 黒川 : 超縮小模擬配電システムを用いた P V インバータ試験装置の開発, 電気学会 B 部門大会, No.182, p.10-3~4, 13-15. Sep. 2006
 - (28) 鎌倉, 林, 黒川 : マトリックスコンバータを用いた系統連系用ルータ機器の開発, 電気学会 B 部門大会, No.185, p.10-9~10, 13-15. Sep. 2006
 - (29) 瀬尾, 黒川 : F P G A を用いた P V インバータ用デジタルコントローラの開発, 電気学会 B 部門大会, No.197,

- p.11-31~32, 13-15. Sep. 2006
- (30) 小柳, 黒川: LED ソーラーシミュレータを用いた I-V 特性測定の改良基礎実験, 電気学会 B 部門大会, No.184, p.10-7~8, 13-15. Sep. 2006
 - (31) H Igarashi, A. Tasai, K. Kurokawa : The Status Report of the PV System Ream Inter-Connected Guideline in 5 Countries of Asia, RENEWABLE ENERGY 2006, P-Ot-5, 10-13. Oct. 2006
 - (32) H Igarashi, T. Sato, K. Kurokawa : About the Examination of an Alternative Technique of the Motor Load According to the Resonance Load, RENEWABLE ENERGY 2006, P-Pv-17, 10-13. Oct. 2006
 - (33) K.Otani, T. Takashima, K. Kurokawa : Comparison of Performance and Energy Yield of PV Modules by Using Two-Axis Tracking Array, RENEWABLE ENERGY 2006, O-Pv-6-6, 10-13. Oct. 2006
 - (34) Y.Ueda, K. Kurokawa, T. Itou, K. Kitamura, K. Akanuma, M. Yokota, H. Sugihara: Analysis Results of Maximum Power Point Mismatch on Grid-Connected PV Systems, RENEWABLE ENERGY 2006, O-Pv-3-7, 10-13. Oct. 2006
 - (35) M.Ito, K. Kato, K. Komoto, T. Kichimi, K. Kurokawa : Suitable Very Large-Scale Photovoltaic Power Generation Systems (VLS-PV) for Desert Regions from Four Types of Case Studies by Using Life-Cycle Analysis Method, RENEWABLE ENERGY 2006, O-Pv-6-4, 10-13. Oct. 2006
 - (36) A. Adiyabat, M. Nakajima, K. Otani, E. Namjil, K. Kurokawa : A Study on the Evaluation of Solar Home System Viewed by Users: -A case of Nomadic Families in Mongolia-, RENEWABLE ENERGY 2006, P-Pv-25, 10-13. Oct. 2006
 - (37) N.Kawasaki, K. Kurokawa, K. Kitamura, H. Sugihara, S. Nishikawa : An Evaluation of Area-Dependency Equalization of Fluctuation Characteristics from Distributed PV Systems, RENEWABLE ENERGY 2006, P-Pv-90, 10-13. Oct. 2006
 - (38) K Lee, K.yamaguchi, H.Koizumi, K.Kurokawa : D-UPFC as a Voltage Regulator in the Distribution System , RENEWABLE ENERGY 2006, P-N-5, 10-13. Oct. 2006
 - (39) Y.Tsuno, Y.Hishikawa, K.Kurokawa : TRANSLATION EQUATIONS FOR TEMPERATURE AND IRRADIANCE OF THE I-V CURVES OF Various PV Cells and Modules by Linear Interpolation, RENEWABLE ENERGY 2006, O-Pv-5-4, 10-13. Oct. 2006
 - (40) T.Shimada, K.Kurokawa : HIGH PRECISION SIMULATION MODEL OF BATTERY CHARACTERISTICS, RENEWABLE ENERGY 2006, P-Pv-1, 10-13. Oct. 2006
 - (41) T.Shimada, K.Kurokawa : GRID-CONNECTED PHOTOVOLTAIC SYSTEMS WITH BATTERY STORAGES CONTROL BASED ON INSOLATION FORECASTING USING WEATHER FORECAST, RENEWABLE ENERGY 2006, O-Pv-6-1, 10-13. Oct. 2006
 - (42) T.Kamakura, K.Hayashi, Y.Ohashi, K.Kurokawa : CONSIDERATIONS ON POWER LINE ROUTER BY USING MATRIX CONVERTER, RENEWABLE ENERGY 2006, P-Pv-7, 10-13. Oct. 2006
 - (43) Y.Nakamura, H.Koizumi, K.Kurokawa : A new type of scaled-down network simulator for testing PV inverters, RENEWABLE ENERGY 2006, P-Pv-11, 10-13. Oct. 2006
 - (44) J.Koyanagi, K.Kurokawa : A Fundamental Experiment of Solar Cell' s I-V Characteristics Measurement Using LED Solar Simulator, RENEWABLE ENERGY 2006, P-Pv-9, 10-13. Oct. 2006
 - (45) Y.Seo, K. Hayashi, K. Kurokawa : Development of FPGA-based Digital Controller for PV Inverter, RENEWABLE ENERGY 2006, P-Pv-6, 10-13. Oct. 2006
 - (46) K.Hirata, K.Nakamura, T.Kato, K.Kurokwa : Spectral Error Analyses of Pyranometers Composed of Multiple Photodiodes, RENEWABLE ENERGY 2006, O-Pv-3-4, 10-13. Oct. 2006
 - (47) N. Kawasaki, T. Oozeki, K. Otani, K. Kurokawa : An Evaluation Method of the Fluctuation Characteristics of Photovoltaic Systems by Using Frequency Analysis, Solar Energy Materials & Solar Cells, p.3356-3363, Volume 90, Issues 18-19, 23. Nov. 2006
 - (48) S. Kohraku, K. Kurokawa : A fundamental experiment for discrete-wavelength LED solar simulator, Solar Energy Materials & Solar Cells, p.3364-3370, Volume 90, Issues 18-19, 23. Nov. 2006
 - (49) H. Koizumi, T. Mizuno, T. Kaito, Y. Noda, N. Goshima, M. Kawasaki, K.Nagasaka, and K. Kurokawa : A novel micro controller for grid-connected photovoltaic systems, IEEE Trans. Industrial Electronics, pp. 1889-1897, vol. 53, no. 6, Dec. 2006
 - (50) 黒川 : New Trends Shaping IEC Standards

<2007 年>

- (1) 植田, 黒川, 伊藤, 北村, 赤沼, 横田, 杉原, 森本 : 系統連系型太陽光発電システム運転特性の高度解析と蓄電池導入効果の検証, 電気学会論文誌 B, p.247-258, Vol.127, No.1, Jan. 2007
- (2) 五十嵐, 佐藤, 小林, 津田, 黒川 : 共振負荷と回転機負荷の相違と単独運転試験への影響について, 電気学会論文誌 B, p.192~199, Vol.127, No.1, Jan. 2007
- (3) Y. Ueda, T. Oozeki, K. Kurokawa, T. Itou, K. Kitamura, Y. Miyamoto, M. Yokota, H. Sugihara : Quantitative Analysis of Output Loss due to Restriction for Grid-connected PV Systems, Electrical Engineering in Japan, pp9-19, Vol. 158, No. 2, 30. Jan. 2007
- (4) K. Lee, K. Yamaguchi, K. Kurokawa: Proposed Distribution Voltage Control Method for Connected Clustered PV System, The Journal of Power Electronics, p.286 – 293, Oct. 2007

- (5) 嶋田尊衛, 黒川 : 天気予報と天気変化パターンを用いた日射予測, 電気学会論文誌B, Vol.127, No.11, pp.1219-1225, 2007.Nov. 1
- (6) K. Lee, K. Yamaguchi, K. Kurokawa: D-UPFC Voltage Control in the Bi-directional Power Flow Condition, 太陽エネルギー, Vol.33, No.6, p.35 – 40, 2007
- (7) K. Kurokawa: International Symposium on Energy from the Desert, Task 8 Symposium, 22nd EU-PVSEC, FIERA-Milano, 6 Sep. 2007.
- (8) K. Kurokawa: Further considerations on solar PV community concept consisting of massive roof-top pvs and domestic loads, 22nd EU-PVSEC, FIERA-Milano, Milan, pp.2889-2894, Plenary 5BP.2.5, 3-7 Sep. 2007
- (9) H. Igarashi, K. Tanaka, T. Sato, T. Watanabe, H. Sugihara, Y. Miyamoto, N. Fukuoka, K. Kurokawa: Study of islanding Test Method using Multiple interconnected Photovoltaic Inverters - Examination by Difference in Motor Load installation Conditions, 22nd EU-PVSEC, FIERA-Milano, Milan, pp.2992-2994, 5BV.1.2, 4 Sep. 2007
- (10) Y. Ueda, K. Kurokawa, T. Tanabe, K. Kitamura, K. Akanuma, M. Yokota, H. Sugihara: STUDY ON THE OVER VOLTAGE PROBLEM AND BATTERY OPERATION FOR GRID-CONNECTED RESIDENTIAL PV SYSTEMS, 22nd EU-PVSEC, FIERA-Milano, Milan, pp.3094-3097, 5BV.1.32, 4 Sep. 2007
- (11) T. Tohoda, K. Kurokawa: THE SIMULATED POWER CONDITIONER FOR PV SYSTEMS BY ELECTRONIC DEVICES FOR THE ULTRA SCALED-DOWN NETWORK SIMULATOR, 22nd EU-PVSEC, FIERA-Milano, Milan, pp.3123-3126, 5BV.1.40, 4 Sep. 2007
- (12) K. Miyamoto, H. Igarashi, K. Kurokawa: A STUDY ON THE INFLUENCE OF AN INDUCTION MOTOR FOR ISLANDING-DETECTION POWER CONDITIONING SYSTEMS, 22nd EU-PVSEC, FIERA-Milano, Milan, pp.3180-3183, 5BV.3.4, 4 Sep. 2007
- (13) Y. Hamano, M. Ito, K. Kurokawa: Desert PV resource analysis by detecting seasonal changes among satellite images, 22nd EU-PVSEC, FIERA-Milano, Milan, pp.3567-3570, 6DV.4.50, 6 Sep. 2007
- (14) M. Suzuki, M. Ito, K. Kurokawa: AN ANALYSIS ON PV RESOURCE IN RESIDENTIAL AREAS BY MEANS OF AERIAL PHOTO IMAGES, 22nd EU-PVSEC, FIERA-Milano, Milan, pp.3571-3574, 6DV.4.52, 6 Sep. 2007
- (15) K. Komoto, K. Kurokawa, M. Ito, J. S. MacDonald, C. Beneking, E. Cunow, M. Ermer, D. Faiman, F. Paletta, A. Sarno, J. Song, R. Knol, P. van der Vleuten, T. Hansen, H. Hayden, N. Enebish: IEA-PVPS TASK8: VERY LARGE SCALE PHOTOVOLTAIC POWER GENERATION (VLS-PV) SYSTEMS ON THE DESERT, 22nd EU-PVSEC, FIERA-Milano, Milan, 6 Sep. 2007
- (16) Y. Hishikawa, Y. Tsuno, K. Kurokawa: Spectral Response Measurements of PV Modules and Multi-Junction Devices, 22nd EU-PVSEC, FIERA-Milano, Milan, 4BV.2.10, 6 Sep. 2007
- (17) K. Lee, K. Yamaguchi, K. Kurokawa: Case study of distribution-unified power flow controller (D-UPFC) in the clustered PV system, The 7th International Conference on Power Electronics, EXCO, Daegu, pp.832-840, 22 Oct. 2007
- (18) K. Yamaguchi, K. Lee, K. Kurokawa: Study on voltage regulation method in the power distribution system, The 7th International Conference on Power Electronics, EXCO, Daegu, pp.488-492, 22 Oct. 2007
- (19) Y. Hamano, M. Ito, K. Kurokawa: PV resources analysis in world six deserts with detecting seasonal differences among satellite images, PVSEC-17, Fukuoka, pp.886-887, 3-7 Dec. 2007
- (20) H. Igarashi, K. Miyamoto, K. Kurokawa: Verification of changing into state of asynchronous induction generator of induction motors, PVSEC-17, Fukuoka, pp.1013-1014, 3-7 Dec. 2007
- (21) K. Megherbi, M. Ito, F. D. Ferretti, K. Komoto, K. Kurokawa: Financing very large scale PV systems in Gobi Desert, PVSEC-17, Fukuoka, pp.911-912, 3-7 Dec. 2007
- (22) N. Kawasaki, K. Kitamura, H. Sugihara, S. Nishikawa, K. Kurokawa: Analysis of fluctuation characteristics of PV system according to the array configuration, PVSEC-17, Fukuoka, pp.655-656, 3-7 Dec. 2007
- (23) R. Andoulsi, A. El kazen, A. Boutouta, A. Ounalli, B. Bessais, K. Kurokawa: A recent status and future prospects of photovoltaics in Tunisia, PVSEC-17, Fukuoka, pp.905-906, 3-7 Dec. 2007
- (24) Y. Watanabe, K. Kurokawa: Research on three-dimensional coordinates acquisition for shadow estimation in photovoltaic system, PVSEC-17, Fukuoka, pp.653-654, 3-7 Dec. 2007
- (25) N. Yamashita, M. Ito, K. Komoto, K. Kurokawa: An environmental potential of pv systems in japan by utilizing the ecological footprint, PVSEC-17, Fukuoka, pp.518-519, 3-7 Dec. 2007
- (26) Y. Tsuno, Y. Hishikawa, K. Kurokawa: Modeling I-V curves of pv modules using linear interpolation /extrapolation, PVSEC-17, Fukuoka, pp.449-450, 3-7 Dec. 2007
- (27) T. Shimada, K. Kurokawa: Online correction for insolation forecasting using weather forecast, PVSEC-17, Fukuoka, pp.639-640, 3-7 Dec. 2007
- (28) K. Komoto, M. Ito, N. Yamashita, K. Kurokawa: Environmental potential of very large scale photovoltaic power generation (VLS-PV) systems on deserts, PVSEC-17, Fukuoka, pp.520-521, 3-7 Dec. 2007
- (29) M. Ito, M. Kudo, K. Kurokawa: A preliminary life-cycle analysis of a mega-solar system in Japan, PVSEC-17, Fukuoka, pp.508-511, 3-7 Dec. 2007
- (30) K. Kurokawa: Future direction of PV system technologies around 2030 and beyond, PVSEC-17, Fukuoka, pp.60-63, 3-7 Dec. 2007
- (31) Y. Ueda, K. Kurokawa, K. Kitamura, M. Yokota, K. Akanuma, H. Sugihara: PERFORMANCE ANALYSIS OF VARIOUS SYSTEM CONFIGURATIONS ON GRID-CONNECTED RESIDENTIAL PV SYSTEMS, PVSEC-17, Fukuoka, pp.383-384, 3-7 Dec. 2007
- (32) R. Andoulsi, B. Khiari, A. Sellami, A.Mami, G.Dauphin-Tanguy: NON LINEAR CONTROL OF A PHOTOVOLTAIC PUMPING SYSTEM, PVSEC-17, Fukuoka, pp.665-667, 3-7 Dec. 2007
- (33) M. Ito, Y. Tsuno, K. Kurokawa: A COST ANALYSIS OF CO2 REDUCTION BY UTILIZING LARGE-SCALE PV SYSTEMS IN JAPAN, PVSEC-17, Fukuoka, pp.898-899, 3-7 Dec. 2007
- (34) Y. Hishikawa, Y. Tsuno, K. Kurokawa: SPECTRAL RESPONSE MEASUREMENTS OF PV MODULES, PVSEC-17, Fukuoka, pp.1003-1004, 3-7 Dec. 2007
- (35) 五十嵐, 田中, 佐藤, 渡邊, 杉原, 宮本, 福岡, 黒川 : 複数台連系時の単独運転試験方法検討について-回転

- 機負荷設置条件の違いによる検討結果-, 平成 19 年電気学会全国大会, Vol. 6, pp. 370-371, 2007.3.15
- (36) 渡邊, 黒川: 写真測量法による影の定量評価システムの提案, 平成 19 年電気学会全国大会, Vol. 3, pp. 152-153, 2007.3.16
- (37) 植田, 黒川, 田邊, 北村, 赤沼, 横田, 杉原: 単相三線式配電線負荷電流不平衡による片相電圧上昇の太陽光発電システム出力抑制への影響, 平成 19 年電気学会全国大会, Vol. 7, pp. 73-74, 2007.3.17
- (38) 五十嵐, 宮本, 黒川, 飯田, 高江洲, 石井, 水野, 前田, 浅井, 長畑: 多数台連系用パワーコンディショナの開発について, 平成 19 年電気学会 B 部門大会, pp. 51-25 - 51-26, 2007.9.12
- (39) 植田, 川崎, 黒川, 田邊, 北村, 中島, 宮本, 杉原: 集中連係型太陽光発電システムにおける出力抑制回避技術の開発(1) -実証試験地区における出力抑制発生状況の調査-, 平成 19 年電気学会 B 部門大会, pp. 52-1 - 52-2, 2007.9.13
- (40) 川崎, 植田, 北村, 杉原, 西川, 黒川: 集中連系型太陽光発電システムの変動特性の評価, 平成 19 年電気学会 B 部門大会, No.426, pp. 53-5 - 53-6, 2007.9.14
- (41) 五十嵐, 佐藤, 末永, 杉原, 宮本, 福岡, 黒川: 太陽光発電システムの能動的単独運転検出信号の干渉による影響について, 平成 19 年電気学会 B 部門大会, pp. 55-1 - 55-2, 2007.9.14
- (42) 宮本, 五十嵐, 黒川: PV 用パワーコンディショナの単独運転検出機能に与える誘導電動機回生エネルギーの影響に関する一考察, 平成 19 年電気学会 B 部門大会, pp. 55-3 - 55-4, 2007.9.14
- (43) 五十嵐, 佐藤, 宮本, 黒川: 誘導機負荷の発電確認と単独運転検出装置への影響について, 平成 19 年電気学会 B 部門大会, pp. 55-5 - 55-11, 2007.9.14
- (44) 高橋, 津野, 黒川: 熱電対による太陽電池モジュールの温度測定方法, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 札幌コンベンションセンター, pp.67-70, 2007.10.25-26
- (45) 山中, 黒川: 太陽電池日射障害における半影の影響, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 札幌コンベンションセンター, pp.83-86, 2007.10.25-26
- (46) 津野, 菱川, 黒川: 部分照射による太陽電池モジュールの分光感度測定原理の検討, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 札幌コンベンションセンター, pp.373-376, 2007.10.25-26
- (47) 植田, 黒川: 太陽光発電システム発電効率向上に向けた損失要因の影響分析, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 札幌コンベンションセンター, pp.449-452, 2007.10.25-26
- (48) 大谷: 世界のトップを走る太陽光発電, 精密工学会誌 Vol.73, No.1, p48-51, Jan, 2007
- (49) 黒川: 再生可能エネルギー2006 国際会議開催報告書, 2007.2.
- (50) 黒川: 寄稿: 太陽光発電の節目, 太陽光発電協会機関誌「太陽光発電」, p.35-42, 2007.3
- (51) 黒川: 太陽光発電システムの地球規模導入を目指して, JEMA 新エネルギー講演会, 6. Mar. 2007
- (52) K. Kurokawa: A new knowledge how to make the very large scale PVs happen on the desert!, IEA PVPS Task 2 Expert Meeting, Tokyo, 14 March 2007.
- (53) K. Kurokawa: Solar Photovoltaic Systems - Present Status & Future Directions, Seminar for Tunisian visitor Dr. Manef Abderrabba, 16 Mar. 2007.
- (54) 黒川: 高効率太陽光発電技術の開発の現状と課題, 54 応物 2007 春連合講演会, エネ・環境研究会「これからのエネ技術を考える」29p-ZK-5, p.0-127, 2007.3.29
- (55) K. Kurokawa: Conceptual Considerations on the Aggregated Network consisting of Massive Roof-top PVs and Domestic Loads in Urban Residential Area, Nagoya 2007 Symposium on Microgrids, Mielparque-Nagoya Hotel, 6 April 2007
- (56) K. Kurokawa: International Symposium on Energy from the Desert, Task8 Symposium_PV-Med_EPIA, 21-22 April 2007
- (57) 黒川: 太陽光発電技術のこれからの方向性, GS ユアサ技報法, 4 巻 1 号, p.1-8, 2007.6
- (58) 黒川: 太陽光発電の恵みー人類生存のためのアプローチ, 東京電機大学大学院理工学研究科セミナー, 2007.6.1
- (59) 黒川: 太陽光発電の新しい面展開: 概念的考察, 学振 175 委員会第 4 回【次世代の太陽光発電システムシンポジウム】東北大学さくらホール, 2007.6.28-29
- (60) 黒川: 自律度向上型太陽光発電システムおよびパワールータに関する考察ー 未来型太陽光発電における蓄電機能の役割ー, 第 11 回電力貯蔵技術研究会, 2007.10.3
- (61) 黒川: 世界の太陽電池開発動向ならびに PV リサイクルの動向とグリーン電力証書の課題, JPEA セミナー, 太陽光発電の最新開発動向とリユースリサイクル・グリーン電力セミナー, 2007.10.12
- (62) 黒川: 日本の最北端で考える太陽光発電のこれから, 稚内新エネルギーセミナー, 2007.11.6
- (63) K. Kurokawa: Solar Photovoltaic Energy A Solution for our Sustainability, International Symposium on Global Sustainability- Social Systems and Technological Strategies -, November 26 & 27, 2007
- (64) K. Kurokawa, K. Komoto, Peter van der Vleuten, David Faiman (editors): Energy from the Desert - Practical proposals for Very Large Scale Photovoltaic Systems, Earthscan, 201 pages, Jan. 2007

<2008 年>

原著論文

- (1) M. Ito, K. Kato, K. Komoto, T. Kichimi, K. Kurokawa: A Comparative Study on Cost and Life-Cycle Analysis for 100 MW Very Large-Scale PV (VLS-PV) Systems in Deserts Using m-Si, a-Si, CdTe and CIS modules, Progress in Photovoltaics, Vol.16, Issue 1, pp 17-30, Jan. 2008
- (2) J Tsutsui, K Kurokawa: INVESTIGATION TO ESTIMATE THE SHORT CIRCUIT CURRENT BY APPLYING THE SOLAR SPECTRUM, Progress in Photovoltaics, 2008
- (3) Yuzuru Ueda, Kosuke Kurokawa, Takayuki Tanabe, Kiyoyuki Kitamura, Hiroyuki Sugihara: Analysis Results of Output

Power Loss due to the Grid Voltage Rise in Grid-Connected Photovoltaic Power Generation Systems, IEEE Trans. on Industrial Electronics, Volume 55, Issue 7, pp2744-2751, Jul. 2008

- (4) 津野裕紀, 上迫浩一, 黒川浩助: I-V 特性の直線補間/補外法を用いた太陽電池モジュールの発電電力量損失定量化手法, 太陽エネルギー, pp81-86, 2008
- (5) 嶋田尊衛, 黒川 浩助: 階段状電流を用いた鉛蓄電池シミュレーションモデリング手法, 電気学会論文誌B (電力・エネルギー部門誌), Vol. 128, No.8, pp.1027-1034, 2008
- (6) 五十嵐広宣, 佐藤孝則, 宮本和典, 黒川浩助: 誘導電動機の発電確認と単独運転検出装置への影響について, 電気学会論文誌B (電力・エネルギー部門誌), Vol. 128, No.7, pp.967-975, 2008
- (7) Y. Tsuno, Y. Hishikawa and K. Kurokawa: MODELING I-V CURVES OF PV MODULES USING LINEAR INTERPOLATION /EXTRAPOLATION, Solar Energy Materials and Solar Cells, online

国際学会

- (8) Yuki Tsuno, Koichi Kaimisako and Kosuke Kurokawa: New Generation of PV Module Rating by LED Solar Simulator, IEEE PVSC 33rd, San Diego, 11-18 May 2008
- (9) Takae Shimada, Yuzuru Ueda and Kosuke Kurokawa: LOOK-AHEAD EQUALIZING CHARGE PLANNING FOR GRID-CONNECTED PHOTOVOLTAIC SYSTEMS WITH BATTERY STORAGES, IEEE PVSC 33rd, San Diego, 11-18 May 2008
- (10) Naoko Yamashita, Masakazu Ito, Keiichi Komoto, Yuzuru Ueda, Ken Nagasaka, Kosuke Kurokawa: An Environmental Potential of PV systems and Greening by Utilizing the Ecological Footprint, World Renewable Energy Congress X, 19-25 Jul. 2008
- (11) Masakazu Ito, Takuya Oda, Kosuke Kurokawa: A questionnaire survey about an interest and a price for a residential PV system, World Renewable Energy Congress X, 19-25 Jul. 2008
- (12) Yuzuru Ueda, Tsurugi Sakurai, Shinya Tatebe, Akihiro Itoh, Kosuke Kurokawa: PERFORMANCE ANALYSIS OF PV SYSTEMS ON THE WATER, EUPVSEC23, Valencia, 1-5 Sep. 2008
- (13) Yuki Tsuno, Yoshihiro Hishikawa, Kosuke Kurokawa: A METHOD FOR SPECTRAL RESPONSE MEASUREMENTS OF VARIOUS PV MODULES, EUPVSEC23, Valencia, 1-5 Sep. 2008
- (14) Toshiaki Tohoda, Ken Nagasaka, Kosuke Kurokawa: PV-PCS SIMULATOR FOR SIMULATING PLURAL PV SYSTEM WITH SMALL SCALE, Renewable Energy 2008, Busan, 13-17 Oct. 2008
- (15) Mami Suzuki, Masakazu Ito, Ken Nagasaka, Kosuke Kurokawa: AN IMPROVED ANALYSIS ON RESIDENTIAL PV RESOURCES BY AERIAL PHOTOGRAPHS, Renewable Energy 2008, Busan, 13-17 Oct. 2008
- (16) Kenichiro Yamaguchi, Ken Nagasaka, Kosuke Kurokawa: DEVELOPMENT OF VOLTAGE CONTROLLER FOR THE DISTRIBUTION SYSTEM CONNECTED WITH CLUSTERED PHOTOVOLTAIC SYSTEMS, Renewable Energy 2008, Busan, 13-17 Oct. 2008
- (17) Yuzuru Ueda: Analysis Result of Voltage Rise and Network Behavior Simulations with Large Scale DER Deployment, 3rd International Conference on Integration of Renewable and Distributed Energy, Dec. 2008

国内学会

- (18) 植田謙, 黒川浩助, 田邊隆之, 北村清之, 中島栄一, 宮本裕介, 杉原裕征: 配電系統に集中連系された太陽光発電システムにおける電圧上昇の解析, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 7, pp.48-49, 2008.3
- (19) 山下直子, 伊藤雅一, 河本桂一, 植田謙, 長坂研, 黒川浩助: NPP を用いた日本とゴビ砂漠における太陽光発電システムのエコロジカルフットプリント, エネルギー資源学会, 2008.6.5-6
- (20) 川崎憲広, 伊藤雅一, 有田佳那子, 黒川浩助: 小型ソーラーカーの開発, 平成 20 年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, pp 165-168, 2008.11.6
- (21) 川崎憲広, 北村清之, 杉原裕征, 西川省吾, 黒川浩助: 太陽光発電システム変動特性評価手法の開発 ~有効性および精度検証~, 平成 20 年度日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, pp 293-296, 2008.11.7
- (22) 植田謙, 津野裕紀, 工藤満, 小西博雄, 黒川浩助: 北杜メガソーラプロジェクトにおける各種太陽電池モジュール評価, 平成 20 年度 日本太陽エネルギー学会/日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 公演論文集, pp. 69-70, 2008.11

招待講演・その他解説・展望

- (23) 黒川浩助: 太陽光発電に関する最近の状況と展望, 電気学会B部門誌解説, 2008年7月号
- (24) 黒川浩助: 太陽光発電 - 希望と責務 -, JPEA 25th 太陽光発電システムシンポジウム
- (25) 黒川浩助: 太陽光発電をめぐる急展開, 第2回AES総会 特別講演
- (26) 黒川浩助: 再生可能エネルギー世界フェア 2008 主催者挨拶, 再生可能エネルギー世界フェア 2008

<2009 年>

原著論文

- (1) 津野裕紀, 菱川善博, 上迫浩一, 黒川浩助: 部分照射による各種太陽電池モジュールの分光感度測定方法, 太陽エネルギー, pp73-81, 2009
- (2) 川崎憲広, 北村清之, 杉原裕征, 西川省吾, 長坂研, 黒川浩助: 集中連系型太陽光発電システムにおける変動特性評価法に関する研究, 太陽エネルギー, Vol.35 No.1, pp 83-92, 2009

- (3) 嶋田尊衛, 川崎憲広, 植田謙, 杉原裕征, 黒川浩助: 集中連系型太陽光発電システムにおける翌日連系点電力の計画・制御を可能とする蓄電池容量の検討, 電気学会論文誌B, 129 巻 5 号, p.p.696-704, 2009 年 5 月
- (4) Akira Nishimura, Y. Hayashi, K. Tanaka, M. Hirota, S. Kato, M. Ito, K. Araki, E.J. Hu, Life cycle assessment and evaluation of energy payback time on high-concentration photovoltaic power generation system, Applied Energy, 5 Sep 2009 (online)
- (5) 小田 拓也, 宮崎 隆彦, 伊藤 雅一, 柏木 孝夫, 再生可能エネルギーと需要の双方の変動を考慮した電力貯蔵容量の基礎的解析, 電気学会論文誌 B, 129 巻 5 号, pp 682-688, 2009 年
- (6) Masakazu Ito, Kosuke Kurokawa, Solar Resource Potentials of Very Large Scale PV Systems in Sahara desert, Journal of Arid Land Studies (日本沙漠学会誌「沙漠研究」), Vol19, No.1, pp 105-108, Jun-09
- (7) Yuzuru Ueda, Kosuke Kurokawa, Kiyoyuki Kitamura, Masaharu Yokota, Katsumi Akanuma, Hiroyuki Sugihara: Performance analysis of various system configurations on grid-connected residential PV systems, Solar Energy Materials and Solar Cells, 93, 6-7, p.p.945-949, 2009.6
- (8) 筒井淳, 上迫浩一, 黒川浩助: 太陽電池モジュールの屋外出力推定法及びそれを用いた耐久性評価, 太陽エネルギー, Vol.35, No.6, pp.59-64, 2009

国際学会

- (9) Kosuke Kurokawa: The particularity of the power network incorporating with the aggregation of distributed PV systems, REGIS Workshop, Hawaii, USA 2009.1-12-15
- (10) Kosuke Kurokawa: Study on Very Large Scale Photovoltaic Power Generation System, IEA PVPS Workshop, PVSEC-18, Kolkata, India, 2009.1.19-23
- (11) Kosuke Kurokawa: Solar Photovoltaic Technology - its Prosperity as Global Major Energy throughout 21st Century PVSEC-18, Kolkata, 2009.1.19-23
- (12) Masakazu Ito, Takuya Oda, Yasuhiro Nakai, Kosuke Kurokawa, Preliminary Analysis on Potentials of CO2 reduction for Electric Vehicle with Renewable Energy, WREC 2009 Asia, Bangkok, 18-23 May 2009
- (13) Kosuke Kurokawa, Norihiro Kawasaki, Masakazu Ito: Particularity of PV Aggregations incorporating with the Power Grids - Development of a Power Router, 34th PVSC_Philadelphia, USA, 2009.06.08
- (14) Kosuke Kurokawa: Accelerated and Expanded Japanese PV Technology Roadmap "PV2030+", 34th PVSC_Philadelphia, USA, 2009.6.7-12
- (15) Masakazu Ito, Keiichi Komoto, Kosuke Kurokawa, A Comparative LCA Study on Potential of Very-Large Scale PV Systems in Gobi Desert, 34th IEEE PVSC, Philadelphia, 7-12 June 2009
- (16) Y. Ueda: EVALUATION OF VARIOUS PV TECHNOLOGIES IN HOKUTO MEGA-SOLAR PROJECT, 24th European Photovoltaic Solar Energy Conference, 2009.9
- (17) Masakazu Ito, Mitsuru Kudo, Masashi Nagura, Kosuke Kurokawa: A Life-Cycle Analysis of A Mega-Solar System in Japan, 24th EU-PVSEC, Hamburg, 5BV.2.51, 21-25 Sep 2009
- (18) K. Komoto, K. Kurokawa, M. Ito, D. Faiman, P. van der Vleuten: FUTURE PV DIRECTIONS: VLS-PV ROADMAP TOWARD 2100, 24th EU-PVSEC, Hamburg, 6DV.2.27, 21-25 Sep 2009
- (19) Kosuke Kurokawa, Keiichi Komoto, Masakazu Ito, David Faiman, Peter van der Vleuten, Realistic: Sustainable Energy Solutions from the Desert for World Energy throughout the Century, 24th EU-PVSEC, Hamburg, 6DV.2.28, 21-25 Sep 2009
- (20) Masakazu Ito, Kosuke Kurokawa: Solar Energy Potentials in Gobi Desert by Remote Sensing Approach, ISES 2009, Johannesburg, 11-14 Oct 2009
- (21) Y. Ueda: Evaluation of Different PV Modules and Systems in HOKUTO Mega-Solar Project, PVSEC-19, 2009.11

国内学会

- (22) 植田 謙, 岩船 由美子, 荻本 和彦: PV 導入への配電電圧昇圧の効果の予備的検討, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-168, 2009.3
- (23) 植田 謙, 黒川 浩助, 田邊 隆之, 北村 清之, 宮本 裕介, 杉原 裕征: 蓄電池の太陽光発電出力抑制対策への応用, 平成 21 年電気学会全国大会, 6-S7-3, 2009.3
- (24) 一色 拓人, 小田 拓也, 伊藤 雅一, 柏木 孝夫, エネルギーの地域融通を考慮した最適エネルギーシステム～大学キャンパスの実データを基にした解析事例～, 電気学会全国大会, 北海道, pp 134-135, 17-19 Mar 2009
- (25) 植田 謙, 岩船 由美子, 荻本 和彦: 水面設置型太陽光発電システムの発電特性と水冷効果, 平成 21 年電気学会 電力・エネルギー部門大会, 2009.8
- (26) 工藤 満, 高木 晋也, 小西 博雄, 田中 良, 植田 謙, 伊藤 雅一, 津野 裕紀, 黒川 浩助: 各種太陽光発電システムの評価, 電気学会全国大会, 北海道, pp 23-26, 17-19 Mar 2009
- (27) 小宮山陽平, 長坂研: 太陽光発電量推定のための ANN を用いた日射予測, 第 28 回エネルギー・資源学会研究発表会, 10-2, 2009.6.10
- (28) 伊藤 雅一, 川崎 憲広, 前田 征児, 石井 隆文, 山口 雅英, 横山 昌央, 高野 知宏, 大森 一憲, 木村 誠, 黒川 浩助: 自律度向上型太陽光発電システム研究における情報線を必要としないスマートグリッド実証試験, 平成 21 年度 日本太陽エネルギー学会/日本風力エネルギー協会合同研究発表会, pp 321-324, 2009.11.5-6
- (29) 植田 謙, 伊藤 雅一, 黒川 浩助, 工藤 満, 小西 博雄: アモルファス太陽電池アレイの計測データを用いた故障検出と故障箇所特定手法, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, pp 77-80, 2009.11.5-6
- (30) 石崎雄介, 長坂研: 多数の LED を光源としたソーラシミュレータの開発, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会/日本風力エネルギー協会合同研究発表会, p387～p388, 2009.11.6
- (31) 川崎 憲広, 西岡 宏二郎, 島陰 豊成, 山根 宏, 角田 二郎, 黒川 浩助, “空間補間法を用いた日射強度推定法の検討”, 平成 21 年度 日本太陽エネルギー学会/日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 講演論文集, pp.

- 73-76, 長崎, 2009年11月
- (32) 津野, 菱川, 工藤, 小西, 植田, 黒川: 各種太陽電池モジュールの屋外における利得・損失量の定量解析, 太陽/風力エネルギー講演論文集 301-304, 2009.11

著書・解説など

- (33) 黒川浩助: 2.6.3 注目すべき最近の動向, 光産業振興協会 H20 産業動向調査報告書, 2009.2.
- (34) 黒川浩助: 太陽光発電普及の動向・大きな変化をめざして, 太陽光発電協会機関誌「太陽光発電」
- (35) 黒川浩助: 太陽光発電の意義とその将来像 (上) (下), 会誌「科学機器」<科学の峰々>, 2009.2.6
- (36) Masakazu Ito, Kosuke Kurokawa, RE-EV: Renewable Energy for Electric Vehicles Project, New Breeze, pp 20-21, Spring 2009
- (37) 黒川浩助: 明るい太陽光発電の未来を目指して, ENEOS, Technical Review Vol.51 No.2, p.09-13, 2009.05
- (38) 横山 晋也, 山口 雅英, 伊藤 雅一, 黒川 浩助, 中井 康博, 野口 浩行, 再生可能エネルギーを利用した電気自動車向けインフラシステム, GS Yuasa Technical Report, 第6巻第1号, pp32-36, 2009年6月
- (39) 黒川浩助, 中井康博: 再生可能エネルギーを利用した電気自動車向けインフラシステムの研究 (RE-EV プロジェクト), 原子力 eye Vol.55, No.8, 2009.8
- (40) 黒川浩助, 前田征児: 太陽光発電大量導入時代を見据えた自律度向上太陽光発電システムの実証研究ーコミュニティにおける電力融通効果の検証ー, 原子力 eye Vol.55, No.8, 2009.8
- (41) Keiichi Komoto, Masakazu Ito, Peter van der Vleuten, David Faiman and Kosuke Kurokawa, Energy from the Desert - Very Large Scale Photovoltaic Systems: Socio-economic, Financial, Technical and Environmental Aspects-, earthscan, September 2009

招待講演

- (42) 黒川浩助: エネルギーネットワークと太陽光発電システム, 第3回日本エレクトロニクスフォーラム, 2009.2.26
- (43) 黒川浩助: 21世紀を担う太陽光発電エネルギー, ドイツ NRW 州再生可能エネルギーセミナー, 東京バイ有明ワシントンホテル, 2009.2.27
- (44) 黒川浩助: PV2030plus and Its Background International Sinpojium on Innovative Solar Cells 2009, 2009.3.2
- (45) 黒川浩助: 太陽光発電は地球を救えるか, 国際セラミックス総合展セミナー「地球環境・新エネルギー」, 東京ビッグサイト, 2009.4.10
- (46) 伊藤 雅一, 再生可能エネルギーを利用した電気自動車向け充電システムの研究, 日本水素エネルギー産業会議, 13 May 2009
- (47) 黒川浩助: 太陽光発電の真の価値, 太陽光発電拡大のために (パネルディスカッション基調講演), 東工大百年記念館, 2009.6.18
- (48) Kosuke Kurokawa: Progress of AE-PVC and RE-EV, Meeting on PVGIS, 2009.6.23
- (49) 黒川浩助: 大規模太陽光発電とサンベルト構想のインテグレーション, JCRE フォーラム: 太陽エネルギー, 熱と光の最先端技術セミナー, 幕張メッセ, 2009.6.25
- (50) 黒川浩助: IEA-PVPS プログラム “Energy from the Desert”, 日本学術会議シンポ「サハラソーラーブリーダー計画」, 日本学術会議講堂, 2009.6.30
- (51) 黒川浩助: 明るい太陽光発電の未来を目指して, 第6回学振175委員会「太陽光発電システム」, 朱鷺メッセ, 新潟, 2009.7.2-3
- (52) 黒川浩助: 太陽光発電の現状と将来, 地球環境研究会, 航空会館会議室, 2009.7.6
- (53) 黒川浩助: 永遠のエネルギー太陽光発電を目指して, 平成21年度第1回(第7回)水素エネルギー利用開発研究会講演会, 広島大学, 2009.7.09
- (54) 黒川浩助: 21世紀を担う太陽光発電エネルギー, 日独ソーラー技術セミナー, ホテルニューオータニ, 東京, 2009.7.22
- (55) 黒川浩助: 太陽光発電は地球を救えるか, 建築研究開発コンソーシアム, 晴海トリトンスクエア, 東京, 2009.7.23
- (56) Kosuke Kurokawa: Intrinsic Value of PV System and its Long-Term Vision PIDA, 太陽光発電の本質的な価値及び超長期的展望セミナー, 台北, 台湾, 2009.08.21
- (57) Kosuke Kurokawa: Solar Photovoltaic Systems, ISC 55 Student Seminar, 国立オリンピック記念青少年総合センター, 2009.9.1
- (58) 伊藤 雅一, 再生可能エネルギーを利用したEV用インフラシステムの開発, 電気自動車&充電システム徹底解説, 電子ジャーナル, 20 Oct 2009
- (59) Kosuke Kurokawa: Eternity - The Nature of Renewable Energy, 再生可能エネルギー長城フォーラム, 上海, 中国, 2009.10.23
- (60) 黒川浩助: 太陽光発電の真の価値, 第8回英弘シンポジウム, 如水会館, 2009.10.27
- (61) 黒川浩助: 21世紀基幹エネルギーを目指す太陽光発電, 石油精製講演会, 代々木青少年センター, 2009.10.30
- (62) 黒川浩助: 太陽光発電の真の価値, 第23回サイテックサロン, 駒場ファカルティハウス, 2009.10.31
- (63) 黒川浩助: 21世紀世界基幹エネルギーを目指す太陽光発電, 新エネルギー勉強会, 太陽電池編, 株式会社テクノパ本社, 2009.11.02
- (64) 黒川浩助: 低炭素社会実現に向けての太陽光発電の考え方, 第26回太陽光発電システムシンポジウム, 2009.11.19
- (65) 黒川浩助: 太陽光発電システム - 21世紀の選択, 電気通信大学研究開発セミナー, 2009.12.03
- (66) 黒川浩助: 太陽エネルギーの新たな展望について, 太陽エネルギー利用者集会 in 東京, 明治大学アカデミーコ

モン, 2009.12.13

- (67) 黒川浩助:太陽光発電システム - 21世紀の選択,「新エネ百選」記念セミナーin 川越,川越東武ホテル,2009.12.24

<2010年>

原著論文

- (1) 五十嵐 広宣, 川崎 憲広, 涌井 伸二, 黒川 浩助:太陽光発電システムの単独運転特性解析用回生負荷モデルの開発, 太陽エネルギー, Vol.36, No.1, pp.41-50, 2010
- (2) Masakazu Ito, Keiichi Komoto, Kosuke Kurokawa: Life Cycle Analysis of Very-Large Scale PV Systems using Six Types of PV Modules, Current Applied Physics, Volume 10, Issue 2, Supplement 1, March 2010, Pages S271-S273
- (3) Masakazu Ito, Mitsuru Kudo, Masashi Nagura, Kosuke Kurokawa: A COMPARATIVE STUDY ON LIFE-CYCLE ANALYSIS OF 20 DIFFERENT PV MODULES INSTALLED AT A HOKUTO MEGA-SOLAR PLANT Progress in Photovoltaics: Research and Application, Wiley, Article first published online: 5 JAN 2011
- (4) 小田 拓也, 宮崎 隆彦, 植田 譲, 伊藤 雅一, 川崎 憲広, 柏木 孝夫: 既築建物等に対する空調用電力消費量の推定手法 - 大学建物における検証 -, 日本冷凍空調学会論文集, Trans. Of the JSRAE, Vol.27, No.2(2010) pp.95-102
- (5) 伊藤 雅一, 川崎 憲広, 小田 拓也, 黒川 浩助, 横山 晋也, 山口 雅英, 中井 康博, 原 岳広, 野口 浩行: 再生可能エネルギーを利用した電気自動車向けインフラシステム, 日本パワーエレクトロニクス学会, JIPE-36-17, Vol.36, 2011.3

国際学会

- (6) Y. Tsuno, Y. Ueda, Y. Hishikawa, M. Kudo, H. Konish, K. Kurokawa: Evaluation of Different PV Modules in HOKUTO Mega-Solar Project, 25th EUPVSEC, Feria Valencia Convention & Exhibition Centre, Valencia, Spain, 4BO.10.5, 2010.9.6-10
- (7) M. Ito, M. Kudo, M. Nagura, K. Kurokawa: A Comparative Study on Life-Cycle Analysis of 20 Different PV Modules Installed at a Hokuto Mega-Solar Plant, 25th EUPVSEC, Feria Valencia Convention & Exhibition Centre, Valencia, Spain, 4DO.10.2, 2010.9.6-10
- (8) Y. Ueda, Y. Tsuno, M. Kudo, H. Konishi, K.Kurokawa: Comparison between the I-V Measurement and the System Performance in Various Kinds of PV Technologies, 25th EUPVSEC, Feria Valencia Convention & Exhibition Centre, Valencia, Spain, 4EP.1.5, 2010.9.6-10
- (9) K. Kurokawa: Technological prospects of potovoltaic vs CSP, RENEWABLE ENERGY 2010, Yokohama, OP-8-2, 2010.6.27-7.2
- (10) H. Koinuma, H. Fujioka, Y. Yoshii, M. Sumiya, Y. Furuya, K. Kurokawa, S. Yamaguchi: Concept and key-technologies of desert solar breeder plan directed towards global energy system innovation, RENEWABLE ENERGY 2010, Yokohama, O-Pv-10-2, 2010.6.27-7.2

国内学会

- (11) 小宮山陽平, 長坂研: 日射予測のためのファジィ推論を用いた天候情報の数値化, 第26回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 22-4, 2010.1.27
- (12) 石崎雄介, 長坂研: 6種類のLEDを搭載した新型ソーラシミュレータの開発, 第26回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 22-5, 2010.1.27
- (13) 川崎憲広, 西岡宏二郎, 島陰豊成, 山根 宏, 角田二郎, 黒川浩助: 空間補間法を用いた日射変動平滑化効果の評価, 平成22年電気学会 電力・エネルギー部門大会, No.135, pp.07-33~07-34, 2010.9.1-3
- (14) 川崎憲広, 宇佐美章: 太陽光発電システムのリアルタイム発電出力の把握に向けた有効日射強度の推定, 平成22年度 日本太陽エネルギー学会/日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 講演論文集, No.123, pp. 497-500, 郡山, 2010.11.4-5

著書・解説

- (15) 黒川浩助, 川崎憲広, 伊藤雅一, 植田譲, 前田征児, 山口雅英: 分散型太陽光発電地域運転特性および統合制御運用, 太陽エネルギー, Vol.36, No.1, pp.35-40, 2010.1
- (16) 黒川浩助: 太陽光発電普及 - 大きな変化を期待して -, 太陽光発電協会誌「太陽光発電」, p.16-21, 2010.02
- (17) 黒川浩助: 「時報 PV+」深層を聞く 太陽光発電, 2030年1億kWを目標に, 時報 PV+, 創刊準備1号, 2010.6.15
- (18) 黒川浩助: 「時報 PV+」に期待する 厳しい指摘と問題提起を!, 時報 PV+, 創刊号, 2010.10.1
- (19) 黒川浩助: 太陽光発電 -30余年を経てさらに, 太陽エネルギー200号, Vol.36 No.6, 2010.12.06
- (20) 黒川浩助: 家庭エネルギー100%の時代へ—20年までに効率20%を目指す—, 燦, 12月号, 2010.12.10

報道・表彰

- (21) 黒川浩助: 功労賞, 日本太陽エネルギー学会, 2010.5.21
- (22) 黒川浩助: 創立30周年記念功労者 感謝状, 財団法人 光産業技術振興協会, 2010.12.7
- (23) 東工大: サハラの砂から太陽電池材料, 日本経済新聞 (夕刊), 2010.12.16
- (24) 黒川浩助: 国際太陽エネルギー学会 理事 感謝状, 国際太陽エネルギー学会, 2010.12.31

招待講演

- (25) 黒川浩助: ~世界基幹エネルギーへ向けて~太陽光発電システム - 21世紀の選択, 再生可能エネルギー由来

- 水素エネルギーシステム研究会 第1回研究会, 2010.01.13
- (26) Masakazu Ito: Case study on the Gobi desert , including Environmental aspects of VLS-PV, IEA PVPS Task8 International Symposium at Renewable Energy 2010 International 'ENERGY FROM THE DESERT' - Potential of Very Large Scale PV Systems (VLS-PV) -, 27 Jun 2010
- (27) Kosuke Kurokawa: Photovoltaics - Solution for 21st Century, World PV Future, 2010.02.02
- (28) 黒川浩助: 太陽光発電の革新的技術開発に向けた取組み, 地球温暖化対策シンポジウムシリーズ第4弾 世界一の太陽光発電立国を目指して, 大阪国際会議場, 2010.02.04
- (29) 黒川浩助: 地球生態系と太陽光発電の新世紀, フォーラム「緑のアジア大陸の再生を目指して」, JICA 横浜国際センターかもめ, 2010.02.13
- (30) 黒川浩助: Report from IEA PVPS Task8: Study on Very Large Scale PV Power Generation Systems, SSB Int'l Mini-Workshop, 物質・材料研究機構, 次世代太陽電池センター, 2010.03.25
- (31) 黒川浩助: 自立度向上型太陽光発電および RE-EV プロジェクト(研究成果), AES 総会, Tokyo Tech., 2010.04.
- (32) 黒川浩助: 分散型太陽光発電地域運転特性および統合制御運用日本太陽エネルギー学会, 太陽光発電部門 第2回講演会「太陽光発電システム系統連系, 2010.04.16
- (33) Kosuke Kurokawa: Photovoltaics - Solution for 21st Century, Tokyo Tech PV (Trony), 2010.05.16
- (34) 黒川浩助: 太陽光発電あれこれ, シーズとニーズの会, 東京電力 電気の資料館, 2010.05.18
- (35) 黒川浩助: 太陽エネルギーの真の価値, 国会議員のための院内集会「太陽光発電・再生可能エネルギー世界の状況から見る日本の実情」, 衆議院第2議員会館第4会議室, 2010.06.02
- (36) 黒川浩助: 太陽光発電の真の価値, 日本科学技術ジャーナリスト会議6月例会, 日本プレスセンター10F ホールB, 2010.06.15
- (37) 黒川浩助: True Value of Photovoltaics 再生可能エネルギーが開くアジアの未来, METI-NEDO Joint Forum, RE2010, Yokohama, 2010.06.29
- (38) 黒川浩助: 太陽光発電の真の価値, NTT ファシリティーズ「太陽光発電セミナー」, ウェスティンホテル大阪, 2010.07.14
- (39) 黒川浩助: NEDO 設立から30年, そして(太陽光発電システム), 新エネルギー技術開発成果報告会, 東京国際フォーラム, 2010.07.27
- (40) Kosuke Kurokawa: The Value of Solar Photovoltaics throughout 21st Century and Beyond, JST-JAICA-Tunisia Workshop on PV Technology, Tunis, 2010.8.6
- (41) 黒川浩助: 低炭素社会実現に向けての太陽光発電の考え方, 「分析展 2010」・「科学機器展 2010」合同展示会, 特別セミナー, 幕張メッセ, 2010.09.02
- (42) 黒川浩助: 太陽光発電最新動向 自然エネルギー学校 in 京都, 京エコロジーセンター, 2010.09.25
- (43) 黒川浩助: 太陽光発電分野の最新動向, 光産業動向セミナー, インターオプト 2010, パシフィコ横浜, 2010.09.30
- (44) 黒川浩助: 太陽光発電の恵み, 新エネルギーセミナー in 秋田, 明德館ビルカレッジプラザ, 2010.10.08
- (45) 黒川浩助: The Value of Solar Energy Technologies, 第25回石油学会, 青少年総合センター, 2010.10.26
- (46) 黒川浩助: 低炭素社会実現に向けての太陽光発電の考え方, 第27回太陽光発電システムシンポジウム, KFC ホール, 墨田区, 2010.11.18
- (47) 黒川浩助: 太陽光発電 30年の大きな歩み, 第30回光産業技術シンポジウム, リーガロイヤルホテル東京, 2010.12.7
- (48) 黒川浩助: 太陽光発電-21世紀の選択, 国際粉体工業展東京2010最新情報フォーラム「クリーンエネルギー」, 東京ビッグサイト東ホール, 2010.12.02
- (49) Kosuke Kurokawa: Comparative Review of Technologies for "Energy from the Desert", Sahara Solar Breeder Foundation, Workshop, Hotel Barcelo Chartage Tharasso, Tunis, 2010.12.10
- (50) Kosuke Kurokawa: Study on Very Large Scale Photovoltaic Power Generation System, Japan-Arab economy forum WS, Tunis, 2010.12.13

<2011年>

原著論文

- (1) 伊藤 雅一, 川崎 憲広, 小田 拓也, 黒川 浩助, 横山 晋也, 山口 雅英, 中井 康博, 原 岳広, 野口 浩行: 再生可能エネルギーを利用した電気自動車向けインフラシステム, 日本パワーエレクトロニクス学会, JIPE-36-17, Vol.36, 2011.5
- (2) Masakazu Ito, Mitsuru Kudo, Masashi Nagura, Kosuke Kurokawa: A Comparative Study on Life-Cycle Analysis of 20 Different PV Modules Installed at a Hokuto Mega-Solar Plant, Progress in Photovoltaics: Research and Application, Volume 19, issue 7, pp 878-886, 2011.11
- (3) 小田 拓也, 伊藤 雅一, 川崎 憲広, 宮崎 隆彦, 柏木 孝夫: 交通センサ観測結果等を用いた乗用車のEV充電負荷曲線と充電ポテンシャルの推定, Potential Estimation of Hourly Blank Storage Space and Charge Loads of Evs using Road Traffic Census and Vehicles Status, 電気学会論文誌B, Vol.131 No.12, pp 920-926, 2011.12

国際学会

- (4) Yuzuru Ueda, Kosuke Kurokawa, Mitsuru Kudo, Hiroo Konishi: Comparison between Outdoor Performances and Manufacturers' Flash Test Results of Crystalline Si PV Modules, Photovoltaic Module Reliability Workshop 2011, Golden Colorado, USA, 2011.02.16-17

- (5) M. Ito, T. Nishimura, A. Amarbayar, K. Kurokawa: Conceptual Study on Desert Region Community Development, 1st Asia-Arab Sustainable Energy Forum, Nagoya, 23-26 August 2011
- (6) Y. Ueda, K. Kurokawa, Y. Tsuno, M. Kudo & H. Konishi: Performance Degradation Analyses of Different Kinds of PV Technologies in Hokuto Mega Solar Project, 26th European Photovoltaic Solar Energy Conference Proceedings, pp.3075-3079 (September 2011), Hamburg Germany
- (7) Kosuke Kurokawa: Quake, Tsunami and PV systems, PVSEC21, ヒルトン福岡シーホーク, 2011.11.28
- (8) Masakazu Ito, Norihiro Kawasaki, Takuya Oda, Takanori Isobe, Masahide Yamaguchi, Shinya Yokoyama, Yasuhiro Nakai, Takehiro Hara, Hiroyuki Noguchi, Kosuke Kurokawa: DEVELOPMENT OF THE ELECTRIC VEHICLE'S INFRASTRUCTURE SYSTEM FOR RENEWABLE ENERGY MAXIMIZATION AND LIFE CYCLE ASSESSMENT, PVSEC-21, Fukuoka, 2011.11.28-12.2
- (9) Norihiro Kawasaki, Akira Usami, Kojiro Nishioka, Toyonari Shimakage, Jiro Sumita, Hiroshi Yamane, Kosuke Kurokawa: A SPATIAL INTERPOLATION METHOD OF THE SOLAR IRRADIANCE FOR PREDICTION OF AREAL DISTRIBUTION OF THE IRRADIANCE, PVSEC-21, Fukuoka, 2011.11.28-12.2

国内学会

- (10) 川崎憲広, 西岡宏二郎, 島陰豊成, 山根 宏, 角田二郎: 北杜市における日射変動平滑化効果の評価と空間補間法を用いた日射強度推定手法の検討, メタボリズム社会・環境システム研究会~テーマ「再生可能エネルギーの出力変動特性の評価と予測」~, MES-11-5, pp. 25-30, 東京大学, 2011.1.27
- (11) 川崎, 宇佐美, 西岡, 島陰, 山根, 角田, 黒川: 太陽光発電大量連系に向けた太陽光発電出力把握技術の開発—日射の面的分布の推定に適した空間補間法の検討—, 平成 23 年電気学会 B 部門大会, 福井大学, 2011.8.30-9.1
- (12) 伊藤 雅一, 工藤 満, 名倉 将司, 黒川 浩助: 北杜メガソーラのライフサイクル評価, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, A3-16, 稚内, 2011 年 9 月
- (13) 伊藤 雅一: 自律度向上型太陽光発電システムとスマートグリッド, 電気自動車 (HEV/EV) 充電技術★徹底解説, 電子ジャーナル, 東京, 2011 年 9 月
- (14) 伊藤 雅一, 河本 桂一, 黒川 浩助: LCA 手法による 6 種の太陽電池を用いた砂漠地域における大規模太陽光発電システムの環境影響評価, 新エネルギー・環境/メタボリズム社会・環境システム合同研究会, 北海道大学, 2011 年 11 月
- (15) 伊藤 雅一: 太陽光発電システムのライフサイクル評価, 太陽光発電システムの最近の技術, 東京理科大, 2012 年 2 月

著書・解説

- (16) 黒川浩助: 30 余年を経て さらに進むその行く手, JPEA 会報誌『光発電』, No.34, 2011.03.15
- (17) 黒川浩助: これからの太陽光発電技術—さまざまな研究開発とその実現可能性—, エネルギーいんふおめいしょん 10 月号, Vol.35, No10, 2011.10.10
- (18) Kosuke Kurokawa: Kurokawa's Geheimnis, Photon Mai, p.30, 2011.05
- (19) 黒川浩助: 太陽光発電—21 世紀世界エネルギー供給に貢献—, 学術の動向 5 月号, p.30-33, 2011.05
- (20) 黒川浩助: エネルギーの新潮流, 2011.05
- (21) 黒川浩助: 広域電力連系と分散型電源のベストミックスが基本, 時報 P V+, 第 14 号, p.5-6, 2011.05
- (22) Kosuke Kurokawa: Just like Starting over, Photon International July 2011, p.40-47, 2011.07
- (23) Kosuke Kurokawa: Kurokawa's secret, Photon USA July 2011, p.20-29, 2011.07
- (24) Masakazu Ito: Life Cycle Assessment of PV systems, Crystalline Silicon - Properties and Uses, Sukumar Basu (Ed.), Intech, 978-953-307-587-7, 2011

報道

- (25) 黒川浩助: 砂漠の砂からシリコン 欧州大陸に売電も可能, 東工大 AES センター連続インタビュー, 分散型エネルギー新聞 第 298 号, 2011.02.25
- (26) 黒川浩助: ドービル・サミット識者に聞く① 「再生」強化 共通項に, 毎日新聞 5/25 総合 4 面, 2011.05.25
- (27) 黒川浩助: 技術革新でコスト削減, 毎日新聞 7/15(朝) 識者に聞く どうするエネルギー④, 2011.07.15

招待講演

- (28) 黒川浩助: スーパーメガソーラーの持続的開発シナリオ, 「高温超伝導技術を中心とするスマートグリッドの可能性」研究会, 第 3 回 高温超伝導グリッドシステムの技術の波及効果, ウィンクあいち, 2011.02.21
- (29) 黒川浩助: 太陽光発電技術の現状と今後の展開, シンポジウム「スマートコミュニティで目指すエコアイランド宮古島」, パネルディスカッション, ホテルアトールエメラルド宮古島 漲水の間, 2011.02.28
- (30) 黒川浩助: 21 世紀の太陽光発電—希望と責務, 日本化学会 第 9 1 春季年会(2011), アドバンスト・テクノロジー・プログラム (A T P), 神奈川大学 横浜キャンパス, 2011.03.29
- (31) 黒川浩助: 太陽光発電システムの現状と課題そして未来, 第 100 回ひびきのサロン, 2011.04.19
- (32) 黒川浩助: 太陽光発電 - 今, この時に, AES 研究推進委員会, 2011.04.27
- (33) 黒川浩助: 太陽光発電 - 今, この時に, 地産地消の太陽エネルギーを基にしたエネルギーシフトの実現〜大震災を乗り越え, 今, わたしたちにできること〜, PV-NET, 明治大学リバティータワー113 教室, 2011.04.28
- (34) 黒川浩助: 21 世紀を担う太陽光発電, 東工大オムニバス, 2011.05.19
- (35) 黒川浩助: Emergency Report Quake on 311/2011, PVTEC 緊急パネル, ホテルメトロポリタンエドモント, 2011.05.20

- (36) 黒川浩助：明日のコミュニティ・インフラ そして今できること，第17回日本設計環境セミナー，2011.05.23
- (37) 黒川浩助：震災と太陽光発電・・・これからのこと・・・，130周年レクチャー，2011.06.04
- (38) 黒川浩助：これからの太陽光発電技術・・・システム分野を中心として，学振175 第1回信頼性・システム技術研究会，東工大蔵前会館，2011.06.06
- (39) 黒川浩助：明日の太陽光発電・・・そして今できること，東日本大震災，連続まちづくり懇話会，社団法人都市計画学会，NSRIホール，2011.06.13
- (40) 黒川浩助：第22回AES研究推進委員会，2011.06.28
- (41) 黒川浩助：太陽エネルギー利用の可能性について，「エネルギー問題研究班」勉強会，日本経済新聞社本社，2011.07.06
- (42) 黒川浩助：これからの太陽光発電システムを考える，経済同友会講演会，日本工業倶楽部，2011.07.07
- (43) 黒川浩助：防災復興へ向けた再生可能エネルギーアプローチ（補足），PV-NET通常総会，明治大学，2011.07.30
- (44) 黒川浩助：これからの太陽光発電技術，エネルギーを考える会勉強会，日本記者クラブ賞会議室，プレスセンター9F，2011.08.15
- (45) 黒川浩助：第1回アジア・アラブ サステイナブルエネルギーフォーラム（AASEF），ウイנקあいち，2011.08.24
- (46) Kosuke Kurokawa: Case of Solar Photovoltaics: Small Scale to Large Scale, IN-JP Global Partnership Summit 2011, The Inevitability of a Low Carbon Economy: What can India and Japan Bring to Each Other, The Prince Park Tower Tokyo, 2011.09.07
- (47) 黒川浩助：21世紀の太陽光発電技術，内閣府主催パネルディスカッション，東京国際フォーラム，2011.09.22
- (48) Kosuke Kurokawa: Solar Breeder Scenario Drive by Energy from the Desert, Global Photovoltaic conference, Grand Hotel, Busan, 2011.09.29
- (49) Kosuke Kurokawa: Quake, Tsunami and PVs, The 6th Korea-China-Japan Int'l Symposium on PV, Grand Hotel, Busan, 2011.09.29
- (50) 黒川浩助：期待が高まる再生可能エネルギー -太陽光発電を中心として-，グリーンイノベーション技術習得講座，西武信用金庫八王子支店，2011.10.24
- (51) 黒川浩助：これからの太陽光発電技術，太陽光発電システムの先端と事業化の実際，新社会システム総合研究所セミナー，明治記念館，2011.10.25
- (52) Kosuke Kurokawa: Real meaning and Possibilities of Solar Photovoltaic Technology for the 21st Century, Grobal Energy Innovator Forum 2011, Jeju, Korea, 2011.11.14
- (53) Kosuke Kurokawa: Quake, Nuke and PV on new wave in Japan, 1st Asia Pasific Forum , Grand Hotel, Busan, Korea, 2011.11.16-19
- (54) Kosuke Kurokawa: New International Activities Relating to Standardization in PV technologies, 1st Asia Pasific Forum , Grand Hotel, Busan, Korea, 2011.11.16-19
- (55) 黒川浩助：21世紀の太陽光発電技術，Forum in 関西，ウェスティンホテル大阪，2011.11.25
- (56) 黒川浩助：Meaning of Innovative Paths for the Future Photovoltaics, Workshop on CPV, ホテルメリージェ，宮崎，2011.12.01
- (57) 黒川浩助：「太陽光発電システムあちらこちら」，第24回AES研究推進委員会，2011.12.08
- (58) 黒川浩助：21世紀の世界のエネルギー戦略，シンポジウム『立命館が考える2020年のエネルギー地産地消』，立命館大学びわこ草津キャンパス，ローム記念館5階大会議室，2011.12.14
- (59) Kosuke Kurokawa: Exploiting All of the Possibilities of PV Power Generation, From Post-Disaster Reconstruction to the Creation of Resilient Societies, 慶応大学三田キャンパス，2011.12.16-17

<2012年>

原著論文

- (1) ○伊藤雅一，小田拓也，宮崎孝彦，川崎憲広，田口晋也，秋澤淳，黒川浩助：全国アンケート調査による太陽光発電システムに関する導入意識とコンジョイント分析，エネルギー・資源11月号 Vol33 No6 p.48, 2012.11.

国内学会

- (2) ○伊藤雅一，小田拓也，秋澤淳，杉原弘恭：太陽エネルギー利用に関する全国アンケート調査～太陽光発電に関する調査結果～，メタボリズム社会・環境システム研究会～テーマ「再生可能エネルギーの出力変動特性の評価と予測」～，MES-11-5, pp.25-30, 東京大学，2011.1.27

招待講演

- (3) 黒川浩助：「太陽エネルギーの価値を考える」-21世紀のエネルギー選択への提言-，PV-NETフォーラム，横浜開港記念館，2012.01.21
- (4) Kosuke Kurokawa: Energy from the desert Extended to SSB Scenario, Pr. Kurokawa the meeting with the African Diplomatic Corps' Science and Technology Committee, チュニジア大使館，2012.01.30
- (5) 黒川浩助：21世紀の太陽光発電技術，第341回サロン・ド・エナ，2012.02.15
- (6) 黒川浩助：21世紀の太陽光発電技術，市町村アカデミー公開講座，2012.02.17
- (7) 黒川浩助：これからの太陽光発電技術，太陽光発電関連産業育成セミナー，白兔会館・飛翔の間，2012.03.08
- (8) 黒川浩助：太陽光発電施設の周辺環境等について，工場立地法小委員会，2012.03.12
- (9) 黒川浩助：太陽光発電あれこれ，AES太陽光発電システム研究会(第14回)，くらまえホール，2012.03.17

- (10) 黒川浩助： 太陽光発電 R&D の状況-ME TI 関連プロジェクト体系-,電子情報通信学会・2012 年総合大会企画パネルセッション「東日本大震災から 1 年:ユビキタス・無線通信は何ができたか? これから何をすべきか?」, 岡山大学津島キャンパス, 2012.03.22
- (11) 黒川浩助： 太陽光発電の戦略的アプローチ - 地球規模エネルギーへ, 日本科学会第 9 2 回春季年会, 2012.03.27
- (12) 黒川浩助： 太陽光発電によるコミュニティ自律性向上と防災対策, TRONY 本社, 2012.04.05
- (13) ○黒川浩助： 都市における太陽光発電の役割と可能性, AES シンポ「エネルギー安全と市が拓く日本の未来」, くらまホール, 2012.04.17
- (14) ○Kosuke Kurokawa: The Way Forward by Solar Photovoltaic Approaches, TUV Rheinland 横浜, 2012.05.23
- (15) Kosuke Kurokawa: Japanese PV Program & AES Activities for Smart Community, INES Jens さんを迎えての講演会, 2012.06.05
- (16) 黒川浩助： 太陽光発電の戦略的アプローチ<地球規模エネルギーへ>, JACI 講演会, JACI 会議室, 2012.06.27
- (17) 黒川浩助： これからの太陽光発電の役割と可能性, 第 7 回太陽エネルギーデザイン研究会, 百年記念館フェライト記念会議室, 2012.07.13
- (18) 黒川浩助： 太陽光発電分野の最新動向(Latest Trends of Photovoltaic Energy), 2012 光産業動向セミナー, パシフィコ横浜, 2012.09.25
- (19) ○黒川浩助： 21 世紀世界の再生可能エネルギー・真の価値, ふくしま復興・再生可能エネルギー産業フェア 2012, ビッグパレットふくしま, コンベンションホール, 2012.11.08
- (20) Kosuke Kurokawa: タイトル不明, Policy & Business forum, EnerSol-WSEF2012, Tunis, Tunisia, 2012.11.14-16
- (21) 黒川浩助： Solar Short News from Kurochan's diary, 大 27 回 AES 研究推進委員会, 東工大西 8 号館, 2012.11.19
- (22) 黒川浩助： 太陽光発電システムトピックスいろいろ, JPEA 技術情報部会, 田中田村町ビル 5 階, A 会議室, 2012.12.25

著書・解説

- (23) 植田 謙：太陽光発電システムのモニタリングと故障診断, 太陽エネルギー, 日本太陽エネルギー学会, Vol.38, No.1, pp27-32, 2012.1
- (24) 伊藤 雅一：太陽光発電システムのライフサイクル評価, 太陽エネルギー, 日本太陽エネルギー学会, Vol.38, No.1, pp33-39, 2012.1
- (25) 黒川浩助： 太陽光発電の技術革新, 産業と環境 2012. 3 号 特集 p.11-14, 2012.3
- (26) 黒川浩助： 太陽光発電の新時代到来か?, JPEA 会報誌『光発電』, No.35, p.23-39, 2012.3.

取材記事

- (27) ○黒川浩助： 今後の太陽光発電は「自立」と「つながり」, 建築知識 6 月号, 徹底解説「屋根」, p.96-99, 2012.6
- (28) ○黒川浩助： 電力網の構築は個別の建物を基点に, 日経アーキテクチャ, 2012 Winter 特別編集版, p.8-9, 2012.11.
- (29) ○東京工業大学先進エネルギー国際研究センター：エネルギー安全都市が拓く日本の未来, 東京工業大学先進エネルギー国際研究センター 第 3 回シンポジウム, 日本経済新聞 広告, 2012.5.17

<2013 年>

招待講演

- (1) 黒川浩助： 太陽光発電システム<真の価値>, 第 9 回自然エネルギー利用総合セミナー, 足利工業大学, 2013.1.22
- (2) 黒川浩助： 太陽光発電システム ネットワークへの発展, J P E A 技術情報部会, 2013.2.22

○：主要論文別刷りに掲載

○印のついていない論文も黒川研究室ホームページの「黒川研データベース」からダウンロードできます。

URL : <http://www.kurochans.net/database/index.htm>

東京工業大学 ソリューション研究機構
先進エネルギー国際研究センター

黒川浩助 研究室

主要論文別刷り[2012年～2013年]

※ 本論文集の取り扱いに関する注意

本論文集は研究目的かつ個人的な利用を目的として収録しています。掲載されている論文の著作権は各学会にあります。複写、転載等は各学会の著作権規定に従ってください。上記目的以外の使用において生じた損害についての責任は利用者本人にあります。

(IEEE 関連の論文に対する注意)

Personal use of this material is permitted. However, permission to reprint/republish this material for advertising or promotional purposes or for creating new collective works for resale or redistribution to servers or lists or to reuse any copyrighted component of this work in other works must be obtained from the IEEE.

原著論文

[2012年～2013年]

全国アンケート調査による太陽光発電システムに関する 導入意識とコンジョイント分析

An Installation willingness and a Conjoint Analysis of Photovoltaic Systems by Questionnaire Survey in Japan

伊藤 雅一^{*}・小田 拓也^{*}・宮崎 隆彦^{**}・川崎 憲広^{***}
Masakazu ITO Takuya ODA Takahiko MIYAZAKI Norihiro KAWASAKI
田口 晋也^{****}・杉原 弘恭^{*****}・秋澤 淳^{*****}・黒川 浩助^{*}
Shinya TAGUCHI Hiroyasu SUGIHARA Atsushi AKISAWA Kosuke KUROKAWA
(原稿受付日2012年2月29日, 受理日2012年10月12日)

A photovoltaic system (PV system) is an environmental friendly power generation system. However, PV system's installation ratio in Japan is still small. For its smooth increase, a questionnaire survey and a conjoint analysis have been done for understanding consumer's willingness. The survey was done by mail to inhabitants in 22 prefectures considering irradiance climate categories, because there are varieties of installation ratio between prefectures. From the survey, 61% are interested in the photovoltaic systems. Major reasons were "saving utility cost", "mitigating global warming", and "backup for emergency". Rest of the answers corresponding to 39% is not interested. A major reason was "expensive installation cost". On the other hand, possible investment for the photovoltaic systems was that 5% chose 2,000,000 yen, 19% chose 1,000,000 yen, and 35% chose 500,000 yen. 39% chose "I do not invest". Then, an analysis on choice probability has been done. Comparing three initial costs of PV systems with same cost pay-back time, highest choice probability was the lowest initial cost. That is, lower price of PV systems will be preferred even they are same cost pay-back time. In addition, "willingness to pay" was evaluated by the conjoint analysis. The willingness to pay for 10,000 yen utility-cost-saving was approximately 50,000 yen. This means that cost pay-back time is 5 years. Moreover, cost pay-back times of the irradiance climate categories were calculated. They were 4.6 to 5.2 years, in which no clear differences or relations with the climate categories were obtained.

1. はじめに

太陽光発電システムは地球環境に良い発電システムと言われており、得られる電気はライフサイクルを通して消費したエネルギーよりはるかに多く、二酸化炭素排出原単位も化石燃料による発電と比べて大幅に小さい¹⁻³⁾。よってエネルギー問題・地球環境問題を解決できる可能性のある技術である。

総務省統計局による平成20年住宅・土地統計調査⁴⁾によれば、平成20年の日本の住宅用太陽光発電システムの導入世帯は52万戸で導入率は1.0%となり、5年前の2倍に増加した。しかし、2020年のCO₂排出量を1990年比で25%削減する政府目標を実現するには、住宅用太陽光発電システムを660万~990万世帯に導入する必要がある⁵⁾。このような状況で政府や自治体は、太陽光発電装置の設置に対する補助

や、発電した電力の買取補助などの政策を進めている。2005年度に設置費補助は終了したが、2009年1月にはドイツの固定価格買取制度に習った余剰電力買取制度が導入された。

本論文では、太陽光発電システムに対する消費者の認識や導入の意識調査を全国規模で行うことにより、消費者が求めるシステムを把握し、太陽光発電システムの普及に貢献することを目的とする。また、太陽光発電システムの導入率は地域によって1%~7%とばらつきがあり⁶⁾、ばらつきの理由を日射気候区分と合わせて検討する。

現在までの報告では、萩島ら⁷⁾は戸建て住宅の環境性能の選好についてコンジョイント分析を実施し、山口ら⁸⁾は住宅展示場でのアンケート調査から太陽光と太陽熱の選好と、技術予測を行った。また、藤村ら⁹⁾は福岡市でのアンケート調査からコンジョイント分析を実施し、補助金は額によらず有効であるという結果を得た。吉田ら¹⁰⁾は新エネルギー財団の設置実績データから需要予測を行った他、インターネットによるアンケート調査でコンジョイント分析を実施し、普及予測を行った。しかし、本論文が示すような全国的なアンケートによる調査は少なく、大規模な普及を実現するために不可欠な調査だと考えている。

アンケート調査は、ドイツの固定価格買取制度がスタートした直後の2005年に行われた。やや前の調査結果ではあるが、導入意識調査が学術的に有意義であること、日射気

^{*}東京工業大学 先進エネルギー国際研究センター
〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-1-2-1
E-mail: ito@ssr.titech.ac.jp
^{**}九州大学大学院 総合理工学研究院
〒816-8580 福岡県春日市春日公園 6-1
^{***}電力中央研究所 材料科学研究所
〒201-8511 東京都狛江市岩戸北 2-1-1-1
^{****}JX 日鉱日石エネルギー 新エネルギーシステム事業本部
〒100-8162 東京都千代田区大手町 2-6-3
^{*****}東京農工大学大学院 生物システム応用科学府
〒184-8588 東京都小金井市中町 2-2-4-1-6
^{*****}東京農工大学大学院 工学研究院
〒184-8588 東京都小金井市中町 2-2-4-1-6

候区分を考慮した数少ない調査結果であること、コンジョイント分析の実施などを考慮し、本稿で報告する。また、震災後の導入意向についても別途調査中であり、本稿との比較が完了次第、結果を報告したい。

2. 導入意識調査結果の分析

2.1 導入意識調査概要

導入意識調査は質問票を郵送で送付し、郵送で回収した。実施時期は2005年9月である。太陽エネルギーの利用には地域性があることから、より均等に情報が集まるよう次世代省エネルギー基準¹¹⁾を参照しながら送付先を決定し、20の都道府県はサンプル数を50、北海道や沖縄等の限定された日射気候区分にはサンプル数を確保するため100とした。調査会社には1200以上の回収と依頼し、50とした県では49以上、100とした県では99以上回収した。回収数の合計は1209であった。

回答数を日射気候区分¹²⁾別にみれば、区分Ⅰは348、区分Ⅱは220、区分Ⅲは207、区分Ⅳは334、区分Ⅴは100であった。それぞれの区分の地域と、その地域における平均日射量¹²⁻¹³⁾は次のようになる。

〔区分Ⅰ〕北海道（道東を除く）から山陰東部までのほぼ日本海側の地域、3.27 kWh/m²・日

〔区分Ⅱ〕九州北部から山陰西部日本海側、中国・近畿・四国の内陸山地および岐阜・長野県北部山地、3.57 kWh/m²・日

〔区分Ⅲ〕北海道南東部（道東）、三陸沿岸から関東地方および山梨・静岡県（一部沿岸を除く）、3.50 kWh/m²・日

〔区分Ⅳ〕関東以西の太平洋沿岸の大部分（長野中南部および伊豆諸島を含む）、瀬戸内および九州中南部、3.78 kWh/m²・日

〔区分Ⅴ〕奄美大島以南の南西諸島、4.00 kWh/m²・日

区分Ⅰの冬季は日本海型で日射量が非常に少なく、雲や空から反射して届く散乱光の比率（散乱比）が大きい。夏季は梅雨が不明瞭であり、5月に日射量の極大となる。区分Ⅱの冬季は日本海型と太平洋型の間であり、夏季は梅雨が顕著に表れる。6～7月の日射量は少なく、5月、8月が大きい。区分Ⅲの冬季は太平洋型で全天日射量が多く、散乱比が小さい。夏季の梅雨はやや現れ、日射量は6～7月がやや少なく、5月、8月が大きい。区分Ⅳの冬季は太平洋型であり、夏季の梅雨は顕著に表れる。区分Ⅴは南西諸島型で、冬季の散乱比は高いが日射量が多い。5月から6月始めまでが梅雨で、日射量の顕著な極大が7月に現れる。

2.2 太陽光発電システムに関する調査項目

太陽光発電システムに関する調査項目は、本稿最後にある付録に記載した。最初に太陽光発電システムの保有状況を問い、保有していない回答者に対して関心の有無を聞いた。その後、関心の理由と投資できる金額を質問した。更に太陽光発電システムの価格の現状を伝えた上でコンジョイント分析に用いるプロファイルを提示し、選好を聞いた。ここでは一般的とは言えない太陽光発電システムの容量を聞くのではなく、複数のシステム価格と年間の光熱費削減額を組み合わせた5つのプロファイルを作成して質問した。アンケート結果から、どの程度の容量と価格が求められているかを明らかにすることを目指した。最初のプロファイルには、当時の太陽光発電システムの価格に対する当時の年間の光熱費削減額を設定して、実勢価格を回答者にイメージ付けた。太陽光発電システムの価格は当時の一般的な価格である200万円の他、半額の100万円、さらに半額の50万円を設定した。その他の質問として、導入に際して重視する点を自由回答欄付きで設けた。年齢、居住地などの基本属性は冒頭に聞いた。

2.3 回答者の基本情報

回答者の世帯年収は、300万円～499万円が372世帯と最も多く、次いで500万円～699万円が327世帯であった。300万円以下は124世帯、700～999万円は274世帯、1000～1499万円は79世帯、1500～1999万円は16世帯、2000万円以上は7世帯、記入ミスなどの不明は10世帯であった。一方、厚生労働省による平成18年国民生活基礎調査¹⁴⁾による2005年の所得は、300万円未満は30.7%、300万円以上500万円未満は23.6%、500万円以上700万円未満は17.9%、700万円以上1000万円未満は15.2%、1000万円以上1500万円未満は8.9%、1500万円以上2000万円未満は2.7%、2000万円以上は1.2%であった。両調査を比較すると、本調査は年収が300万円未満の割合が少なかったが、他は同程度であった。

住居形態は持ち家戸建住宅が606世帯、戸建賃貸住宅が121世帯、集合住宅が481世帯であった。回答者の年齢は30代が最も多く504人、次いで40代が342人であった。

2.4 太陽光発電システムに対する関心度

(1) 太陽電池の設置に対する関心の度合い

太陽光発電システムを既に設置している住宅は34件（3%）であった。これを除いた1175の回答に対し、太陽光発電システムの設置に対する関心および意向を集計した。単純集計結果を図1に示す。自宅に太陽光発電システムを設置していない回答者の61%が関心ありと答えている。更に、関心ありの内訳をみると、設置する意向や改築時の計画がある回答者が45%だった。全体の半数近くが今後設置すると考

えていることが分かった。一方、日経新聞社による日経生活モニターを対象とした2008年の調査（インターネット調査）¹⁵⁾では、65%が積極派（興味あり）と回答し、そのうち14%（全体の9%）は設置済み、または設置を積極的に考えたいと回答した。本調査と大きな差ではなかったが、設置の割合は調査によって異なる。

図2に示す日射気候区別の関心度では、日射気候区分Vの地域の関心ありが78%と高く、日射気候区分IIが54%とやや低かった。それ以外の地域は6割前後であった。また、関心ありと回答した人の設置の意向を図3に示す。大きな差は見られないが、気候区分Iでの設置予定、または設置したいが68%、気候区分IIが77%、気候区分IIIと気候区分IVは73%であった。改築時に設置計画ありは3~6%であった。

(2) 関心あり、関心なしの理由

関心ありの理由について3つまでの選択式で聞いた。最も多かった理由は「光熱費が削減できる」で93%が選択し、次いで「地球温暖化防止に役立つ」が70%であった。「停電時の非常用電源になる」も40%が選択し、非常時への期待も高かった。また、日射気候区別の関心の理由を調べたが、図4に示すように大きな違いは見られなかった。関心なしの理由については選択肢が少ないことから1つまでの選択式として聞き、「設置費用が高い」が67%と最も高かった。図5に示す日射気候区別の関心なしの理由は、日射量がやや少ない区分Iで「設置費用が高い」が多く選択され、日射量がやや多い日射気候区分Vでやや低かった。

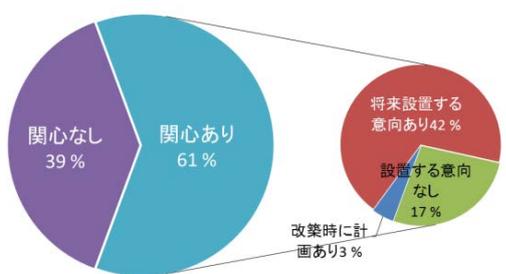


図1 太陽光発電の設置に対する関心/設置の意向/改築時の計画の有無 (n=1175)

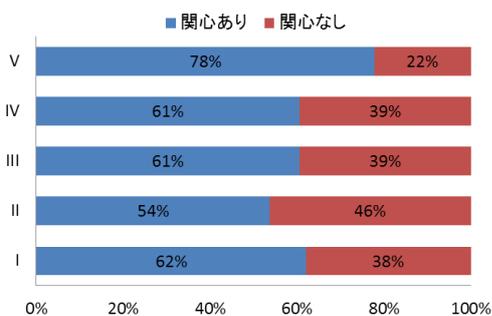


図2 日射気候区別の関心の有無 (n=1175)

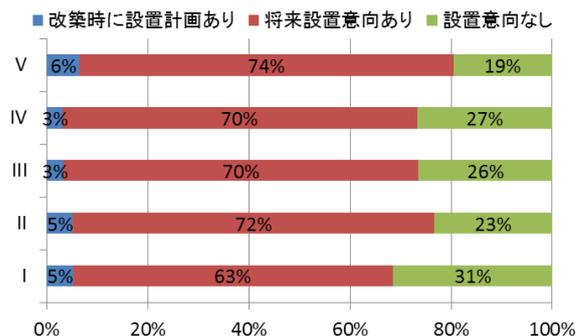


図3 関心がある人を対象とした居住地域別の太陽電池設置意向の有無 (n=715)

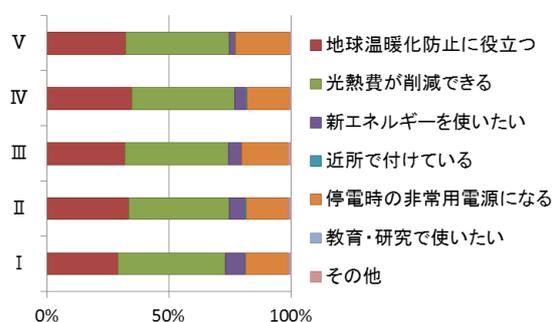


図4 関心がある理由 (日射気候区別別)

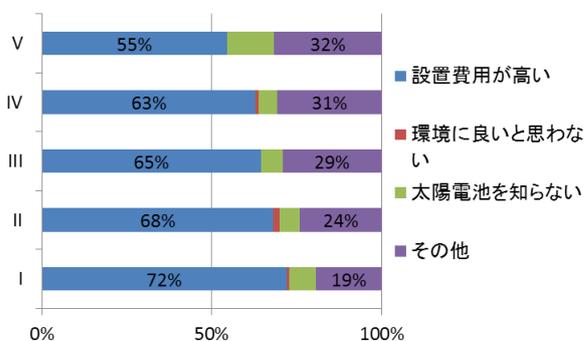


図5 関心がない理由 (日射気候区別別)

3. 太陽光発電システムへの投資選好

3.1 設備投資金額

太陽光発電システムの設置に投資できる金額の回答結果を図6に示す。200万以上投資できる人は全体の5%である。全体の19%が100万円まで、35%が50万円まで投資できると答えた。出費しないと回答した39%のうち15%は太陽電池の設置に関心ありと答えており、関心はあるが現時点では出費できない人も多い。逆に、設置に関心なしと回答した人の35%が50万円以上投資できると答えた。

世帯の年収と平均投資可能額を表1に示す。出資しないを0円と考えた場合の平均投資可能額は、年収が大きくなるにつれて増加し、年収1000万円以上の世帯で77.9万円となる。図7には平均投資可能額を割合で示した。表1と同様、年収が多いほどピークの金額が大きくなり、年収1000万円以上では100万円にピークがあり、年収500～999万円では50万円にピークが、それ以下では0円（投資しない）が最も割合が高くなる。平均は48万円であった。尚、年収1500万以上は十分な回答数が得られていないため、1000万円以上に含めた。

2011年5月にフランスで行われたG8サミットでは菅首相は太陽光発電システム付き住宅を1千万戸と述べた¹⁶⁾。一戸あたりの容量などの情報が無いため細かい議論はできないが、例えば厚生労働省による国民生活基礎調査¹⁴⁾のうち年収の高い区分の世帯数を順に足し合わせると、1千万戸を超えるには年収800万円以上の世帯で太陽光発電を導入する必要がある。表1によれば、システムの価格が53万円まで低減すると1千万戸実現の可能性がある。この時、一般的な3～4kWの太陽光発電システムの設置費用が53万円とすれば、設備単価は13～18万円/kWとなる。

一方、後述のコンジョイント分析から得られた投資回収年数は約5年であった。電力の価格を24円/kWh、年間稼働時間を国内で標準的な1000hとすれば、1kWのシステムは年間に約2万4千円相当の発電を行う。投資回収年数を5年間とするとシステム価格は12万円/kWとなる。一般的な3～4kWのシステムであれば36～48万円となる。消費者が求める太陽光発電システムの価格帯が、コンジョイント分析により明らかにされた。この価格帯は、全世帯の平均投資可能額の平均である48万円にも近い。もちろん、補助政策などで買取価格が2倍になれば許容可能なシステムの価格も72～96万円となり、現状の価格に近づく。

現状では一般的な3～4kWシステムの設置価格は150万円以上するため、1千万戸実現にはまだハードルがあることがわかる。しかし、First Solar社は太陽電池モジュールの製造コストが1ワットあたり1ドル以下¹⁷⁾（1ドル80円で計算すると8万円/kW）といった報告や、Solarbuzz社のレポート¹⁸⁾では薄膜モジュールの最低取引価格が1.37ドル/ワット（約11万円/kW）などの事例もあり、不可能な数字ではないと考えられる。

3.2 設備投資と節約額選好

調査票の間7では、受け入れられる太陽光発電システムの価格と年間の光熱費削減金額の組合せを聞いた。5つのプロファイルを作成し、それぞれのプロファイルには「選択しない」を含めた4つの選択肢がある。年間の光熱費削減額

から太陽光発電システムの回収年数を求め、各プロファイルで選択された組合せの選択確率を図8に示す。初期費用が50万円の場合、回収年数が短くなるにつれ選択確率は高くなるが、初期費用が100万円と200万円の場合には回収年数が減少しても50万円の場合ほど選択確率は上がらなかった。例えば回収年数10年の場合を見ると、初期費用50万円の場合（年間の光熱費削減額5万円）の選択確率は39%と高い値であるが、初期費用100万円の場合（年間の光熱費削減額10万円）は10%、初期費用200万円の場合（年間の光熱費削減額20万円）は5%である。

同じ回収年数でも初期費用が少ないと選択確率が高いことから、初期費用を低減することが導入数の増加につながると考えられる。つまり、太陽光発電システムの容量を縮小してでもシステムを安価にした方が、導入されやすい。

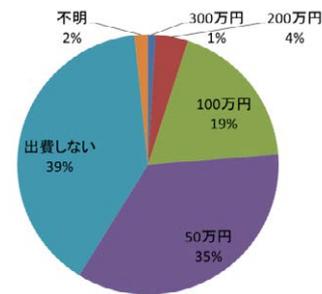


図6 太陽光発電システムの設置に投資できる金額

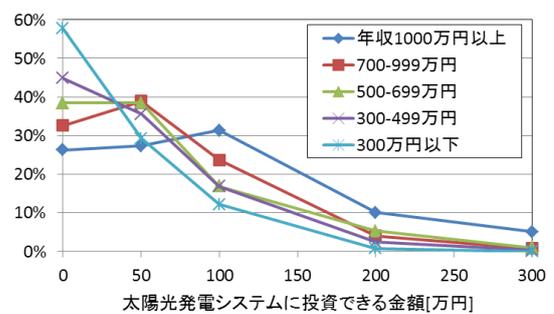


図7 世帯の年収と太陽光発電システムの設置に投資できる金額

表1 世帯年収別の平均投資可能額

世帯年収	平均投資可能額
1000万円以上	77.9万円
700~999万円	52.7万円
500~699万円	48.5万円
300~499万円	39.9万円
300万円以下	28.2万円

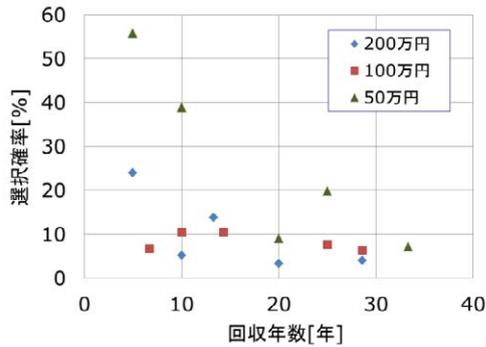


図8 初期費用ごとの年間の光熱費節約金額と選択確率

4. コンジョイント分析

消費者が太陽光発電システムに対してどの程度の金額を求めているのか、コンジョイント分析を用いて検討する。太陽光発電システムの初期費用と年間の光熱費削減額の組合せに対して適用し、消費者の求める支払い意思額の推定を行った。コンジョイント分析は、構成する要因の重み付け加重和により、選択者の効用を表現する¹⁹⁾。

$$U_i = \alpha x_i + \beta y_i + \varepsilon \quad (1)$$

ただし、 i : 組合せの添字、 x : 初期費用 (万円)、 y : 年間の光熱費削減額 (万円/年)、 α : 太陽光発電システムの初期費用の重み係数、 β : 年間の光熱費削減額の重み係数、 ε : 誤差項。

この時、誤差項がガンベル分布に従うとすれば、複数の選択肢から効用最大のものを選ぶ時、各選択確率は次の通り表される。

$$P(k) = \frac{\exp(\alpha x_k + \beta y_k)}{\sum_i \exp(\alpha x_i + \beta y_i)} \quad (2)$$

全サンプルを対象としたケースと日射気候区分別のケースに対してコンジョイント分析を行い、比較を試みた。結果、初期費用と削減額の係数は表2のように求まった。

太陽光発電システムの初期費用の重み係数 α の符号はマ

イナスなので、負担額が大きくなると回答者の効用が下がり、選択される確率が下がることを意味する。年間の光熱費削減額の重み係数 β はプラスの符号であるから光熱費削減額が増えれば選択される確率が上がることを意味する。また、初期費用、光熱費削減額の重み係数 t 値の絶対値はどれも大きく、 p 値は0.01以下であることから1%水準で有意となっている。

また、 β を α で除することにより限界支払い意志額が算出できる。限界支払い意志額とは各属性が一単位増加したときの支払意思額に相当し、ここでは年間の光熱費の削減額1万円に対する初期費用の支払い意思額となる。この支払い意思額から、単純回収年数は4.6年～5.2年となり、消費者はおよそ5年での回収を望んでいることがわかった。日射気候区分別で見ると、区分Vがやや低く4.64、区分IIIで5.21とやや高めの結果となった。これは、図2に示す関心の高さとは異なる結果となった。図9に示すように、それぞれの気候区分別の日射量を見てみると、日射量の高い区分Vにおいて最も小さい支払い意思額となり、日射量のやや低い区分Iでは全国と同等の結果となった。つまり、日射気候区分別の日射量の高さと支払い意思額は相関がないことが分かった。一方、図10のように回答者の世帯年収に対する支払い意思額はやや相関が見られ、表1に示した世帯年収別の平均投資可能額と同様、年収の増加に伴い支払い意思額も増加する。

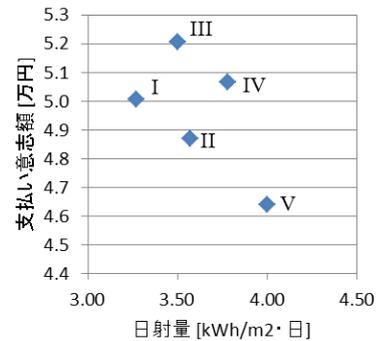


図9 日射気候区分別の日射量に対する支払い意思額

表2 コンジョイント分析の結果

気候区分	I	II	III	IV	V	全国
α : 初期費用の重み係数	-0.0195	-0.0166	-0.0209	-0.0188	-0.0196	-0.0190
t 値	-25.254	-18.312	-20.422	-23.555	-13.202	-46.077
p 値	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
β : 光熱費削減額の重み係数	0.0978	0.0810	0.1089	0.0951	0.0909	0.0952
t 値	17.620	11.812	15.232	16.416	8.381	31.883
p 値	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
限界支払い意思額	5.01	4.87	5.21	5.07	4.64	5.01
サンプル数	1569	1013	953	1455	464	5454

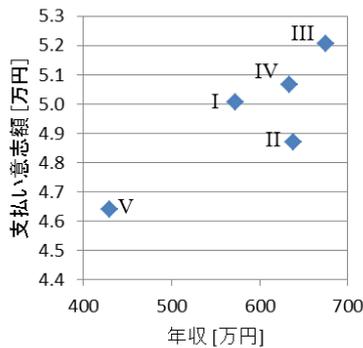


図10 日照気候区分別の回答者の世帯年収に対する
支払い意志額

5. まとめ

本論文では、次世代省エネルギー基準、日照気候区分を考慮した22の都道府県を対象に郵送による導入意識調査を実施し、消費者の太陽光発電システムに対する考えを抽出した。

導入意識調査の結果から、6割の人が太陽光発電システムに関心を持っており、日照気候区分別ではVの地域（奄美大島以南の南西諸島）の関心度が78%と高かった。関心ありの理由は「光熱費が削減できる」「地球温暖化防止に貢献できる」「非常時の電源として」が多い。関心なしの理由は「設置費用が高い」がほとんどで、地域によっては積雪地帯だから冬場に発電できないなどの理由が挙げられた。そのほか、集合住宅や引越しが多いため関心がないという意見も多かった。

各日照気候区分別と全国に対してコンジョイント分析を実施した。得られた t 値, p 値から1%水準で有意となった。光熱費の年間削減額1万円に対する限界支払い意志額は、日照気候区分別では4.6～5.2万円、全国では約5万円と算出された。単純回収年数は5年となることから現状の20～30年とは大きな差がある。現在の余剰電力買取制度²⁰⁾を利用すれば10年から15年で回収できる見込みであるが、やはり差はある。一方、太陽光発電システムの導入率は地域によって1%～7%と差が見られことから、日照気候区分別にコンジョイント分析を行い、限界支払い意志額の違いを求めた。結果、最も日射量の多い気候区分V（奄美大島以南）の限界支払い意志額が最も小さくなり、日射量が多くなるほど限界支払い意志額が高くなると言った関連性は見出されなかった。一方、世帯年収と支払い意志額にはやや相関が見られた。その他のパラメータとしては積雪、補助金などが考えられる。分析方法について引き続き検討を行う。

全体の調査結果を通して、経済面への関心の強さを感じ

る結果となった。導入を考えるに当たって経済的なメリットが必要と考える消費者が多く、また、費用を比較的短期間で回収できるとしても、初期費用が高額であると導入を考える割合は小さいことから、初期費用を低減するための技術開発や助成施策が重要となってくると考えられる。初期費用が少なく済み、集合住宅などへの設置も考えられる小・中容量のシステムや、初期費用の小さい中古システムの需要は大きいと考えられる。さらに、設置後の運転に関連する項目も重視されていることから、補修点検サービスや保証制度の充実が今後の課題となる。

謝辞

本アンケート調査は東京農工大学21世紀 COE プログラム「エネルギー・物質代謝と『生存科学』の構築」において組織された GIS/LCA ワーキンググループにて実施され、導入意識調査には住友財団の研究助成を受けた。また、茨城大学小林久教授、東京農工大学岩岡正博准教授、群馬大学野田玲治准教授にはアンケート作成時に助言を頂いた。関係者各位に感謝する。

参考文献

- 1) 平成19～20年度新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務成果報告書、太陽光発電システム共通基盤技術研究開発 太陽光発電のライフサイクル評価に関する調査研究、みずほ情報総研株式会社、(2009)
- 2) Keiichi Komoto, Masakazu Ito, Peter Van Der Vleuten, David Faiman, Kosuke Kurokawa; Energy from the Desert: Very Large Scale Photovoltaic Systems: Socio-economic, Financial, Technical and Environmental Aspects, Earthscan Pubns Ltd, (2009)
- 3) V. M. Fthenakis, H. C. Kim and E. Alsema; Emissions from photovoltaic life cycles, Environmental Science & Technology; 42-6 (2008), 2168-2174.
- 4) 平成20年住宅・土地統計調査、総務省 (2010), 12
- 5) 中長期ロードマップを受けた温室効果ガス排出量の試算、国立環境研究所, (2010)
- 6) 都道府県別・住宅用太陽光発電システム普及率、中国経済産業局資料, (2012), <http://www.chugoku.meti.go.jp/energy/sun2/info/info.html> (2012年5月アクセス)
- 7) 萩島理, 谷本潤, 高園洋行; 戸建住宅の選好における環境性能の影響把握のための基礎的検討, 日本建築学会環境系論文集, 586 (2004), 53-59
- 8) 山口容平, 赤井研樹, 瀧俊毅, 藤村尚樹; 消費者選好

- に基づく太陽光発電および太陽熱温水器の技術普及予測と普及推進施策評価, エネルギー・資源, 31-1 (2010), 38-44
- 9) 藤村順平, 近藤加代子; 太陽光発電普及拡大のための補助金制度に関する消費者調査研究, 日本建築学会九州支部研究報告, 48 (2009年), 669-672
- 10) 吉田好邦, 金山真之, 松橋隆治; 選好分析による住宅用太陽光発電の普及可能性評価, 太陽エネルギー, 34-1 (2008), 47-53
- 11) 住宅の省エネルギー基準の解説, 建築環境・省エネルギー機構 (2009)
- 12) 新エネルギー総合開発機構委託業務成果報告書, 発電量基礎調査 (太陽光発電システム実用化技術開発), 日本気象協会, (1986), 資料4.1, 資料4.2
- 13) 吉田作松, 菊地原英和; 技術資料 日射量の全国マップその10 日射気候区分図, 太陽エネルギー, 15-2 (1989), 15-22
- 14) 平成18年国民生活基礎調査, 厚生労働省, <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa06/index.html> (2011年6月アクセス)
- 15) 太陽光発電, 自宅に付けたい?, 日経新聞日経プラスワン, 1面, 2008年8月16日
- 16) OECD50周年記念行事における菅総理スピーチ <http://www.kantei.go.jp/jp/kan/statement/201105/25oecd.html> (2012年7月アクセス)
- 17) First Solar 社2009年2月24日プレスリリース First Solar Passes \$1 Per Watt Industry Milestone, First Solar 社, <http://investor.firstsolar.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=571539> (2012年6月アクセス)
- 18) Solarbuzz 社モジュール価格トレンド, <http://solarbuzz.com/> (2011年6月アクセス)
- 19) 栗山浩一, 早稲田大学政治経済学部 環境経済学ワーキングペーパー#0302 Excel でできるコンジョイントver1.1 (2003)
- 20) 総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会 (第35回) 別添資料2-1, 2-2 (2009)
- 21) 秋澤淳, 佐藤大幸, 宮崎隆彦, 柏木孝夫; 太陽熱温水器に対するユーザ意識のアンケート調査および選考特性の推定, 太陽エネルギー, 34-6 (2008), 67-72

付録 調査票のうち太陽光発電システムに関するアンケート

問2 自宅に太陽電池を保有していますか。(○は1つ) 1. はい 2. いいえ → 問3へ

問2-1「はい」の方は次の問いにもお答え下さい。・現在の稼働状態についてお答え下さい。

・発電出力()kW 西暦()年に設置 1.稼働している 2.稼働していない → ()年に停止

問3 問2で「いいえ」の方に伺います。太陽電池の自宅への導入について関心がありますか。(○は1つ)

1. 関心なし 2. 関心あり → 「関心あり」の方は将来設置する意向をお持ちですか。

→ 問5へ

1. いいえ 2. はい(計画未定) 3. はい(改築時に計画あり)

問4 問3で「関心あり」の方に伺います。興味がある理由を下記から選んで下さい。(○は3つまで)

1.地球温暖化防止に役立つ 2.光熱費が削減できる 3.新エネルギーを使いたい 4.近所でつけている
5.停電時の非常用電源になる 6.教育・研究に使いたい 7.その他()

問5 問3で「関心なし」の方に伺います。興味がない理由を下記から選んでお答え下さい。(○は1つ)

1.設置費用が高い 2.環境に良いと思わない 3.太陽電池(太陽光発電)を知らない
4.その他()

問6 現在、住宅用の太陽光発電システム(発電出力 3kW)を設置すると初期費用が約 200 万円かかります。あなたが太陽光発電システムに投資できる金額はどれくらいですか。次から選んでお答え下さい。(○は1つ)(今年中に太陽光発電システムを設置するとしたら、いくらまで出費できますか)

1. 300万円 2. 200万円 3. 100万円 4. 50万円 5.出費しない

問7 200 万円の太陽光発電システムを住宅に設置することで、年間 7 万円程度の光熱費の削減が期待できます。初期費用と年間の光熱費削減額の組合せについて、あなたが受け入れてもよいと思う条件をお尋ねします。以下のそれぞれについてお答え下さい。(○はABCDE それぞれ1つ)

A	1.価格200万円で7万円の削減	2.価格100万円で3.5万円の削減
	3.価格 50万円で 2万円の削減	4.これらの中からは選ばない
B	1.価格200万円で40万円の削減	2.価格100万円で10万円の削減
	3.価格50万円で 2.5万円の削減	4.これらの中からは選ばない
C	1.価格200万円で10万円の削減	2.価格100万円で7万円の削減
	3.価格50万円で 5万円の削減	4.これらの中からは選ばない
D	1.価格200万円で15万円の削減	2.価格100万円で4万円の削減
	3.価格50万円で1.5万円の削減	4.これらの中からは選ばない
E	1.価格200万円で20万円の削減	2.価格100万円で15万円の削減
	3.価格50万円で 10万円の削減	4.これらの中からは選ばない

問8 太陽光発電を設置するにあたって重視する点を第一位から第三位まで1つずつ選んで下さい。

1.設置費用 2.光熱費の節約金額 3.設備費の回収年数(光熱費節約によって投資の元がとれる年数)
4.設備のデザイン 5.設備の耐久性 6.メーカーによる保証 7.取り扱いのしやすさ
8.メンテナンス 9.助成制度の有無 10. その他()

第一位 第二位 第三位

問9 太陽電池(太陽光発電システム)の導入についてご意見があれば自由にお書き下さい。

国内学会

[2012年~2013年]

8-4-3. 太陽エネルギー利用に関する全国アンケート調査

～太陽光発電に関する調査結果～

(東京工業大) 伊藤雅一, ○小田拓也, (東京農工大) 秋澤 淳, 杉原弘恭

Questionnaire Survey in Japan about Utilization of Solar Energy ～Research results of Photovoltaic Systems～

Masakazu ITO, Takuya ODA (Tokyo Tech), Atsushi AKISAWA, Hiroyasu SIGIHARA (TUAT)

SYNOPSIS

Questionnaire Survey in Japan has been done in March 2012 to investigate habitants' willingness about solar energy. This paper reports summary of photovoltaic systems (PV). Answers of "I am interested in PV" were 52%, which is about 10% smaller than the last survey. A reason of majority was "reduction of utility cost". In addition, average possible investment for PV was evaluated. It was 680,000 yen. Comparing to same type of questionnaire survey in 2005, ratio of the interest is smaller, but the average possible investment was increased to 140%.

太陽光発電および太陽熱温水器に関する消費者の嗜好を調べるため全国規模のアンケート調査を行った。本発表では太陽光発電についての結果を報告する。アンケートはインターネット調査で行い、登録されたモニターに対してメールで回答を依頼する方式で実施した。実施時期は 2012 年 3 月である。太陽エネルギーの利用には地域性があることから、より均等に情報が集まるよう全ての都道府県で 50 以上の回収数とし、北海道は気候の違いを考慮して道東とそれ以外に分け、それぞれ 50 以上の回収数として調査した。回収数の合計は 2510 であった。本報告では調査の基礎的な収集結果を報告し、日射気候区分ごとに分析した評価、コンジョイント分析、2005 年に行った同様の評価との詳細な比較についてもまとめ次第報告する。

図 1 に示す太陽光発電システムへの関心の有無では約半分の回答者から関心があると回答があり、6%は設置計画ありと答えた。次に、関心があると答えた回答者に関心がある理由、関心がないと答えた回答者に関心がない理由を選択式で聞いた結果を図 2、図 3 に示す。それぞれ関心がある理由では「光熱費が削減できる」が最も多く、「地球温暖化防止に役立つ」、「再生可能エネルギーを使いたい」、「停電時の非常用電源になる」が同程度となった。逆に関心がないと答えた回答者に感心がない理由を問うと、「自己負担が高い」が最も大きい理由となり、屋根が狭い、日照条件が悪い、集合住宅であるといった回答が多く選択された。太陽光発電を設置するに当たって重視する点を 1 位から 3 位まで選択式で問うと、図 4 のように「価格」が最も多く 1 位の票を集め、「設備費の回収年数」、「光熱費の節約金額」とコストに関わる理由が多く票を集めた。

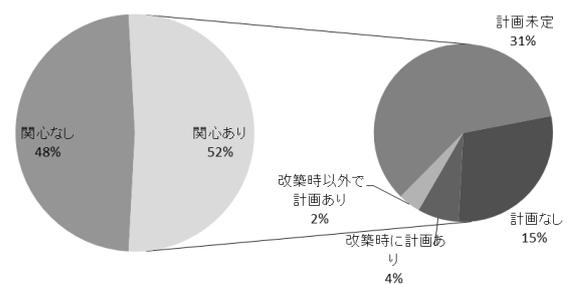


図 1 太陽光発電への関心の有無と今後の設置計画

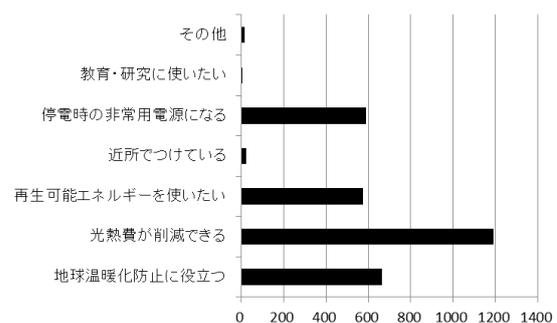


図 2 保有, または関心がある理由 (3 つまで選択)

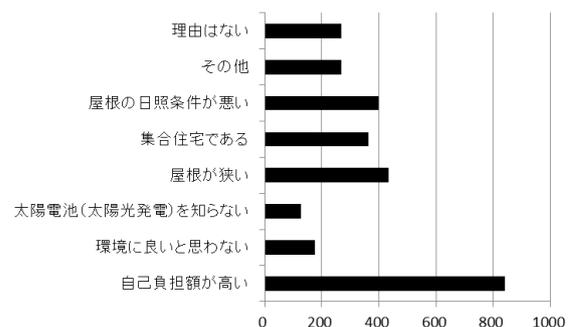


図 3 関心がない理由 (3 つまたは理由なしを選択)

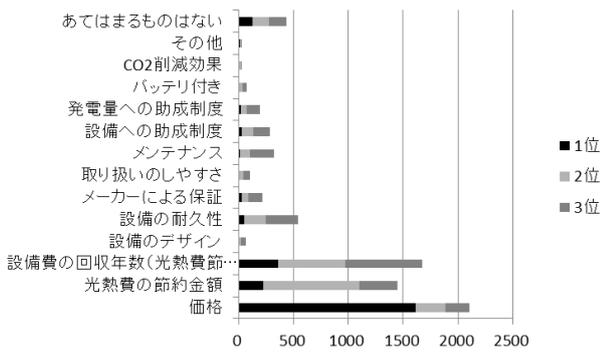


図4 太陽光発電を設置するに当たって重視する理由 (1位～3位まで選択)

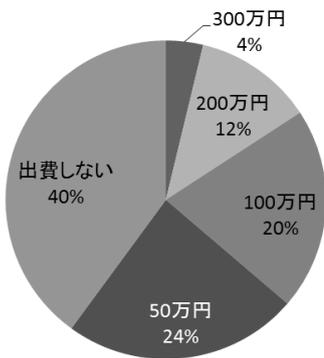


図5 太陽光発電に投資できる金額 (選択式)

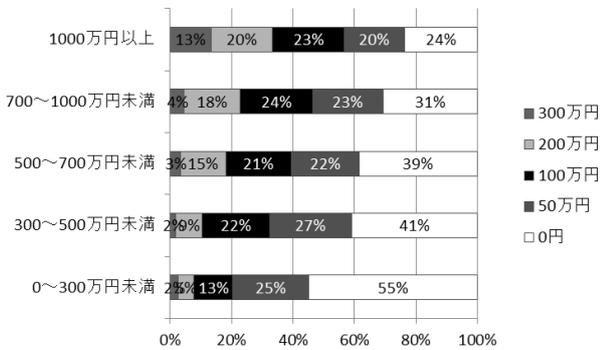


図6 世帯年収別の太陽光発電に投資できる金額

表1 平均支払い可能額

世帯年収	平均支払い可能額 (今回)	平均支払い可能額 (前回)
1000万円以上	113.1万円	77.9万円
700～999万円	85.1万円	52.7万円
500～699万円	71.9万円	48.5万円
300～499万円	57.7万円	39.9万円
300万円以下	43.0万円	28.2万円
平均	67.8万円	48.0万円

太陽光発電システムに投資できる金額に対する回答を図5に示す。300万円は4%、200万円と答えた回答者は12%となり、計16%は現在の価格を許容できる結果となった。また100万円と答えた回答者は20%、50万円と答えた回答者は24%、出資しないと答えた回答者は40%であった。図6に示す世帯年収別に分類した結果からは、年収が大きいほど太陽光発電システムに投資できる金額が上がるのがわかる。これを、出資しないを0円として平均を求めると、投資できる金額は世帯あたり67.8万円と算出された。2005年に行った同様の調査(投稿中)では平均支払い可能額が48.0万円であったことから、4割程度投資できる金額が上昇した。これを世帯年収別に分類すると表1となり、年収が上がるにつれて平均支払い可能額が上がる。1000万円以上で113.1万円、700万円～999万円が85.1万円となり、いずれの年収でも前回より上昇している。また、太陽光発電システムに関する関心については前回の調査では関心があると答えた割合が61%に対し、今回は52%とやや減少した。その他、前回との比較では、関心がある理由の「停電時の非常用電源になる」と答えた回答者の割合に変化がなかった点が興味深い。

本報告では2012年3月にインターネットで行った太陽エネルギーに関する調査のうち、太陽光発電に関する調査結果をまとめた。太陽光発電システムに関心があるのは52%と約半分であった。その理由は経済性に関する回答が多く、平均支払い可能額は68万円であった。2005年の調査と比較すると太陽光発電システムに関する関心はやや減少したが平均支払い可能額は4割上昇した。

今後、気候区分を考慮した分析、コンジョイント分析手法を用いた分析、前回の調査との詳細な比較についてまとめる。

参考文献

- 1) 萩島理, 谷本潤, 高園洋行; 戸建住宅の選好における環境性能の影響把握のための基礎的検討, 日本建築学会環境系論文集, 586 (2004), 53-59
- 2) 藤村順平, 近藤加代子; 太陽光発電普及拡大のための補助金制度に関する消費者調査研究, 日本建築学会九州支部研究報告, 48 (2009年), 669-672
- 3) 吉田好邦, 金山真之, 松橋隆治; 選好分析による住宅用太陽光発電の普及可能性評価, 太陽エネルギー, 34-1 (2008), 47-53

招待講演

[2012年～2013年]



都市における 太陽光発電の役割と可能性

黒川 浩 助

東京工業大学ソリューション研究機構
AES国際研究センター 特任教授
再生可能エネルギー協議会 代表
東京農工大学 名誉教授

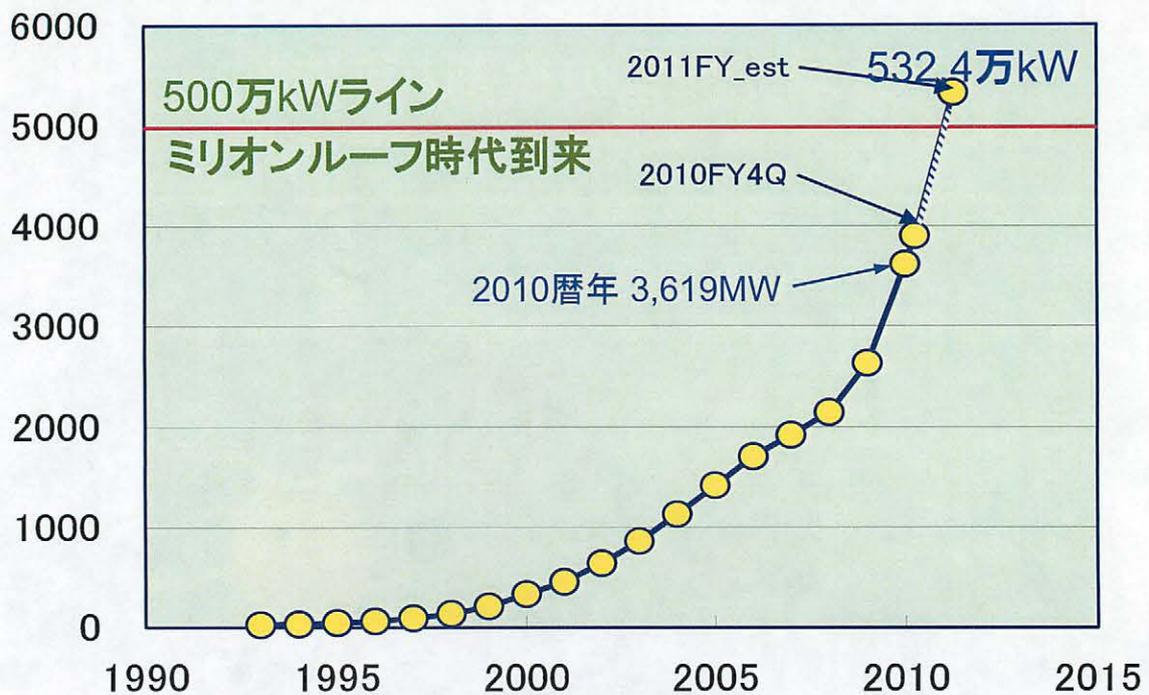


都市における 太陽光発電の役割と可能性

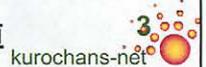


1. 日本の太陽光発電の実力
 - ・ いまやミリオン・ルーフ時代
 - ・ ソーラー・スマートコミュニティへ
2. ソーラー産業都市への発展
 - ・ 産業用太陽光発電
 - ・ 未利用地におけるメガソーラー
3. 都市防災のための太陽光発電
 - ・ 信頼できる太陽光発電
 - ・ 防災対応標準装備を！
4. メッセージ

日本累積導入量 (MW)



[データ] IEA PVPSによる2010年(暦年)までの累積値に
2010年度実績+2011年度1Q-3Q実績値+2011年度4Q推定値

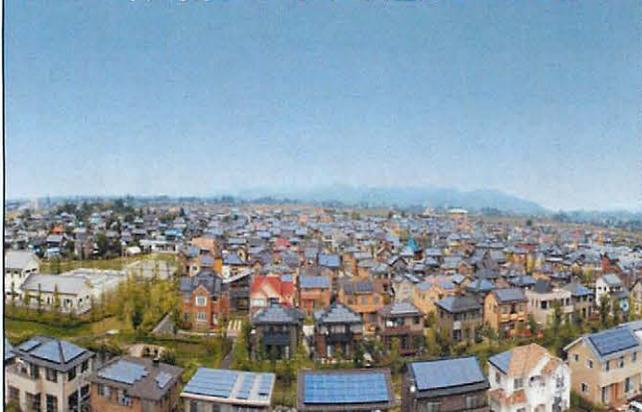


30 Mar 2012

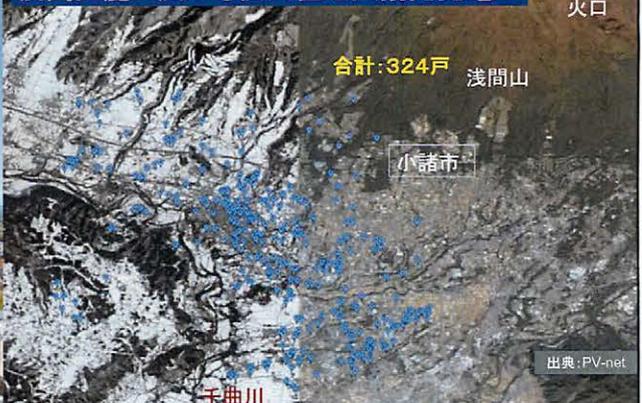
住宅用太陽光発電システムの実力

- 3-4kW/軒 → 70-80% 家庭用電力供給
- 急速にグリッドパリティ・レベルに接近中!
- 将来はオール電化住宅100%供給も可能に
- すでに約100万軒：ミリオンルーフ時代へ！！
- 真の持続性；セキュリティ（おらがエネ）

NEDO/群馬県太田市集中連系プロジェクト



浅間山麓に広がる個人住宅太陽光発電



合計: 324戸

出典: PV-net



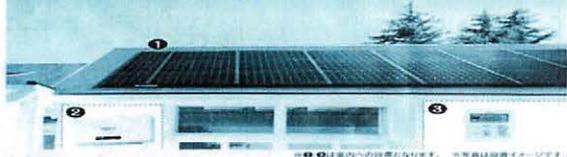
コジマの

3月30日(金)まで
 ①国の補助金1kWあたり48,000円が
 受けられます。
※平成24年3月30日までに工事に着手する必要があります。

住宅用太陽光発電コストダウン中!

MITSUBISHI 太陽光発電パッケージ

CO₂を排出しないエネルギー **標準施工期間 1日**

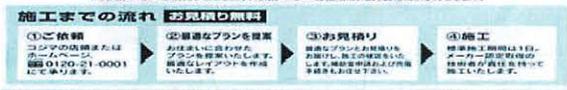


100棟限定 三菱住宅用太陽光発電システム
 DIAMONDSOLAR 太陽電池モジュール PVMX185HAC

2.77kW
 モジュール 16枚
 工事費込み **998,000円** (税込)
※上記は、パッケージ価格1,100,000円(税込)からの補助金を差し引いた価格となります。

3.70kW
 モジュール 20枚
 工事費込み **1,188,000円** (税込)
※上記は、パッケージ価格1,395,000円(税込)からの補助金を差し引いた価格となります。

4.44kW
 モジュール 24枚
 工事費込み **1,398,000円** (税込)
※上記は、パッケージ価格1,611,120円(税込)からの補助金を差し引いた価格となります。



お見積り時、お客様の住まいの環境に合わせた最適
 お申し込み・お見積りは、店頭またはコジマホームペー

太陽光発電パッケージの魅力

- 電気料金を大幅削減
- 余った電気を電力会社へ売ることが出来ます。
- 停電時非常電源としてご利用いただけます。

太陽光発電パッケージの施工内容

- 太陽電池モジュール**
 太陽光を受けて電気をつくります。モジュールが多いほど、多くの発電ができます。10年間のメーカー保証付。
(モジュールの出力が保証額を下回った場合はメーカー保証が受けられます。)
- パワーコンディショナー**
 太陽電池モジュールで発電された電力(直流)を家庭で使える電力(交流)に変換します。(三菱DIAMONDSOLARのパワーコンディショナーは業界最高の97.5%の変換効率です。)
- 電力モニター**
 リビングで発電状況やCO₂削減量を、いつでも確認可能です。

コジマの安心サービス

お見積り無料	価格1 ≡ 44万円/kW
個人宅	価格2 ≡ 32万円/kW
切妻	価格3 ≡ 31.4万円/kW



30 Mar 2012

集合住宅ケーススタディ (多摩ニュータウン諏訪団地)

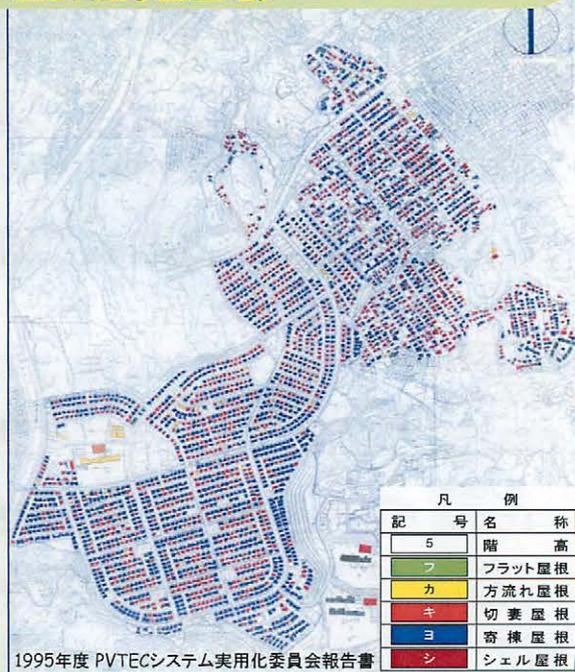
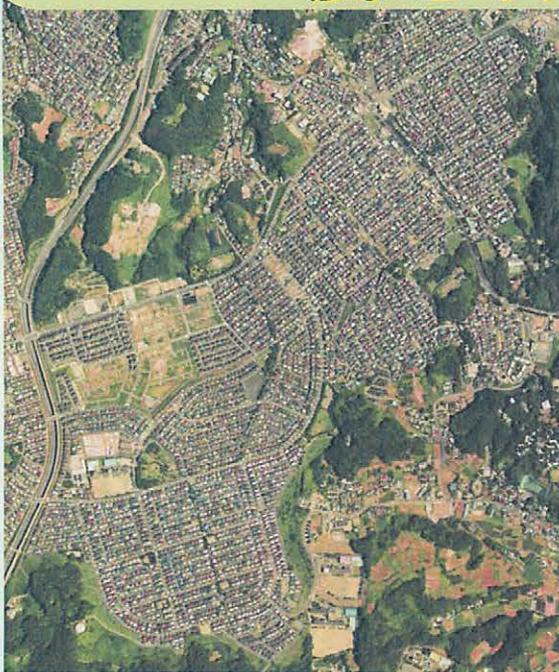


東京都多摩市
 UR都市機構諏訪団地



kurochans-net

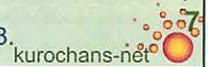
戸建住宅団地ケーススタディ (多摩ニュータウン西武北野台団地)



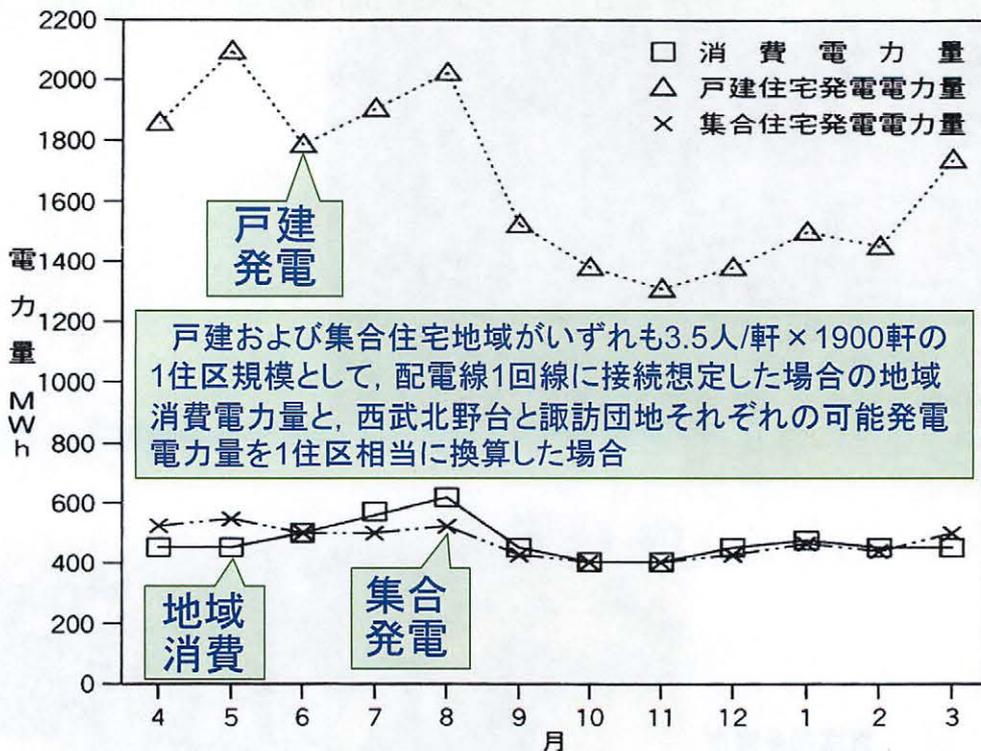
1995年度 PVTECシステム実用化委員会報告書

現在の性能の太陽電池を用いて、エネルギー自立の可能性： $\text{年間発電電力量} \approx \text{年間地域消費電力量}$

(出典) PVTECシステム実用化委員会: 第3章住宅コミュニティケーススタディ, 1995.3.



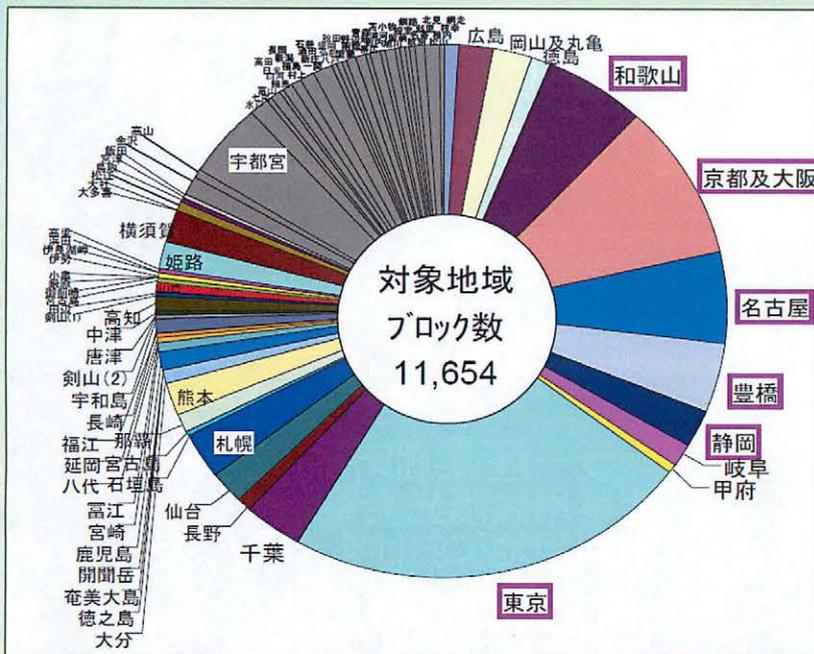
ソーラー住宅コミュニティの可能性



(出典) PVTECシステム実用化委員会: 第3章住宅コミュニティケーススタディ, 1995.3.



1km²区画に1000世帯以上がある地域数



**ソーラータウン
適地抽出**
電圧上昇緩和1000世帯
/km²程度該当地域:
全国11,654ブロック

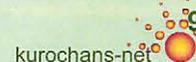
該当ブロック数の多い6地域 (東京, 京都・大阪, 名古屋, 和歌山, 豊橋, 静岡) から世帯平均占有面積が333m²以上のブロック選別:
8,535ブロック該当

選別ブロック立地1,000軒
戸建住宅に各7kW太陽光
発電を設置:
総計59.7GW
(8,535 × 7kW × 1000)

同・5kW設置:
総計42.7GW

(出典) NEDO/PVTEC自律度向上型太陽光発電システムのフィージビリティスタディ, 2005.3, 総合版報告書 p.415.

- ・電圧上昇抑制の観点から, 1km²当たり1000世帯程度を満たす地域ブロック: 全国11,654ブロックが存在
- ・該当ブロック数の多い6地域 (東京, 京都・大阪, 名古屋, 和歌山, 豊橋, 静岡) から世帯平均占有面積が, 戸建に適した333m²以上のブロック選別: 8,535ブロック該当
- ・各ブロック立地1,000軒の戸建住宅に各7kWの太陽光発電システムを設置すると, 総計59.7GW(8,535 × 7kW)

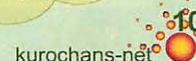


東京都23区 PV導入可能地域



23区全面積に対する戸建て住宅屋根面積割合 (%)	約20% 航空写真より検出
太陽光発電設置場所	屋根面積の1/2 南面と想定
太陽光発電設置面積	65.0 km ²
太陽光発電設置総容量	9.7 GW 効率15%相当
総発電電力量	10.8 TWh/Y 2030年国内電気の1%程度

きわめて
**現実味ある
解なのだ!!**





都市における 太陽光発電の役割と可能性



1. 日本の太陽光発電の実力
 - ・ いまやミリオン・ルーフ時代
 - ・ ソーラー・スマートコミュニティへ
2. ソーラー産業都市への発展
 - ・ 産業用太陽光発電
 - ・ 未利用地におけるメガソーラー
3. 都市防災のための太陽光発電
 - ・ 信頼できる太陽光発電
 - ・ 防災対応標準装備を！
4. メッセージ

産業用太陽光発電 (イメージ)

佐倉第3工業団地



V2H:
社員所有EV充電
→ 夕刻家庭ピーク

太陽光発電供給率

屋根面積の70%に21MW, 壁面積の60%に6MW, 駐車場の70%に9MWが設置可能 (団地面積の37%). 地域発電量は消費量の約40%~70%(推定方法で異なる)

潜在導入可能量

全国工業団地の約60%を想定すると約2,600万kWが可能(年間24,000GWh相当)

工場用システム事例

- 住宅用に比較して10～100倍のモジュール取引単位のため
流通コスト節減可能：市場拡大でさらにコストメリットに期待
- 太陽電池モジュールは軽量で強度充分：金属折板葺き屋根
での簡単な構造で強度確保→低コスト設置が可能
- 第二次グリッドパリティ到達の期待分野 →14円/kWh



佐久市佐久咲くひまわり(LLP)
吉田工業 工場視察(100kW)
2008.3.25 黒川撮影



反射光シミュレーションを実施・電磁雑音障害も問題なし

表面は標準仕様のガラス

羽田空港国際線貨物エリア2MWシステム



工業施設導入可能量 (PV2030)

		物理的潜在量	想定 単位導入規模	導入可能量
物理的潜在量	事業所 建築面積	385 km ²	0.2 kW/m ²	77,071 MW
	非建築用地	1,068 km ²	0.2 kW/m ²	213,651 MW
	工業施設 小計			290,722 MW (100%)
ケース2	事業所 建築面積	34.7 km ² (69.4 km ² *)	0.2 kW/m ² (0.1 kW/m ² *)	6,936 MW
	非建築用地	16.4 km ² (32.7 km ² *)	0.2 kW/m ² (0.1 kW/m ² *)	3,271 MW
	工業施設 小計			10,207 MW (3.5% ~ 7.0%*)

(*筆者注：占積率=0.5を見込んだ現実的な修正値)

元データ：NEDO「PV2030+」ロードマップ報告書，p.115，<http://www.nedo.go.jp/content/1001162421.pdf>



H20年度耕作放棄地全体調査(農水省)

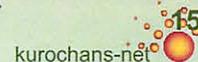
	緑	黄	赤 (判断未了)	赤 (非農地)
農用地	470 km ²	360 km ²	340 km ²	110 km ²
			450 km ²	
非農用地	350 km ²	310 km ²	640 km ²	260 km ²
			900 km ²	
合計	820 km ²	670 km ²	980 km ²	370 km ²
			1,350 km ²	
太陽光発電 導入可能量 占積率=50%; 0.1 KW/m ²	82,000 MW	67,000 MW	135,000 MW	
		202,000 MW		
	284,000 MW			

(注) 本調査は現地調査により市町村毎の地図化が目的。

「緑」 人力・農業用機械で草刈り・耕起・抜根・整地を行うことにより耕作すること
 「黄」 草刈り・耕起・抜根・整地では耕作不適; 基盤整備実施で農業利用可能
 「赤」 森林化・原野化している等、農地に復元不可能な土地(著しい劣化等)

+ 休耕田はこの3倍!

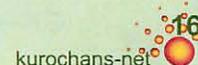
- ・平成20年度耕作放棄地全体調査(耕作放棄地に関する現地調査結果について
<http://www.maff.go.jp/j/press/nousin/nouti/090407.html>)
- ・太陽光発電導入可能量は、黒川の試算



土地開発公社の長期保有土地の面積

H22年度		前提条件
10年以上 保有土地面積	96.81 km ²	下記注
太陽光発電 換算容量	7,260 MW	占積率=0.5 モジュール変換効率=15%
太陽光発電換算 年間発電電力量	7,260 GWh/年	年等価稼働時間=1000時間

(注) 総務省:平成22年度土地開発公社事業実績調査結果概要, 2011.12.22,
http://www.soumu.go.jp/main_content/000140091.pdf





都市における 太陽光発電の役割と可能性



1. 日本の太陽光発電の実力
 - ・ いまやミリオン・ルーフ時代
 - ・ ソーラー・スマートコミュニティへ
2. ソーラー産業都市への発展
 - ・ 産業用太陽光発電
 - ・ 未利用地におけるメガソーラー
3. 都市防災のための太陽光発電
 - ・ 信頼できる太陽光発電
 - ・ 防災対応標準装備を！
4. メッセージ



30 Mar 2012

太陽光発電の「緑の価値」

PVによるCO₂ 排出削減:

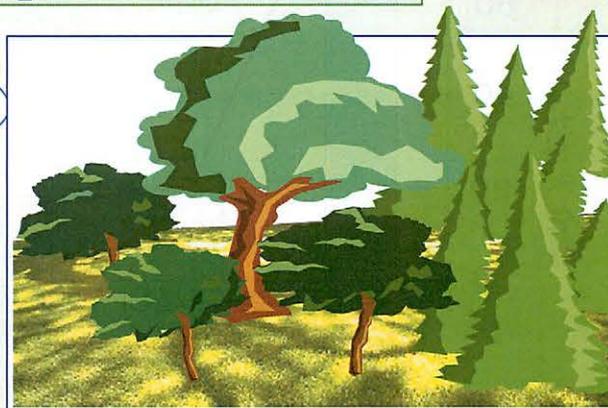
730 g-CO₂/kWh(石油火力) - 70g/kWh-PV製造
= 660 g-CO₂/kWh_{PV} (運転時にはCO₂フリー)

1m² PV → 100W_{PV} → 100kWh/Y → 66 kg-CO₂/m²/Y

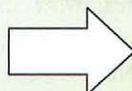
1m² 森林緑化 → 0.649 kg-CO₂/m²/Y 吸収



太陽光発電した電力で太陽電池を製造するソーラーブリーダー概念も

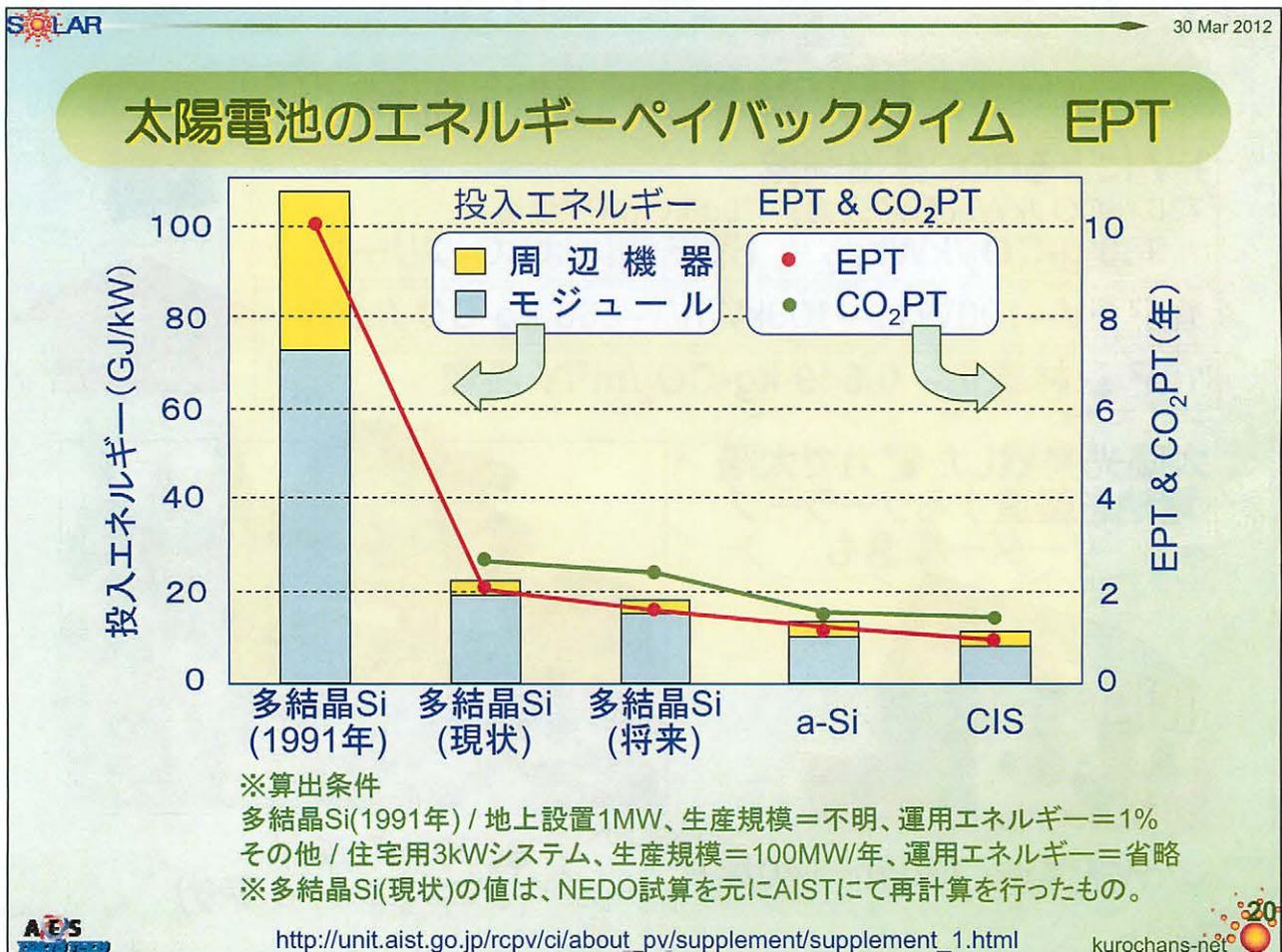


3kW-PV on 130 m² (40坪)



3000 m² 森林
(テニスコート6面分)





太陽光発電の基本的な環境価値

1. 太陽から地球に吸収され、再び大気圏外へ再放射される
太陽エネルギー・フローを乱さない再生可能エネルギー
(地球内部にストックされたエネルギーを開放する化石・原子力資源は再放射増加とストックの減少をもたらす)
2. 太陽光発電システム製造等投入エネルギーは、およそ2年間の発電エネルギーで回収可能
(参考図: 寿命20年の間に10倍のエネルギーゲイン)
3. 1m²の太陽光発電システムのCO₂排出抑制効果は、100m²の森林のCO₂吸収効果に匹敵
(参考図: 石油火力発電所・森林と対比)
4. 屋根上、荒地や砂漠など、バイオアクティビティの低いスペースに設置された太陽光発電システムは、エネルギー供給やCO₂吸収のためのバイオキャパシティを消費せず、いわゆるフットプリントを残さない

丈夫に見える屋根上太陽光発電！？



丈夫に見える屋根上太陽光発電！？

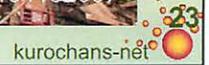
岩手県宮古市田老地区

Here, too!



(セキスハイタイム)

<http://kenplatz.nikkei.co.jp/article/const/news/20110331/546733/?SS=imgview&FD=1154182637>



いわき市の事例

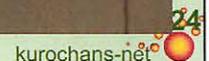
PV-net による調査

地震による棟の瓦破損

破損しなかったPVモジュール



PV売電電力メーター
(東北電力のメーター
は取り外し済み)



宮城県亶理町現地調査



柱4本で辛うじて立っている亶理町漁協

<http://shi.na.coocan.jp/tohokukantodaijisin-1.html>

亶理町視察

2011.7.13調査

漁協の仮設事務所の電源として太陽光発電が！！



N: 38° 2'21.369 999 999 995 3
E140° 54'57.760 000 000 009 2

26

Useful “Emergency PV”

大船渡市の基石コミュニティセンターへ太陽光発電



<http://www.kahoku.co.jp/news/2011/04/20110405t35044.htm>

可搬式「リチウムイオン蓄電システム+太陽光発電」

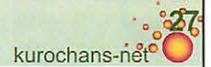


<http://www.47news.jp/CN/201105/CN2011050301000487.html>



避難所に設置された太陽光発電を使った浄水器=1日、宮城県南三陸町歌津の歌津中学校、橋本弦撮影

アフリカ仕様の太陽光発電浄水装置
造水能力：**500L/hour**
(エスイーバイオマステクノ社)



未利用地・遊休地での事例

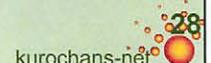
- 公害・鉱害などで利用できない未利用地でも、建設可能な工法が開発され、太陽光発電システムの建設が可能になった。(右写真は置き基礎の例)
- メガソーラー・スーパーメガ級の対象地としてのポテンシャルは大きい



高知県須崎市ゴミ最終処分場 (200kW)
2010.10.15 黒川撮影



川崎市浮島廃棄物埋立処分地(7000kW)





都市における 太陽光発電の役割と可能性



1. 日本の太陽光発電の実力
 - ・ いまやミリオン・ルーフ時代
 - ・ ソーラー・スマートコミュニティへ
2. ソーラー産業都市への発展
 - ・ 産業用太陽光発電
 - ・ 未利用地におけるメガソーラー
3. 都市防災のための太陽光発電
 - ・ 信頼できる太陽光発電
 - ・ 防災対応標準装備を！
4. メッセージ

21世紀の選択 — おらがエネルギー



- 国産エネルギーによる自立率: 70~80%/軒実績!!
- ミリオンルーフ時代に突入!



家づくり:

- 心地よいデザイン; 発電機能 + 住宅性能向上 + 防災
- エネルギー自立; ZEH・ZEB; PEH・PEB; LCCM*,
- 日照権, 自己影 *LCCM: ライフサイクルカーボンマイナス



街づくり:

- 太陽エネルギー利用に適した街路・都市計画:
地域日照最大, 風通し
- スマートな地域最適化の不可欠な要素
- コミュニティの自立と防災・リスクマネジメント



産業団地・農業利用・未利用地:

- 全量買い取り制度
- 高いCO2排出抑制効果: 工場立地法大幅規制緩和



カーボンFP削減: 人類生存へのソリューション!

The Way Forward by Solar Photovoltaic Approaches



Prof. KOSUKE KUROKAWA
Tokyo Institute of Technology
AES International Research Center
Chair, Japan Council for Renewable Energy
Professor Emeritus, TUAT
TURKUTECH AES

THE WAY FORWARD ~ by Solar Photovoltaic Approaches ~



- 0. Prologue: Tsunami!
- 1. Significant Progress in Residential Sector
- 2. PV for the Future by Japan team: Innovative Approach
- 3. Energy from the Desert
- 4. Epilogue



Ogatsu Community Hall, Ishinomaki, Miyagi Pref.

株式会社 桂原電産 提供



SOLAR

23.MAY 2012

Ogatsu Community Hall, Ishinomaki, Miyagi Pref.

The Results of Direct Tsunami Impact!

株式会社 桂原電産 提供

PV Roof Array Looks So Strong!



(セキセイハイム)

くの字に折れ曲がったJR仙石線の車両(宮城県東松島市) 2011.3.19
 朝日新聞 - <http://www.asahi.com/photo/news/gallery/110317eg-1/11031904b.html>

PV Roof Array Looks So Strong!

岩手県宮古市老地区

Here, too!



(アトハイノキマ)

<http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/article/const/news/20110331/546733/?SS=ipcview&FD=154182637>

PV Roof Array Looks So Strong!

Iwaki City (Source: PV-net Survey)

地震による棟の瓦破損 破損しなかったPVモジュール



PV売電カメラメーター (東北電力のメーターは取り外し済み)



Watari Fishery Cooperative, Miyagi Pref.



柱4本で辛うじて立っている亘理町漁協

<http://shi.na.cococan.jp/tohokukantodajishin-1.html>

Useful "Emergency PV"

大船渡市の若石コミュニティセンターへ太陽光発電



<http://www.kahoku.co.jp/news/2011/04/2011040518044.htm>

可搬式「リチウムイオン蓄電システム+太陽光発電」



<http://www.47news.jp/CN/2011/05/CN2011051050301000487.html>



避難所に設置された太陽光発電を使った浄水器=1日、宮城県南三陸町歌津の歌津中学校、橋本弦撮影

アフリカ仕様の太陽光発電浄水装置
送水能力：500L/hour
(エスイーハイオマステクノ社)

Watari Fishery Cooperative, Miyagi Pref.

Temporary Office
powered by
Emergency PV !!

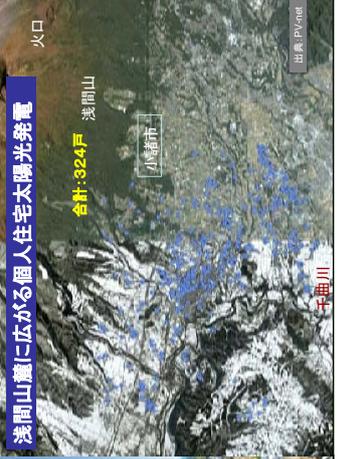
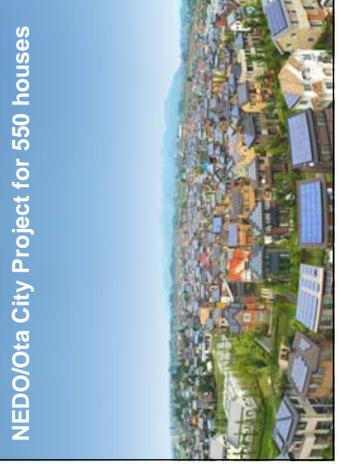


N: 38° 2'21.369 999 999 995 3
E140° 54'57.760 000 000 009 2
13 June 2011

Residential Rooftop PV Capability

- 3-4kW/house → 70-80% of home consumption
- Just before Grid Parity Level!
- 100% electricity supply possible in future
- Million Roof Era already !
- True Sustainability: Energy Security for the community

NEDO/Ota City Project for 550 houses



浅間山麓に広がる個人住宅太陽光発電

合計:324戸

浅間山

小淵町

千曲川

出典:PVand

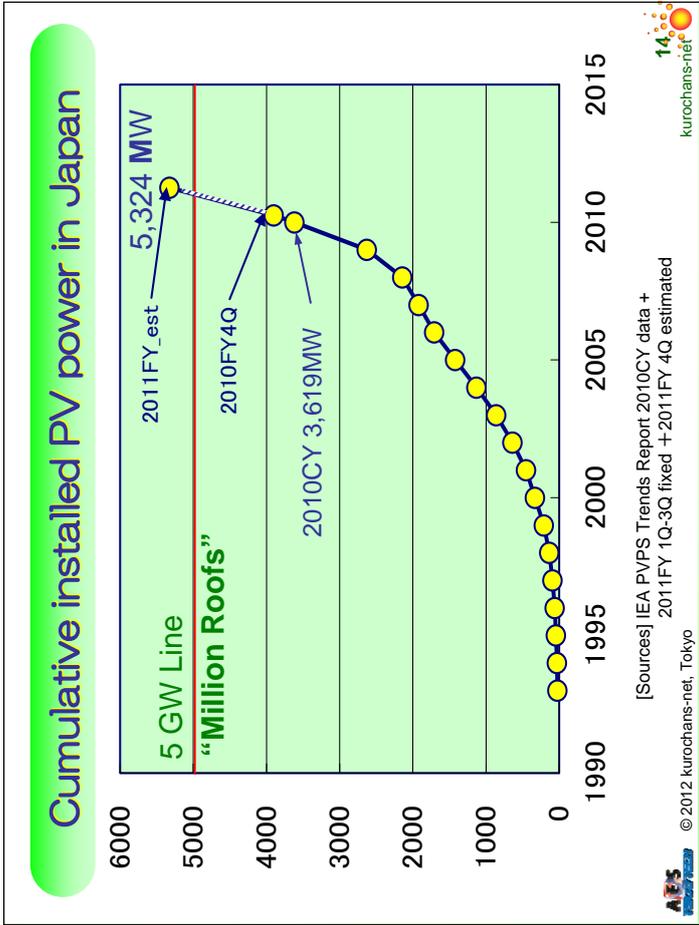
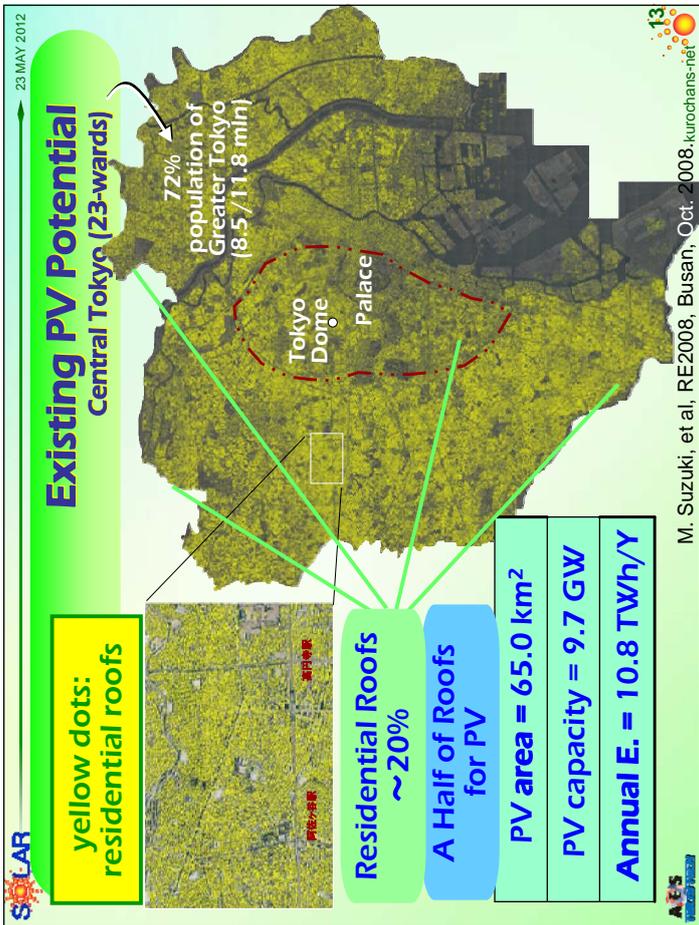
Limited Edition for **TÜVRheinland**

THE WAY FORWARD

~ by Solar Photovoltaic Approaches ~

0. Prologue: Tsunami!
1. Significant Progress in Residential Sector
2. PV for the Future by Japan team: Innovative Approach
3. Energy from the Desert
4. Epilogue





32

コジマの 太陽光発電

今日から我が家も発電所

MITSUBISHI 太陽光発電パッケージ

CO₂を排出しないエネルギー 標準施工期間 1日

3月30日(金)まで

①国の補助金1kWあたり148,000円が受けられます。... 太陽光発電を設置すると電気代がこんなに節約！

②余剰電力は電力会社へ10年間、1kWあたり42円で売ることができます。... 太陽光発電を10年間で回収！

例 2.77kW設置の場合、10年間91,176円おトク！
3.70kW設置の場合、10年間133,728円おトク！
4.44kW設置の場合、10年間166,116円おトク！

③太陽光発電パッケージの魅力

- 電気料金を大幅削減
- 太陽光発電パッケージの施工内容

価格1 ≡ 44万円/kW
価格2 ≡ 32万円/kW
価格3 ≡ 31.4万円/kW

24円/kWhで14年回収相当

24円/kWhで18年回収相当

価格1 ≡ 44万円/kW

お見積り時、お客様の住まいの環境に合わせた最適なプランをご提案させていただきます。

24

住宅用太陽光発電コストダウン中!

SHARP 太陽光発電パッケージ

CO₂を排出しないエネルギー

SHARP 太陽光発電パッケージの施工内容

価格1 ≡ 44万円/kW

24円/kWhで18年回収相当

お見積り時、お客様の住まいの環境に合わせた最適なプランをご提案させていただきます。

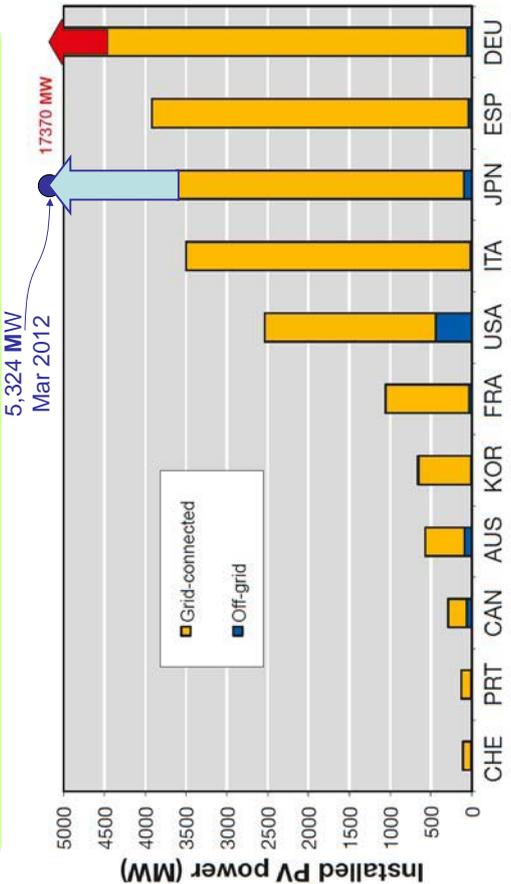
THE WAY FORWARD

~ by Solar Photovoltaic Approaches ~

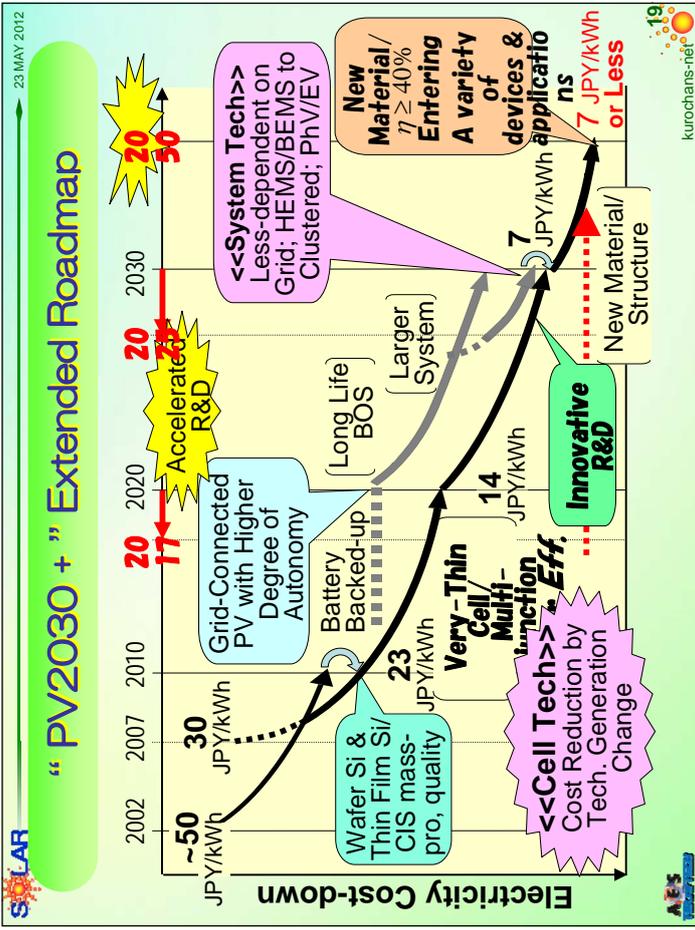
- 0. Prologue: Tsunami!
- 1. Significant Progress in Residential Sector
- 2. PV for the Future by Japan team: Innovative Approach
- 3. Energy from the Desert
- 4. Epilogue



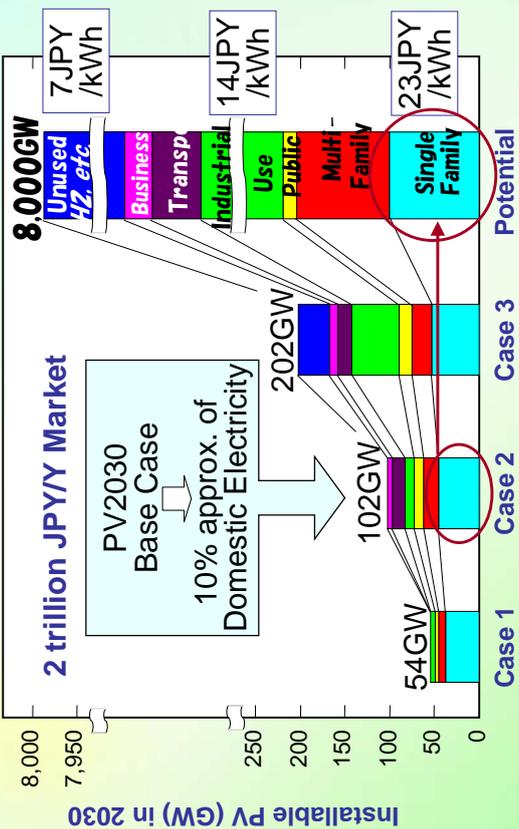
Cumulative installed PV power in IEA-PVPS



Source: Trends Report 2010, IEA PVPS, Nov. 2011



Installable PV (GW) up to 2030



Case 1: Business as usual
 Case 2: R&D and Market Penetration according PV2030 Base Case
 Case 3: Accelerated R&D and Market Penetration with large-scale industrial use
 Potential: Physical Limit by residential, public, industrial, unused land, etc.

SOLAR 23 MAY 2012

“Let Japan Regain World Top Position!”

【Objective】 Realize **28GW** domestic penetration by 2020 and Strengthen Competitive Power in the world market.

【Target】 Module Cost → **75 ¥/W**; M. Efficiency → **20 %** to attain electricity price 14¥/kWh (Factory use base)

PV for the Future by all-Japan team.

c-Si Cells → Including SOG silicon; Low cost process; higher efficiency	Organic Cells → Efficiency; Lifetime; Low cost; Systemization.
TF Si Cells → Process development.	Evaluation; International Standard; module materials & structure; etc.
CIS & Compound Cells → TF CIS cost down; CPV.	Common Basis (Evaluation; Recycle; etc.)
Innovative PV Cells for 40%: 3 Consortia (U-Tokyo, AIST, Tokyo Tech) ● NEDO-EC Joint Call: CPV Project (45% target: Yamaguchi-Luque) ● JP-US CPV Project	Common Basis (module/array materials; structure; components; etc.)

A series of Bi-Lateral International Demos on Smart Grid

AES kurochans-net

SOLAR 23 MAY 2012

The 3rd Generation Concept by Prof. Martin Green

$\eta \leq 93.3\%$ (direct) = 73.7% (global)

circulators tandem (n=∞) → 74%
 hot carrier tandem (n=6) → 68%
 thermal, thermo PV, thermionics tandem (n=3) → 58%
 impurity PV & band, up-converters → 54%
 impact ionization tandem (n=2) → 49%
 down-converters single cell → 44%
 → 39%
 → 31%

AES kurochans-net

SOLAR 23 MAY 2012

Recent NEDO's PV R&D Projects

Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Short-term		PV System Practical Tech. Promotion					
Mid-term		R&D for Next Generation PV System					
Long-term							

High Performance PV Generation System for the Future (Target : 2020)
 5.9 BJPY, FY2011
 6.0 BJPY, FY2012

R&D on Innovative Solar Cells (Target : 2050)
 2.6 BJPY, FY2011; 2.4 BJPY, FY2012

Organic PV Cell
 2.0 BJPY, FY2012

AES kurochans-net

SOLAR 23 MAY 2012

LEARNING CURVE

100GW+66GW_Y_export ~6.1¥/kWh

Progress Ratio
 cost-down ratio for double production cumulative
 $PR_1=0.800$
 $PR_2=0.785$
 $PR_3=0.720$

Statistics by Nemet: 1976-2005
 2030 target
 53GW
 84GW
 100GW
 115GW
 143GW
 100GW+30GW_Y_export
 100GW+66GW_Y_export

JPEAVision
 100GW+66GW_Y_export

(note) GP: Grid Parity
 GP1=23, GP2=14, GP3=7¥/kWh

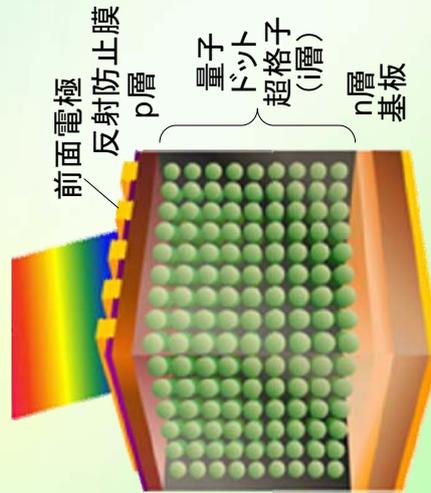
Kurokawa: JPEA Magazine, March, 2011

AES kurochans-net

23 MAY 2012

量子ドットのイメージと試作品

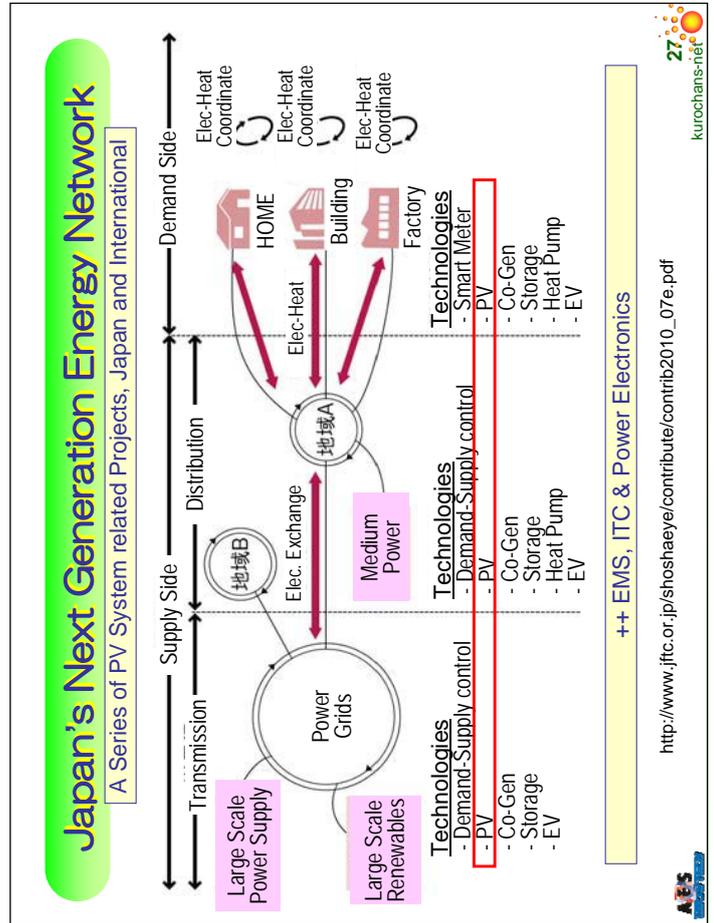
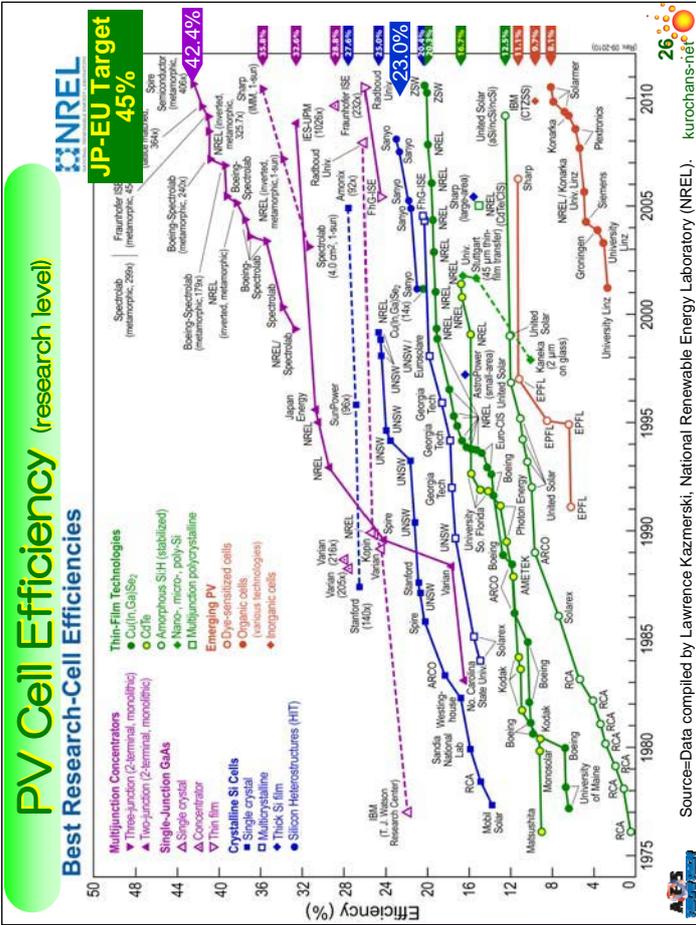
50層の量子ドットを試作
GaAs基板上にInAsとInGaAsからなる量子ドットを積層
上部20層分のTEM像
出典: AIST

前面電極
反射防止膜
p層
量子ドット超格子 (i層)
n層基板
裏面電極

出典: http://mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp/dot_solar1.png

25 kurochans-net



Limited Edition for **TÜVRheinland**® 23 Mai 2012

THE WAY FORWARD
 ~ by Solar Photovoltaic Approaches ~

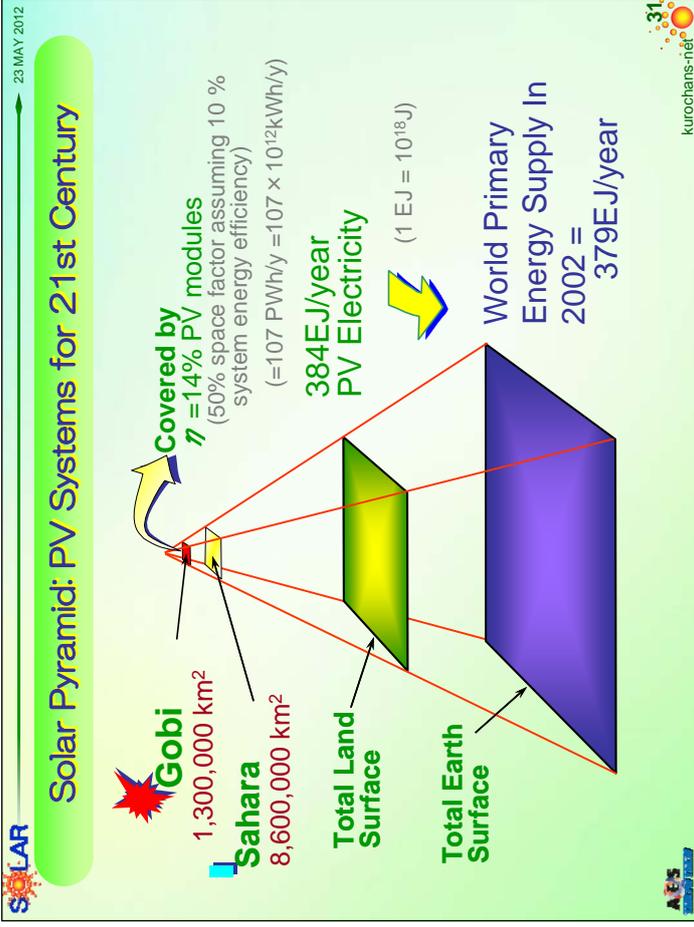
0. Prologue: Tsunami!

1. Significant Progress in Residential Sector

2. PV for the Future by Japan team: Innovative Approach

3. Energy from the Desert

4. Epilogue

Report from IEA PVPS Task 8 :
 Study on Very Large Scale Photovoltaic Power Generation Systems
<http://www.iea-pvps.org/products/download/Energy%20from%20the%20Desert%20Summary09.pdf>

ENERGY FROM THE DESERT



Task 8 OA (up to 2008)
 Prof. Kosuke KUROKAWA
 Tokyo Institute of Technology



energy from the desert

Our Dream Team for 21st Century Energy

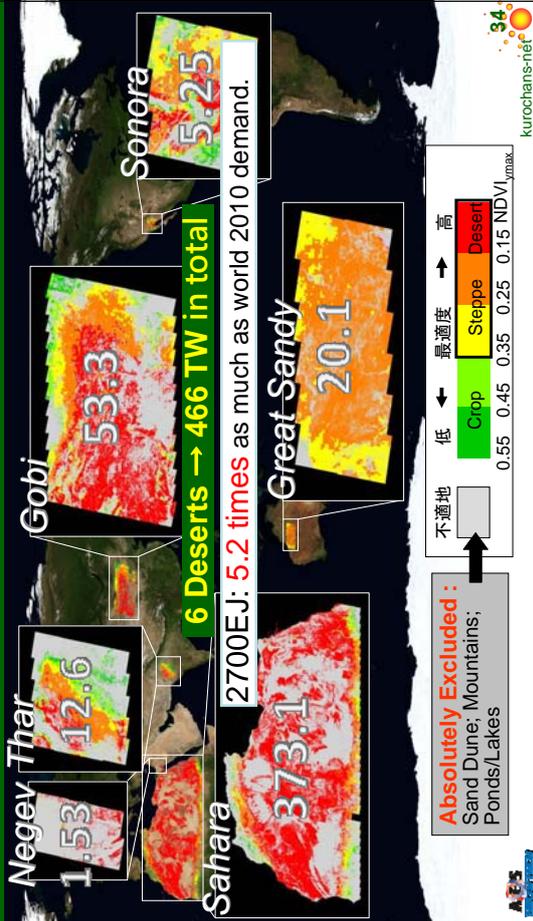
All distributed by EarthScan UK

10 countries + 2 observers
 Japan (OA), Canada, Germany, Israel, Italy, Korea, the Netherlands, Spain, U.S.A., Australia, Mongolia (obs.), China (tentative. obs.).

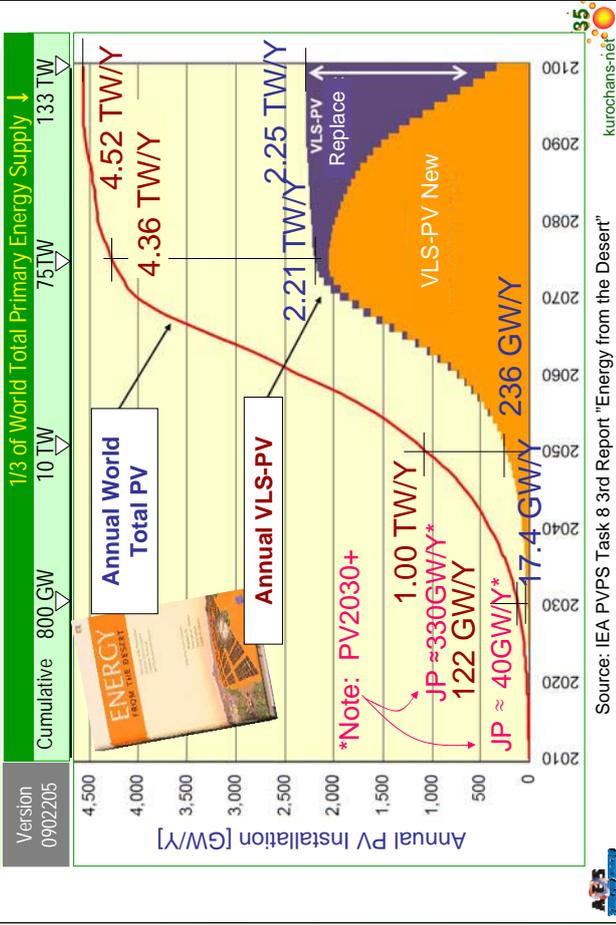
2007.9 IEA PVPS Task 8 Milan Meeting 33

PV Potential Analysis on 6 Deserts

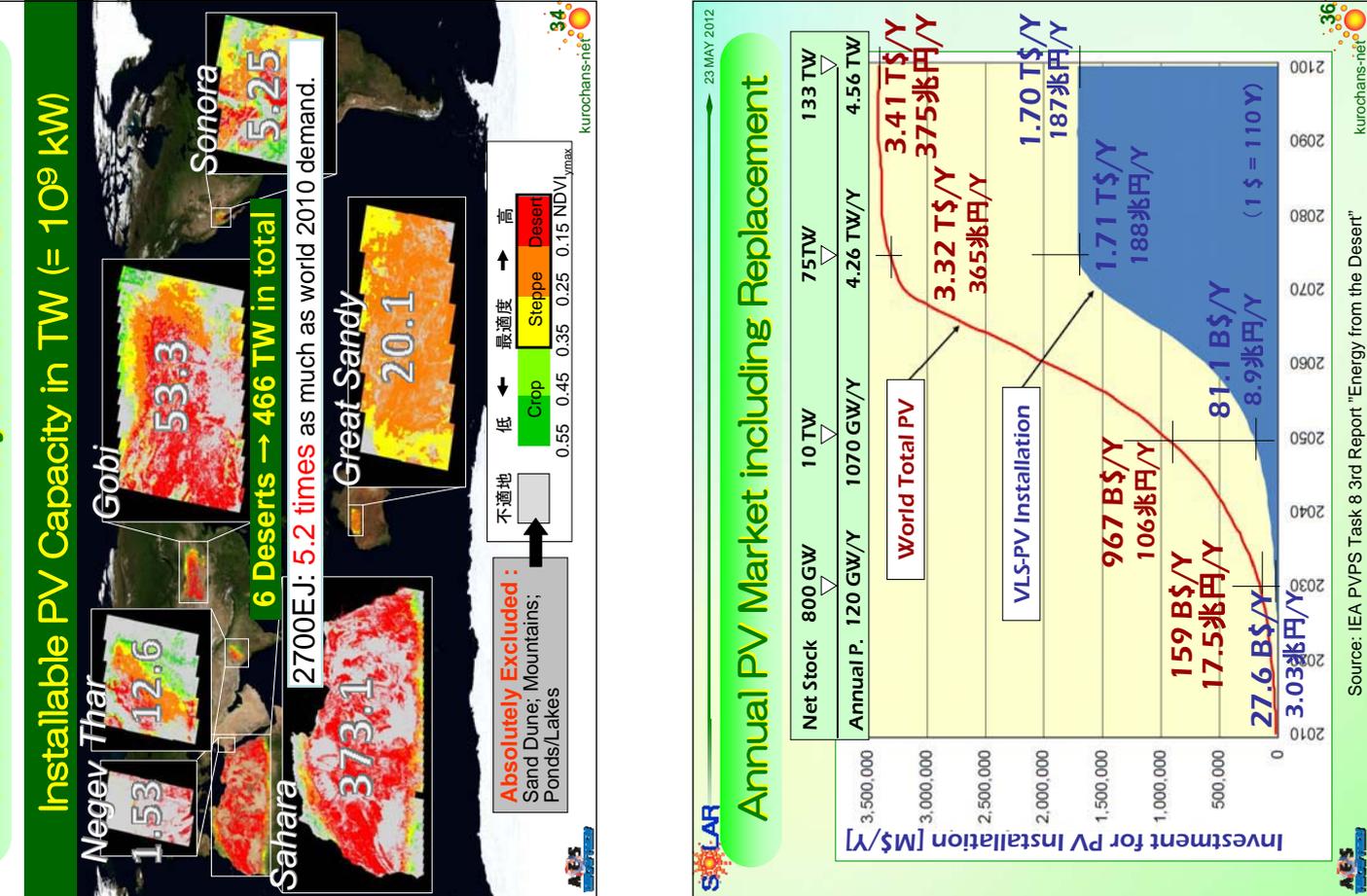
Installable PV Capacity in TW (= 10⁹ kW)



World PV Market Long-Term View



Annual PV Market including Replacement



23 Mai 2012

Limited Edition for TÜVRheinland

THE WAY FORWARD ~ by Solar Photovoltaic Approaches ~

0. Prologue: Tsunami!
1. Significant Progress in Residential Sector
2. PV for the Future by Japan team: Innovative Approach
3. Energy from the Desert
4. Epilogue



Revision Our Own Energy

2012.5.20

- Self-Sustained: 70~80%/house average!!
- Million Roof Era: from kW to kWh for Life Time

Home Residence:

- Comfort; own electricity + better house functions + disaster
- Energy Autonomy; ZEH · ZEB · PEH · PEB · LCCM: life cycle carbon minus house

Home Town:

- well planned community for efficient utilization of sunshine and living conditions
- PV is key component for smart community optimization.
- community autonomy; disaster prevention/risk.

PV for Industry. Agriculture; VLS-PV for the Desert:

- new FIT to start!
- deregulation on factory location control!

Very Limited Carbon FP: Only One Solution for the Future!

App. Overview of PV System Cost-Down

2012.5.20

Initial PV kW Cost

$$\frac{\text{Cost}}{\text{kW}} \downarrow = \frac{\text{Cost/m}^2}{\text{k W/m}^2} = \frac{\text{Process Cost}}{\text{Cell Efficiency}} \uparrow$$

- = efficiency up due to material selection; device structure; process → higher output power per area (W/m²).
- = less raw material requirement by thinner cell or CPV.
- = lower-cost material choice.
- = tact time speed-up per device area; better production yield → less investment for production line.
- = higher production hours with a share of market.

Life-Cycle kWh Cost

- = higher PV/ BOS efficiency, lower initial cost/m². less financing cost, incentives...
- = longer lifetime operation hours for more output with less degradation/failures; quicker construction.
- = **unreliable certification gives higher risks for designing stage!**

$$\frac{\text{Cost}}{\text{kWh}} \downarrow = \frac{\text{Life Time Cost}}{\text{Life Time kWh}} \uparrow = \frac{\text{Initial(PV + BOS)} \downarrow + \text{Land} + O/M \downarrow + IR + Tax + Insurance}{\text{Nominal kW} \times \text{Capacity Factor} \uparrow \times 8760 \times LT(Y) \uparrow}$$

$$\text{Life Time kWh} \uparrow = \left[\sum_{LT} H(\text{kWh/m}^2) \times A_{\text{array}} \times \eta_{\text{PV initial}} \times \eta_{\text{BOS initial}} \right] \times (1 - R_{\text{deg}})^{LT}$$



British Study Mission on Smart Grid, 5 MAR 2012

Public Seminar Program 2012.05.23 GTAC, Yokohama

Time	Content	Who	Topic
11:00 – 12:00	Opening Ceremony	Mr. Kurt K. Heinz, Vice President	Ceremony and speech
12:00 – 13:00	Lunch	All	Free discussion
13:00 – 13:05	Opening Speech	Dr. Christian Weidinger, CTO	Welcome speech
13:05 – 13:35	Keynote Speech	Prof. K. Kurokawa	Look at where PV is going
13:35 – 14:05	Guest Speech	Mr. Li Weichun, TÜV Rheinland Greater China	Grid regulation for China
14:05 – 14:35	Guest Speech	Dr. H. Igarashi, TÜV Rheinland Japan	Grid regulation for Japan
14:35 – 15:05	Guest Speech	Mr. Kyong-il Seo, TÜV Rheinland Korea	Grid regulation for Korea
15:05 – 15:30	Coffee Break Time	All	
15:30 – 16:00	Guest Speech	Mr. Miklos Szentpaly TÜV Rheinland Intercert	Grid regulation for Hungary
16:00 – 16:15	Guest Speech	Mr. Marco Piva, TÜV Rheinland Italy Speaker: Dr. H. Igarashi	Grid regulation for Italy
16:15 – 16:45	Guest Speech	Mr. V. Studzinski, TÜV Rheinland LGA Products GmbH	Grid regulation for Germany
16:45 – 17:00	Guest Speech	Mr. Paul Morton, TÜV Rheinland of NA Speaker: Dr. H. Igarashi	Grid regulation for US/CAN
17:00 – 17:15	Guest Speech	Mr. Liwei Lang, TÜV Rheinland Australia Speaker: Dr. H. Igarashi	Grid regulation for Australia
17:15 – 17:30	Guest Speech	Mr. S. Fukumoto, TÜV Rheinland Japan	PV Module testing
17:30 – 19:00	Light dinner @GTAC	All	Free discussion



21世紀世界の再生可能エネルギー

<真の価値>



黒川 浩 助

再生可能エネルギー協議会 代表
東京工業大学ソリューション研究機構
AES 国際研究センター 特任教授
東京農工大学 名誉教授



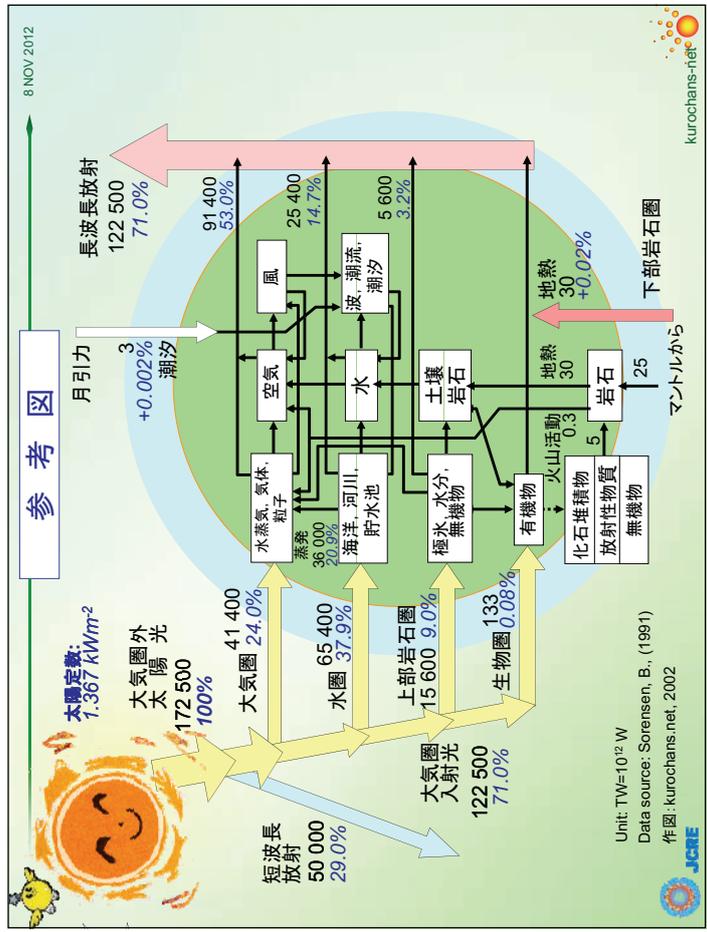
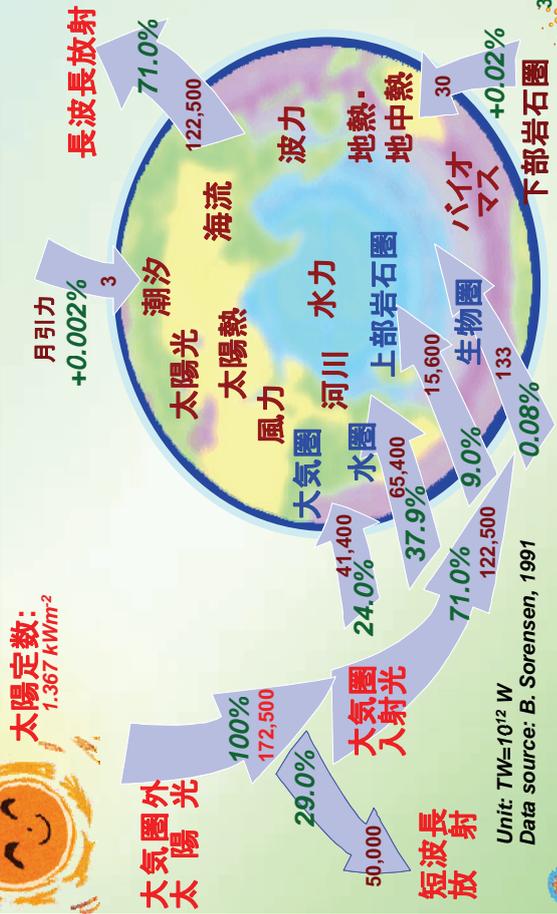
21世紀世界の再生可能エネルギー

<真の価値>

1. 再生可能エネルギーの起源
2. 持続可能な社会・生態系との関わり
3. 再生可能エネルギーで描く21世紀
4. グリーン・イノベーション: 太陽光発電
5. 地域社会と再生可能エネルギー
6. エピローグ: 防災など



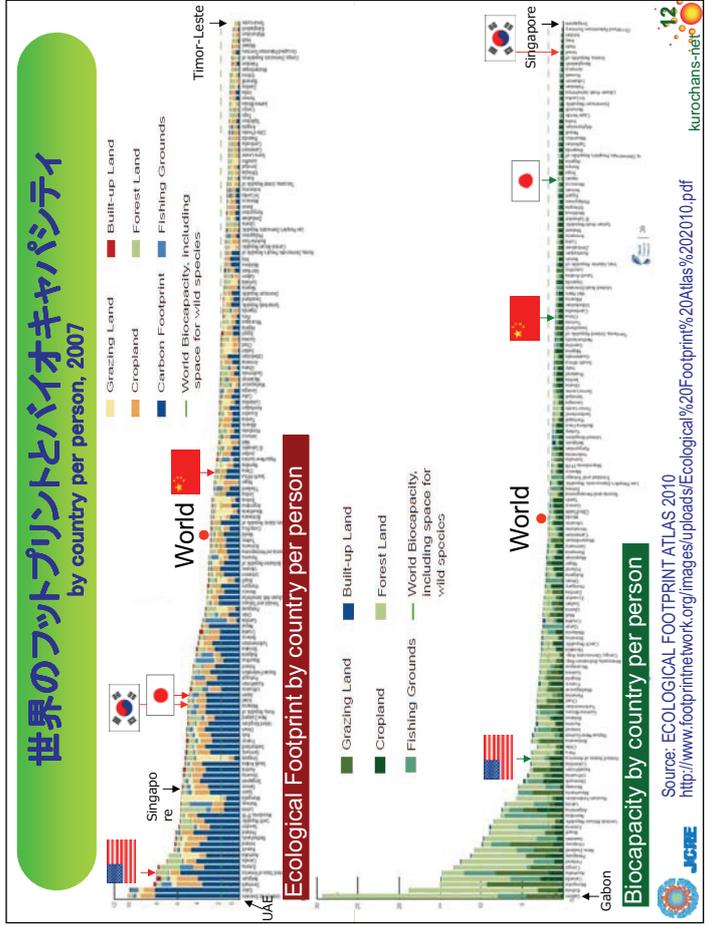
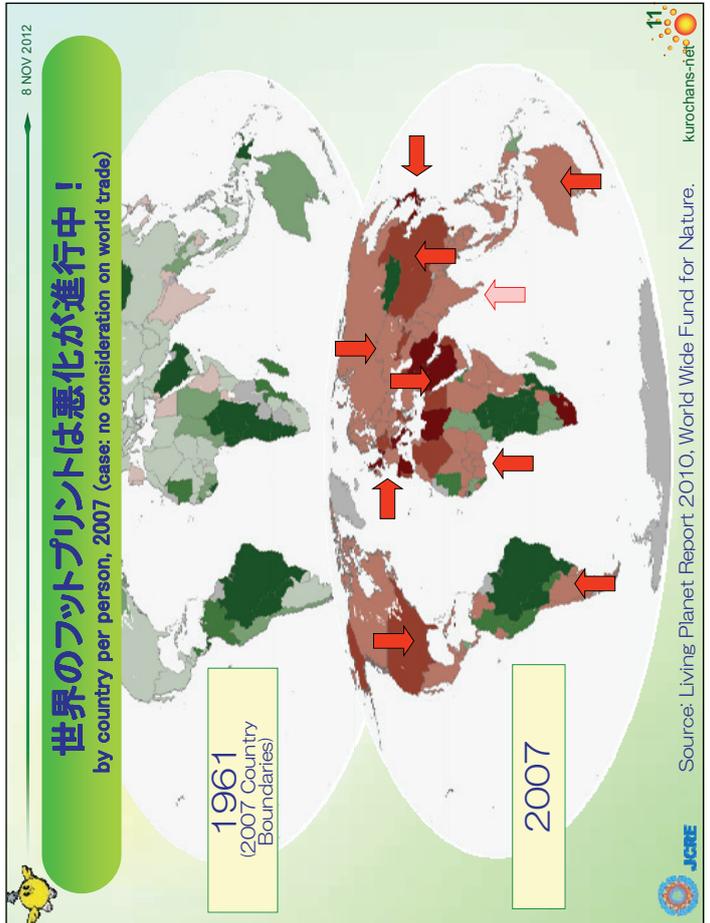
再生可能エネルギーの流れ



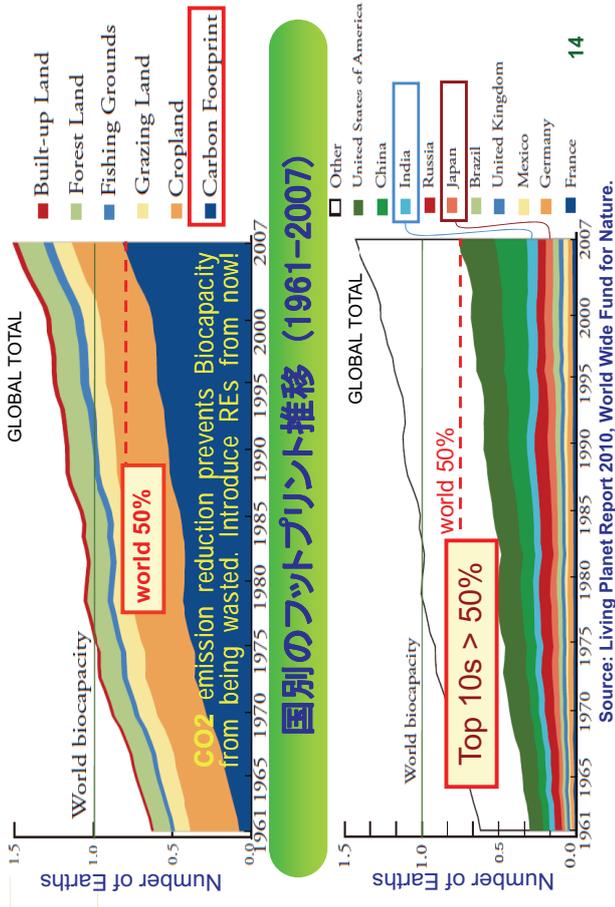
21世紀世界の再生可能エネルギー

<真の価値>

1. 再生可能エネルギーの起源
2. 持続可能な社会・生態系との関わり
3. 再生可能エネルギーで描く21世紀
4. グリーン・イノベーション: 太陽光発電
5. 地域社会と再生可能エネルギー
6. エピローグ: 防災など



発生要因別の世界のフットプリント推移 (1961-2007)

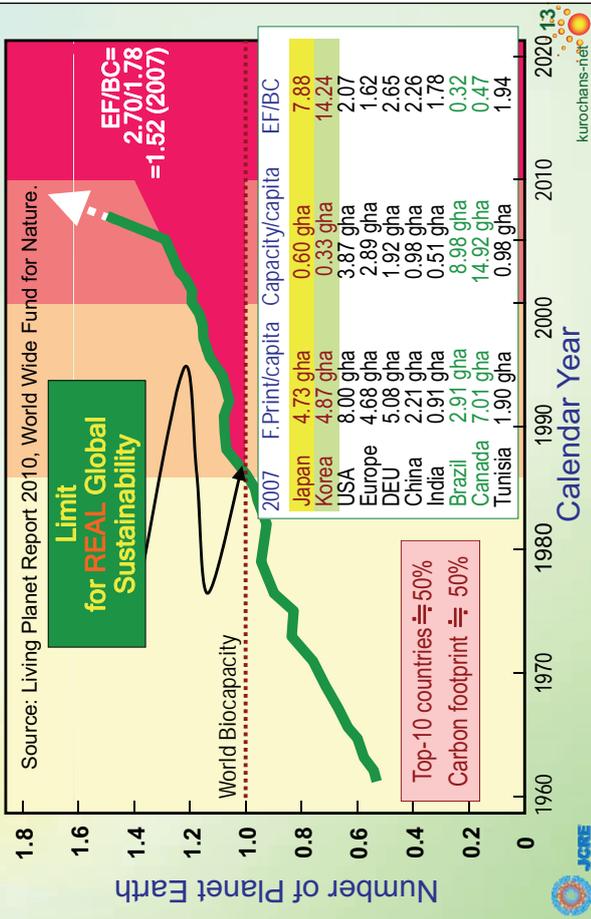


国別のフットプリント推移 (1961-2007)

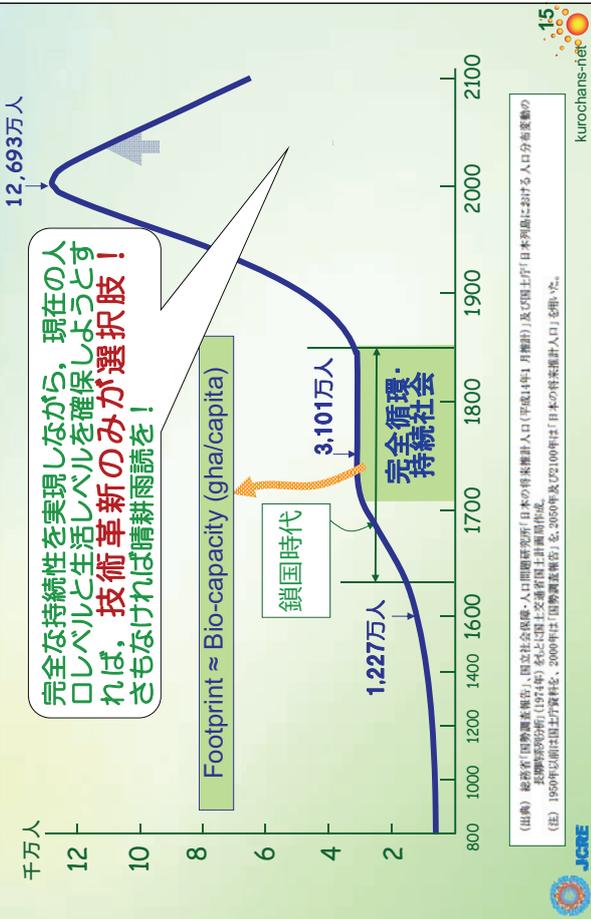
集中電源と自律分散電源

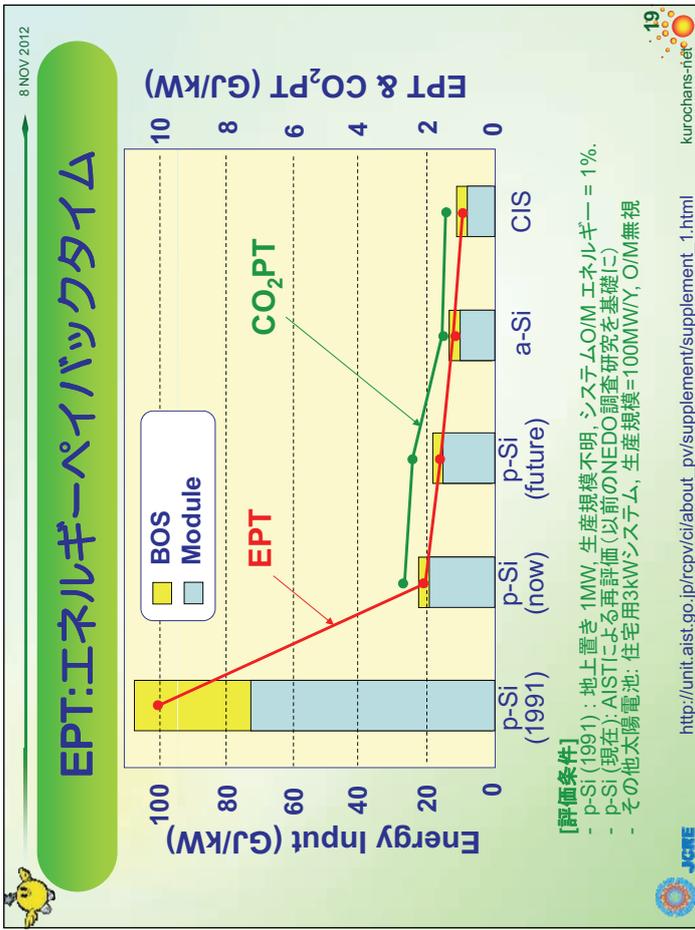
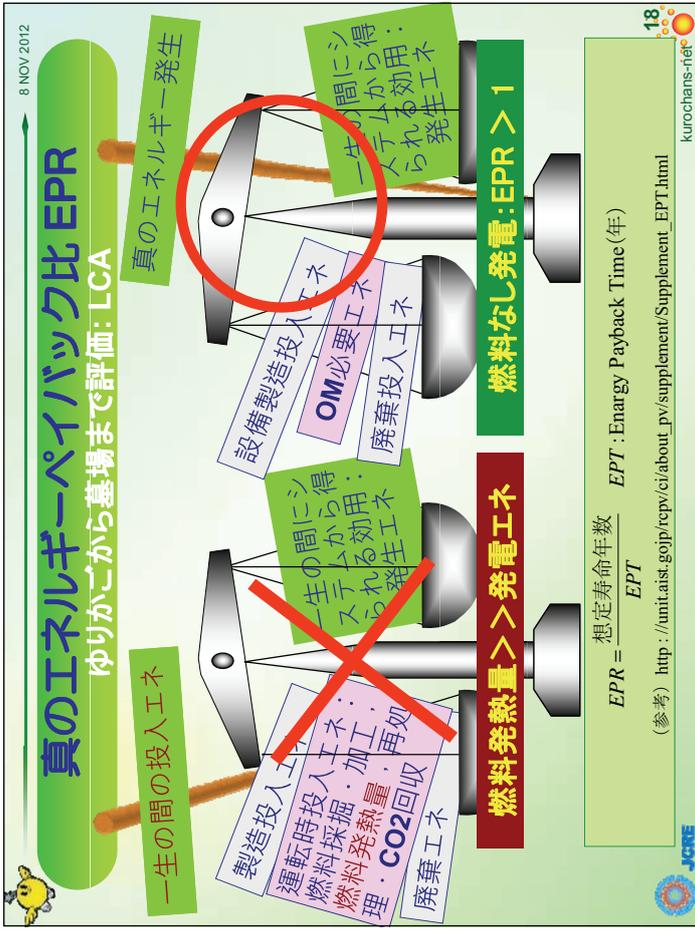
集中電源	分散電源 (再生可能エネルギー)
<p>国家規模・広域・電気事業者のニーズに基づいた計画</p> <p>規模メリット追求(運転効率・経済性):ますます大きく、集中化</p> <p>供給側と需要側の距離が拡大し、システムは硬直化</p> <p>需給関係が変化する、送電設備など中間インフラも追加投資必要</p> <p>無電化地域の電化には新しい送電線や燃料輸送ルートが必要</p> <p>局地的需要増大対応にも全系統変更の可能性(潮流・短絡容量増大など)</p> <p>超長期の計画・建設期間・投資負担は大:見えない外部コスト*(立地対策、廃棄物、災害復旧・保険)</p>	<p>地域ニーズに密着し、地域の身近な再生可能エネルギー源を選択</p> <p>個人、コミュニティなどの需要に応じて最適化(例:PV住宅で70~80%自給可能)</p> <p>地域の需要変化にフレキシブルに細やかに迅速・柔軟に対応可能</p> <p>上位系統増強しなくとも弱小系統を強化可能:災害時には自立発電が可能</p> <p>既存系統がない無電化地域でも、送電線建設や燃料輸送せずに利用可能</p> <p>配電系統運転特性を需要制御で改良可能(蓄電・パワコン等潮流制御)</p> <p>一般に工期が短く、資金の回収が早い:投下資金の地域還元;地域産業の育成</p>
<p>メガパワー・集中立地のリスクは巨大・国家規模の被害:国家規模リスク・マネージメント</p>	<p>分散電源のどこか故障しても全体止まることなし(これを活かすスマート・ソリューション)</p>
<p>2度の体験からの示唆:冗長性のある自律分散システムの有用性互いの長所を活かした階層構造のネットワーク進化!!</p>	

国別の例:フットプリントとバイオキャパシティ



鎖国時代は「持続社会」の壮大な歴史的実験!





REIF 2012
Renewable Energy Industrial Fair

8 NOV 2012

21世紀世界の再生可能エネルギー <真の価値>

1. 再生可能エネルギーの起源
2. 持続可能な社会・生態系との関わり
3. 再生可能エネルギーで描く21世紀
4. グリーン・イノベーション: 太陽光発電
5. 地域社会と再生可能エネルギー
6. エピローグ: 防災など

8 NOV 2012

再生可能エネルギーによる理想社会

- 再生可能エネルギー利用はフローのエネルギー一利用であるため、地球環境への排熱・排出が極小！
- ストックを消費しない非枯渇エネルギー！
- <平和・安全に入手可能>身近に存在する自前の地産地消エネルギー源！世界の貧困解消にも貢献！
- 再生可能エネルギーの多くは膨大な太陽エネルギーフローが起源
- すべてを太陽エネルギー系にまかせた本質的に生存・持続できる地球社会の実現可能性→技術革新
- 非枯渇エネルギーにシフト：化石資源を将来へ
- 地産地消の分散型システムでリスク分散が可能

JCRE kurochans-net

8 NOV 2012

真の持続性を技術で追求！

エコロジカルフットプリント (単位: global ha) という考え方

足し算

系全体を回すのは太陽エネルギー！

自然生態系 (バイオキヤパシティ: global ha)

環境修復 (自然への負債)

排熱 廃棄 排炭

使えない土地 (道路・砂漠...)

バイオ生産性~ゼロ

人間社会

自然からの収穫 (他地域から収奪)

食料・資源 エネルギー

技術でバーチャルな BCアップ! → エネルギー作物

→ 左足・右足の FPも削減!

JCRE kurochans-net

8 NOV 2012

世界エネルギー供給 2100年ビジョン

(ドイツ地球気候変動諮問協議会: WBGU)

WBGU: German Advisory Council on Global Change

一次エネルギー供給 [EJ/y]

西暦

JCRE kurochans-net

8 NOV 2012

ソーラーピラミッド：21世紀太陽光発電の底力！

ゴビ砂漠 1,300,000 km²

サハラ砂漠 8,600,000 km²

全陸地面積

全地球面積

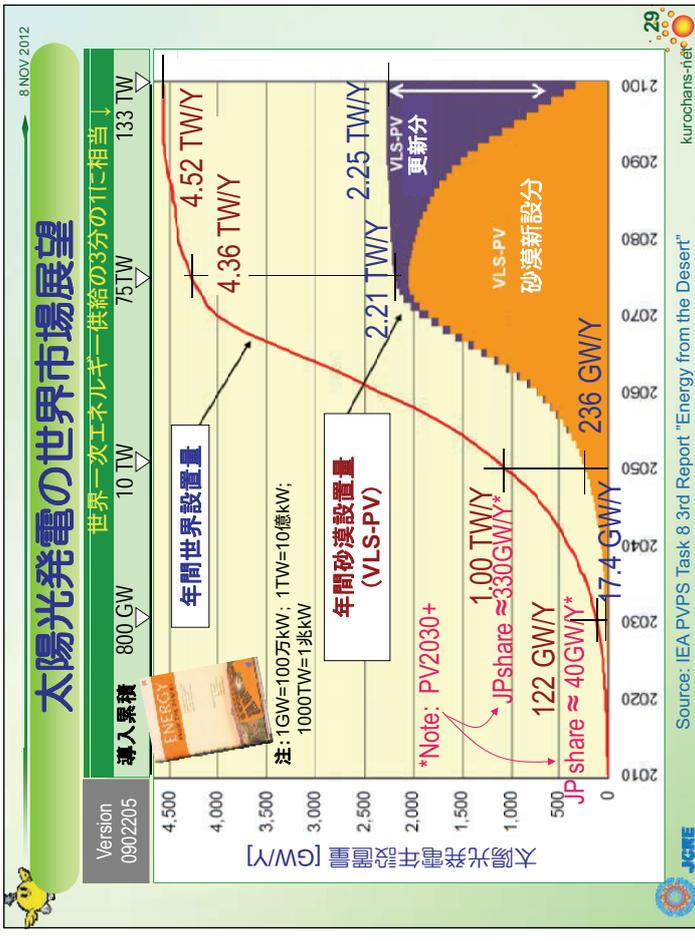
効率・=14%の太陽電池でカバー
スペースアークタ50%
システム効率 10%と仮定
(=107 PWh/y = 107 × 10¹² kWh/y)

384EJ/year PV
全発電エネルギー
(1 EJ = 10¹⁸J)

2002年世界一次エネルギー供給 379EJ/year

JCRE kurochans-net

134



REIF 2012
Renewable Energy Industrial Fair

17 OCT 2012

21世紀世界の再生可能エネルギー <真の価値>

1. 再生可能エネルギーの起源
2. 持続可能な社会・生態系との関わり
3. 再生可能エネルギーで描く21世紀
4. グリーン・イノベーション: 太陽光発電
5. 地域社会と再生可能エネルギー
6. エピローグ: 防災など

緑の価値

8 NOV 2012

PVによるCO₂排出削減:
730 g-CO₂/kWh(石油火力) - 70g/kWh-PV製造
= 660 g-CO₂/kWh_{PV} (運転時にはCO₂フリー)

1m² PV → 100W_{PV} x 100kWh/Y → 66 kg-CO₂/m²/Y

1m² 森林緑化 → 0.649 kg-CO₂/m²/Y 吸収

太陽光発電した電力で太陽電池を製造するソーラーブリーダー概念も可能

3kW-PV on 130 m² (40坪)

3000 m² 森林 (テニスコート6面分)

X100

太陽光発電CO2排出抑制効果

文京区

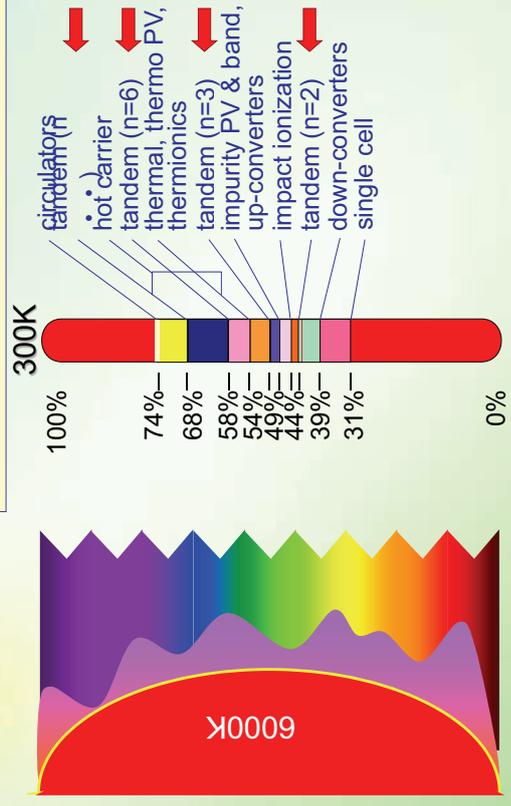
東京ドーム

東京ドーム5個の面積のPV (14.7MW)
 文京区全体(13 km²)の植林と同じ効果



The 3rd Generation Concept by Prof. Martin Green

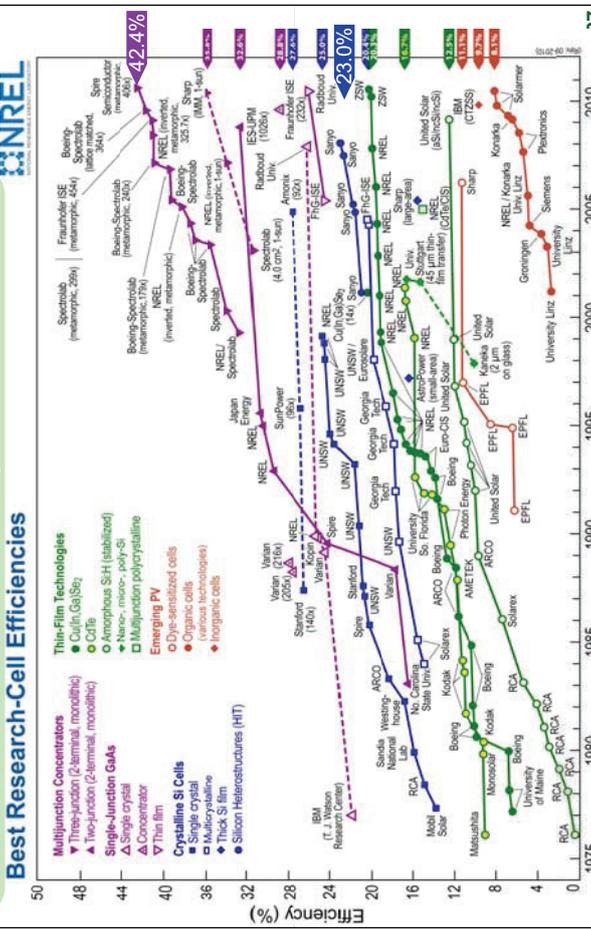
$$\eta \leq 93.3\% (\text{direct}) = 73.7\% (\text{global})$$



太陽光発電の基本的な環境価値

1. 太陽から地球に吸収され、再び大気圏外へ再放射される太陽エネルギー・フローを乱さない再生可能エネルギー (地球内部にストックされたエネルギーを開放する化石・原子力資源は再放射増加とトックの減少をもたらす)
2. 太陽光発電システム製造等投入エネルギーは、およそ2年間の発電エネルギーで回収可能 (参考図: 寿命20年の間に10倍のエネルギーゲイン)
3. 1m²の太陽光発電システムのCO₂排出抑制効果は、100m²の森林のCO₂吸収効果に匹敵 (参考図: 石油火力発電所・森林と対比)
4. 屋根上、荒地や砂漠など、バイオアクティビティの低いスペースに設置された太陽光発電システムは、エネルギー供給やCO₂吸収のためのバイオキャパシティを消費せず、いわゆるフットプリントを残さない

PV Cell Efficiency (research level)



住宅用太陽発電システムの実力

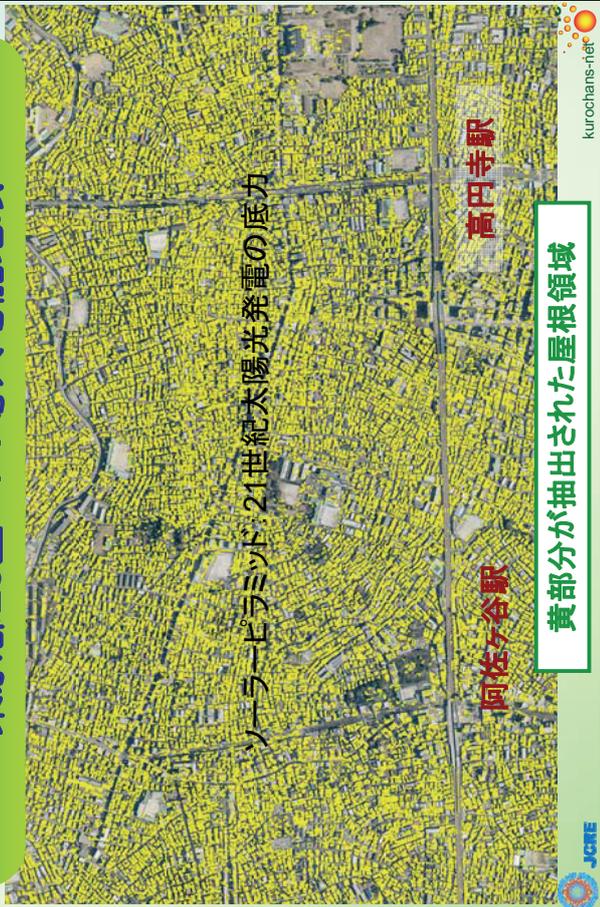
- 3-4kW/軒 → 70-80% 家庭用電力供給
- 急速にグリッドパリティ・レベルに接近中!
- 将来はオール電化住宅100%供給も可能に
- すでに約100万軒：ミリオンルーフ時代へ!!
- 真の持続性；セキュリティ（おらがエネ）

NEDO/群馬県太田市集中連系プロジェクト



東京都23区 PV導入可能地域

ソーラーピラミッド：21世紀太陽光発電の底力



東京都23区 PV導入可能地域

約20%が住宅屋根

屋根面積の半分に PV設置

PV面積=65.0 km²

PV総容量=9.7 GW

総発電量=10.8 TWh/Y

黄部分が抽出された屋根領域



戸建住宅団地ケースタディ (多摩ニュータウン西武北野台団地)

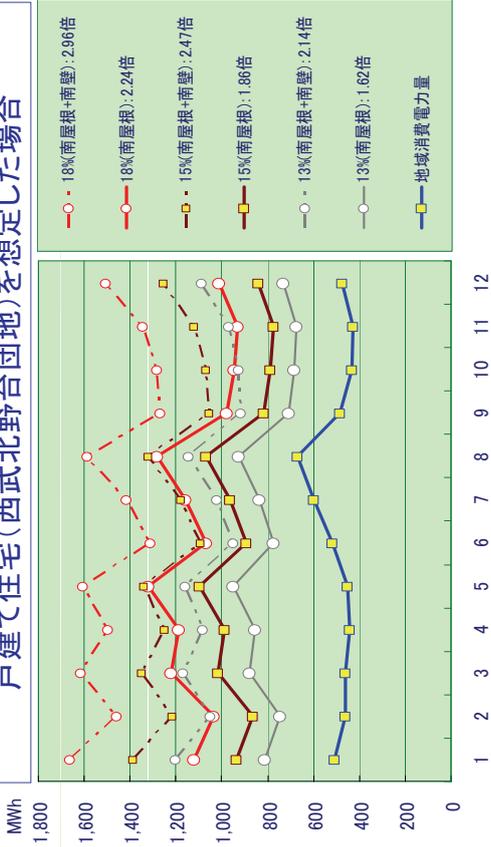


現在の性能の太陽電池を用いて、エネルギー自立の可能性：年間発電電力量≒年間地域消費電力量

(出典) PVTECシステム実用化委員会：第3章住宅コミュニケーションケーススタディ、1995.3.

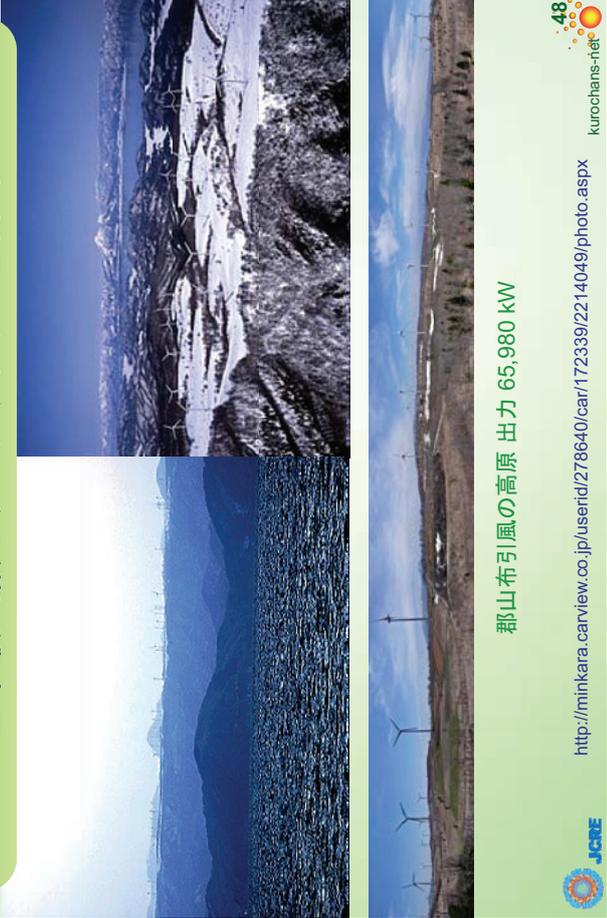
ソーラー住宅コミュニティの可能性 (改訂a)

戸建て住宅(西武北野台団地)を想定した場合



(出典) PVTECシステム実用化委員会:第3算住宅コミュニティケーススタディ、1995.3.
(改訂) 黒川:①設置場所を南屋根・南壁に限定積算、②変換効率を見直し、2012.4.17
© Kurochans-net 2012, Tokyo

日本最大級のウィンドファーム!



郡山布引風の高原 出力 65,980 kW

太陽光・地中熱 ハイブリッド



東京スカイツリー

太陽光発電:約20kW
(ソーラーフロンティア社)
地中熱システム
夜間電力利用空調:16m高・水深15m大容量水蓄熱槽×4基;容量計約7000トン;夏期5度冷水・冬期48度温水;
災害時生活用水として墨田区に提供
年間電力・ガスなど消費量約4%節約
二酸化炭素排出量を約48%削減

野木グリーンビル1号館
太陽光発電出力 650kW
太陽熱遮蔽兼用
リン酸型燃料電池 100kW
高温排熱利用冷凍機
低温排熱利用デシカント空調機
地中熱ヒートポンプ
電力自給率:建物電力をほぼ自給
CO2排出量:60%以上削減

8 NOV 2012

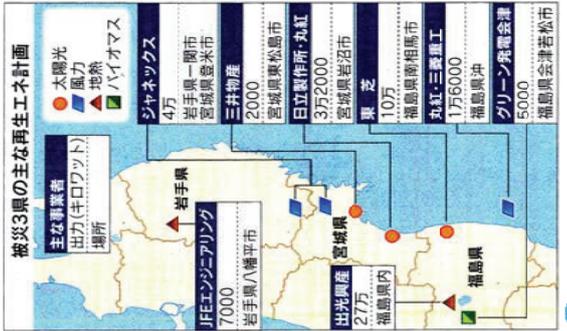
再生エネルギーで3倍

震災後計画 太陽光・地熱伸び

震災後計画 太陽光・地熱伸び

震災後計画 太陽光・地熱伸び

震災後計画 太陽光・地熱伸び



21世紀世界の再生可能エネルギー ＜真の価値＞

1. 再生可能エネルギーの起源
2. 持続可能な社会・生態系との関わり
3. 再生可能エネルギーで描く21世紀
4. グリーン・イノベーション: 太陽光発電
5. 地域社会と再生可能エネルギー
6. エピローグ: 防災など



太陽光発電 世界普及ランキング

GLOBAL RANK	STATE	CUMULATIVE CAPACITY WATT PER CAPITA	GLOBAL RANK	STATE	CUMULATIVE CAPACITY WATT PER CAPITA
1	Germany	301	21	Canada	16
2	Vatican City	267	22	Palau	16
3	Italy	210	23	South Korea	15
4	Liechtenstein	195	24	United Kingdom	14
5	Czech Republic	185	25	USA	14
6	Belgium	183	26	Cyprus	12
7	Spain	93	27	Netherlands	6
8	Slovakia	87	28	United Arab Emira	6
9	Luxembourg	59	29	Malta	5
10	Greece	58	30	Taiwan	4
11	Australia	57	31	Ukraine	4
12	France	40	32	Thailand	4
13	Slovenia	40	33	Denmark	3
14	Japan	38	34	Tanzania	2
15	Switzerland	27	35	China	2
16	Israel	25	36	Norway	2
17	Austria	24	37	Finland	2
18	Bulgaria	18	38	Uganda	2
19	Cape Verde	18	39	Malaysia	1
20	Portugal	17	40	Sweden	1

風力発電 世界普及ランキング

GLOBAL RANK	STATE	WIND ENERGY	CUMULATIVE CAPACITY WATT PER CAPITA	GLOBAL RANK	STATE	WIND ENERGY	CUMULATIVE CAPACITY WATT PER CAPITA
1	Denmark	706	88	21	Australia	88	88
2	Spain	459	86	22	Luxembourg	86	86
3	Portugal	387	68	23	Bulgaria	68	68
4	Ireland	355	56	24	Lithuania	56	56
5	Germany	355	46	25	China	46	46
6	Sweden	297	43	26	Saint Kitts and Nevis	43	43
7	Cyprus	160	42	27	Cape Verde	42	42
8	Canada	153	42	28	Poland	42	42
9	Greece	151	38	29	Romania	38	38
10	USA	150	37	30	Finland	37	37
11	New Zealand	141	34	31	Costa Rica	34	34
12	Estonia	140	33	32	Hungary	33	33
13	Netherlands	140	31	33	Croatia	31	31
14	Austria	129	24	34	Taiwan	24	24
15	Italy	111	24	35	Turkey	24	24
16	Norway	104	21	36	Czech Republic	21	21
17	United Kingdom	104	20	37	Japan	20	20
18	Dominica	101	18	38	Guyana	18	18
19	France	101	17	39	Jamaica	17	17
20	Belgium	98	14	40	Latvia	14	14

丈夫に見える屋根上太陽光発電！？



8.NOV.2012

丈夫に見える屋根上太陽光発電！？
岩手県宮古市老地区
Here, too!

(アノハノスキキ)

<http://kenplatz.nikkei.co.jp/article/const/news/2011/03/31/546733/7SS=imgview&FD=F154182037>

58 kurochans-net

JCEE

8.NOV.2012

いわき市の事例
PV-net による調査

地震による棟の瓦破損 破損しなかったPVモジュール

PV売電力メーター
(東北電力のメーター
は取り外し済み)

59 kurochans-net

JCEE

巨理町視察 2011.7.13調査

漁協の仮設事務所の電源
として太陽光発電が！！

N: 38° 2'21.369-999 999 995 3
E: 140° 54'57.760 000 000 9 2

60

8.NOV.2012

Useful “Emergency PV”

大船渡市の若石コミュニティセンターへ太陽光発電

<http://www.47news.jp/CN/2011/05/CN20110510040487.html>

可搬式「リチウムイオン蓄電システム+太陽光発電」

避難所に設置された太陽光発電を使った浄水器＝1日、宮城県南三陸町歌津の歌津中学校、橋本弦撮影

アフリカ仕様の太陽光発電浄水装置
造水能力：500L/hour
(エスイーバイオマステクノ社)

<http://www.47news.jp/CN/2011/05/CN2011050301000487.html>

61 kurochans-net

JCEE



再生可能エネルギー世界フェア2012

SPERA semi

12月5日(水)~7日(金)

幕張メッセにてご来場大歓迎!

- 太陽光発電
- 風力発電
- 水力発電
- 地熱発電
- バイオマス
- 海洋エネルギー
- 水素エネルギー
- 燃料電池
- スマートグリッド
- エネルギー貯蔵
- 省エネルギー
- グリーンビルディング
- グリーンモビリティ

取材記事

[2012年～2013年]

電力網の構築は個別の建物を基点に

黒川 浩助氏 東京工業大学 ソリューション研究機構 特任教授

「東京都23区の戸建て住宅の屋根に太陽光発電システムを載せれば、日本の電力の約1割を賄える」——。そう語る東工大の黒川特任教授に、太陽光パネルの動向と、そのポテンシャルを生かすための方策を聞いた。

文=守山 久子(ライター)

「太陽光のエネルギーを活用した発電は、地球上のエネルギーフローを乱さない。環境にやさしく、最終的に頼れるのが太陽エネルギーであることは間違いない」——。30年以上太陽エネルギーの研究に従事している黒川浩助・東京工業大学ソリューション研究機構特任教授は、太陽光発電の環境面のメリットとサステナビリティについて端的にこう語る。

「太陽光発電のエネルギー・ペイバック・タイム（EPT：発電システム製造など、設備に投入したエネルギー量を発電エネルギーによって回収するまで

の期間）は、約2年以内に収まるようになった。発電コストも、23円/kWh程度という家庭の系統電力料金に急速に近づいている」と黒川氏が説明するように、太陽光発電システム（PV）の実用度もかなり高くなってきた。

非住宅のPVが急増

日本におけるPVの普及は、戸建て住宅を中心に進んできた。資源エネルギー庁によると、2011年度時点におけるPV導入量は約480万kWだが、このうち非住宅はわずかに約80万kWにすぎない。

だが、2012年7月に再生可能エネルギーの固定価格買取制度（全量買取制度：PVは10kW以上が対象）が施行され、様相は一変。非住宅へのPV導入は急ピッチで進みつつある。

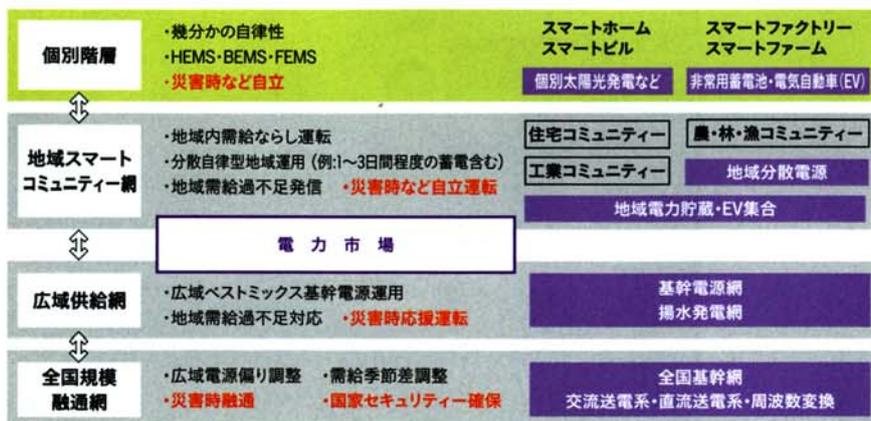
固定価格買取制度の開始以後、経済産業大臣による設備の認定を受けた新規PVの設備容量は、10kW未満の設備が44.4万kWに対して10kW以上の設備が103.6万kW（2012年9月末時点）。10kW以上のPVがすべて非住宅に設置されているわけではないが、おおむね規模が大きい非住宅施設への設置だと推測できる。

黒川氏は、PV設置に適した非住宅の候補地として、休耕地などだけでなく、工場や倉庫の屋根の上や自治体を持つ廃棄物の最終処分場跡地を挙げる。「これらの場所は、太陽光発電所をつくってもバイオキャパシティ（生物生産が可能な面積）を減らさない」（黒川氏）。

結晶シリコン系以外にも目配りを

PVの普及が進む中で気になるのは、太陽光パネルの寿命だ。黒川氏は「初期に設置した太陽光パネルでは、問題なく20年間稼働した例も出てきている。

■ 建物を基点とした自律分散・階層構造ネットワークの考え方



HEMS:Home Energy Management System BEMS:Building EMS FEMS:Factory EMS

(資料:黒川 浩助)

基本的には20年の寿命を備えているといえる」との見解を示す。

とはいえ、時間の経過に伴う劣化や故障は出てくる。それを定量的に把握してリスク評価していくことで製品の信頼性は高まる。この点、PV供給側の態勢は発展途上のようなのだ。

「太陽光パネルは、ようやく評価データがたまってきた段階だ。これまでは導入できさえすればよいという姿勢のメーカーが多かったためだ」

パネルを構成するセル（太陽電池素子）の技術動向については「今のところ継続的な運用のシナリオを描けているのは結晶シリコン系だ。ただし、今後どのように技術が発展するかは分からない。何か一つに候補を絞るのではなく、複線主義で開発を進めていくことが大切」（黒川氏）という状況だ。まだまだ技術的ブレークスルーの可能性が見込める分野だといえる。

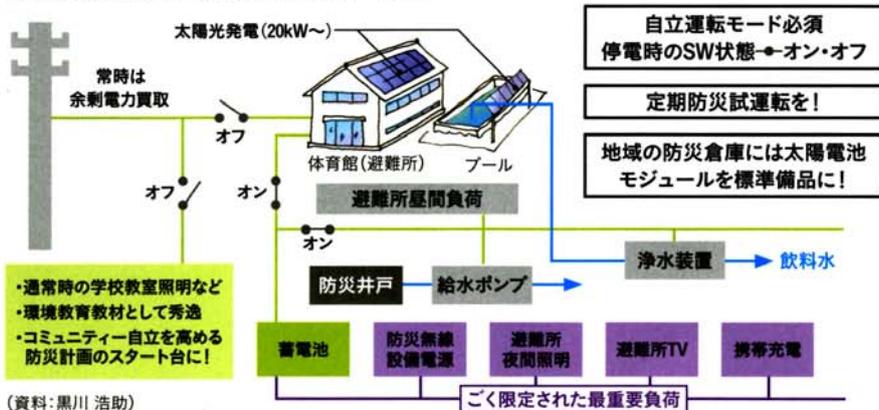
4つの階層で電力コントロールを

電力網の構築はどうすべきか。「既存の電力システムを前提に、あれができない、これができないと言うのではなく、太陽光をはじめとする再生可能エネルギーを組み合わせてトータルで何ができるかを考えていくべきだ」と黒川氏は主張する。そして、建物などの“個別階層”を基点に展開する自律分散・階層構造ネットワークを提唱する。

まずは、蓄電池とHEMSを備えた住宅やBEMSを備えたビルなど、個別の建物ごとにある程度の電力調整を行えるようにする。「PVに加え、昼夜問わず発電できる地中熱も活用すれば、さらに調整はしやすくなる」（黒川氏）。

ただし、ピーク時の電力使用量は個

避難所対応体育館の標準パッケージ案



別では調整しきれないので、コミュニティー単位で調整する。黒川氏によると、蓄電池は地域コミュニティー規模で配置するのが効率的だという。

季節ごとに増減するPVの発電量の需給となると、さらに広域で構築する上位の電力網での調整が必要だ。大規模災害時などに国の責任で電力を融通することを考えると、その上に全国規模で太い基幹系の電力網も構築しておくべきだ。

体育館に「防災パッケージ」

黒川氏は、既存の電力システムだけに頼らない、個別のソリューションについてのアイデアも披露する。

例えば災害時対応。「避難所に必要な機能をまとめ、小中学校の体育館の標準パッケージを示すべきだ」と黒川

氏は提言する。

「PVを設置していても予算の関係から自立運転機能を備えていない学校や公共施設は多い。これでは災害時に意味をなさない。まずは自立運転機能を備えたPVを設置し、防災無線、最低限の夜間照明など必要な機能を備える。併設されている防災倉庫の基本備品にも、すぐに組み立てられるPVを配備すべきだ。携帯電話の充電用などには十分な電力が供給できる。また、日ごろプールにためてある水を飲料水に転用するため、PVの電力で動く浄水装置も必要だ」

さらに「既存の電力網から独立した系統を持つ港や鉄道などでも、独自のアプリケーションを提案していきたい」と、黒川氏は独立系統でのPV活用の可能性を示唆する。



くろかわ・こうすけ

1965年、早稲田大学第一理工学部電気工学科卒。電子技術総合研究所(現・産業技術総合研究所へ統合)エネルギー情報技術研究室長、東京農工大学教授などを経て現職。74年のサンシャイン計画発足以来、30年余にわたり太陽光発電システムの研究に注力している。関連著書、受賞多数。再生可能エネルギー協議会代表なども務める。(写真:北山 宏一)

建築知識

June
2012
No.691

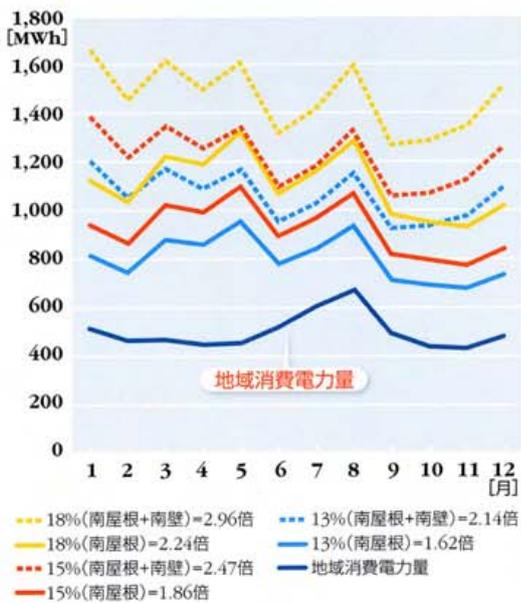
6

木造住宅のコストデザイン

特集 コスト感覚は「差額」でつかめる！

特別付録 DVD・ROM 使えるソフトが大集合！
コストシミュレーションソフト集

図4 ● 「ソーラー住宅コミュニティ」の可能性(戸建住宅)



東京西部にある戸建住宅団地を対象に実施したシミュレーション。すべての住宅の屋根の形状や向きを調べたうえで、南向きの屋根・外壁に太陽光発電システムを設置した場合の発電量を試算。発電効率(%)を3段階に設定して計算したが、全ケースで地域全体の消費電力量(倍)を上回った

※「PVTECシステム実用化委員会 第3章住宅コミュニティケーススタディ」(1995年3月)のデータより、黒川浩助氏が設置場所を南屋根・南壁に限定積算し、変換効率を見直して改定(2012年4月)

う点では、今後は公民館や学校の体育館といった公共施設で、蓄電池や電気自動車などもセットで整備していくべきだと考えています。また、単体の建物をもとより、地域レベルで最低限の電力をまかなえるスマートコミュニティの電力をまかなえるスマートコミュニティの構築も進めていくべきでしょう。個々の建物や地域が自立しつづつ、つながっているというエネルギーネットワークになっていくと思います。

— 今後、太陽光発電自身の技術は、どのように進んでいきますか。

黒川 現在の発電効率は、最も普及している結晶系シリコンの太陽電池で15%です。実験レベルでは25%という数字も出ており、今後さらに上が

ていくでしょう。また、結晶系シリコン以外にも、薄膜のアモルファスや化合物系のCIGSなど、各種の太陽電池の技術開発が進んでいます。

— 太陽光発電という設備に対して、建築設計者には何ができるでしょうか。

黒川 建築部門のエネルギー消費は、住宅用も業務用もまだ増加傾向にあります。太陽光発電はZEB(※2)などの有効な切り札のひとつです。そして、建物も街も、美しくなければいけません。その意味で、設計全体のコーディネートとして、建築設計者の存在は非常に大切です。建築と設備とが協力して、自然環境を生かした美しい街をつくっていくべきだと思います。

OPINION

太陽光発電、漏水の不安は解消できている？

防水機能を第一に考えた屋根でこそ、安心してPVモジュールを搭載できる

普及が一気に加速した住宅の太陽光発電。その一方で、漏水事故を起こしやすいことが弱点となっている。太陽電池モジュール(以下、PVモジュール)の取り付け時に、防水層の貫通部への処理が不適切なことが多いようだ。

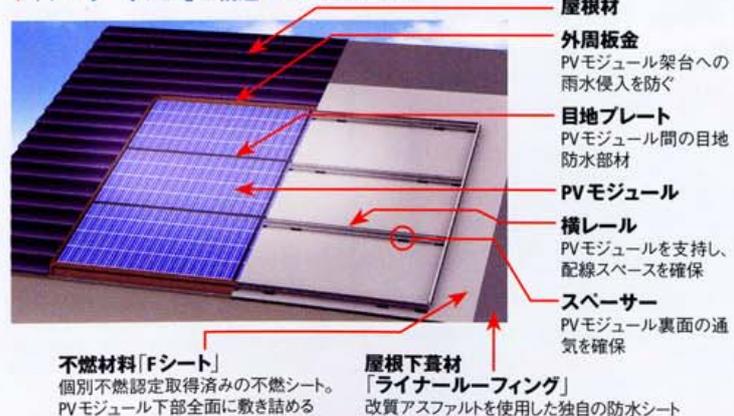
そこで、戸建住宅の屋根・防水分野で90年余の実績を誇る田島応用化工が、新築戸建住宅向けに、屋根材とPVモジュールの一体施工システム「ソーラークロス」を開発した(図)。同工法は、改質アスファルトによる防水シートを使った独自開発の下地の上にPVモジュールを設置し、その周囲に屋根材を葺く屋根一体型タイプと、スレート屋根の上にPVモジュール設置する据え置きタイプの2種類がラインアップされている。防水性能を第一に考えたシステム設計を、屋根・防

水施工の実績をもつ施工者による責任施工とすることで、防水10年保証を確立した。「防水はいわば半製品。施工がしっかりしていなければ、防水性能は確保さ

れません」(同社・堀越隆文氏)。

屋根にとって防水は基本的な機能。防水機能を損なわない屋根づくりで、安心してPVモジュールを搭載したい。

▶「ソーラークロス」の構造(屋根一体型タイプ)



(文=編集部)

※2:ゼロエネルギービルディング

「全体のコーディネートとして 建築設計者の存在が欠かせない」

図3 ● 太陽光発電の基本的な環境価値

1	太陽から地球に吸収され、再び大気圏外へ放射される太陽エネルギーフローを乱さない再生可能エネルギー（地球内部にストックされたエネルギーを開放する化石・原子力資源は大気圏外への再放射増加とストックの減少をもたらす）
2	太陽光発電システム製造等投入エネルギーは、およそ2年間の発電エネルギーで回収可能（独立行政法人産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター発表の資料より）
3	1㎡の太陽光発電システムのCO ₂ 排出抑制効果は100㎡の森林のCO ₂ 吸収効果に匹敵（参考：97頁図2）
4	屋根上、荒地や砂漠など、バイオアクティビティの低いスペースに設置された太陽光発電システムは、エネルギー供給やCO ₂ 吸収のためのバイオキャパシティを消費せず、フットプリントを残さない

太陽光発電には4つの環境価値がある。従来の電力は、化石燃料などの限られた資源を使ううえ、発電時にCO₂を排出する。それに対して、太陽光発電は地球上の資源は消費せず、発電時の環境負荷もない。また、製造時に投資するエネルギーも、CO₂排出抑制効果によって回収できる

生可能エネルギーなのです【図3】。
戸建住宅では消費電力100%の発電もあり得る

国は、2020年までに530万戸、2千800万kWの導入を目指していますが、そもそも太陽光発電で、どのくらいの電力をまかなえるのですか。

黒川 東京23区の総面積の20%は、戸

建住宅の屋根が占めています。その半分が南向きの屋根だとすると、面積は65km²。そこに太陽光発電システムを載せると、総発電電力量はおおよそ110億kWhで、全国で使われる電気の約1%になります。東京都内の戸建住宅だけでも、それほどの発電能力をもっているのです。

住宅分野では今後、太陽光発電は強力な武器になるでしょう。一般的な戸建住宅についていえば、4kWの太陽光発電システムで約8割、3kWでは約7割の電力をまかなえます。将来的に変換効率がさらには上がれば、100%をまかなえることもあり得ます。実際、私たちが、東京都下の大規模な戸建住宅団地を対象に実施したシミュレーションでも、100%以上の電力をまかなえるという結果が出ました。その住宅地にある、すべての南向きの屋根や外壁に太陽光発電システムを設置すると、発電効率を13%と低めに設定しても、住宅地全体の消費電力の1.6倍以上を確保できるのです。つまり、太陽光発電によって自立して電力を調達できる「ソー



P · R · O · F · I · L · E
黒川 浩助（くろかわ・こうすけ）

1942年生まれ。'65年早稲田大学第一理工学部電気工学科卒業、通商産業省工業技術院電子技術総合研究所（現独立行政法人産業技術総合研究所）入所。'74年に通産省工業技術院が立ち上げた「サンシャイン計画」で太陽エネルギーの研究に参画。電子技術総合研究所エネルギー情報技術研究室長を経て、'96年5月東京農工大学工学部教授。'93年早稲田大学から工学博士授与。2004年東京農工大学大学院共生科学技術院生存科学研究拠点教授。'08年より現職。著書に「太陽光発電システム設計ガイドブック」（オーム社）など。世界再生可能エネルギーネットワーク特別賞、PVSEC Awardなどを受賞

ラー住宅コミュニティ」の形成も可能なわけです【図4】。

住宅以外では、メガソーラーのような大規模な太陽光発電施設も注目されています。

黒川 日本には、未利用地や耕作放棄地などがたくさんあります。そうした土地に、大規模な太陽光発電システムを設置していけば、相当量の電力をまかなうことができます。メガソーラーは生産施設なので、工場立地法の対象になっていましたが、徐々に規制が緩和されて、設置しやすくなってきました。今年7月から再生可能エネルギーの全量買取制度のスタートに合わせて規制対象から除外される予定です。

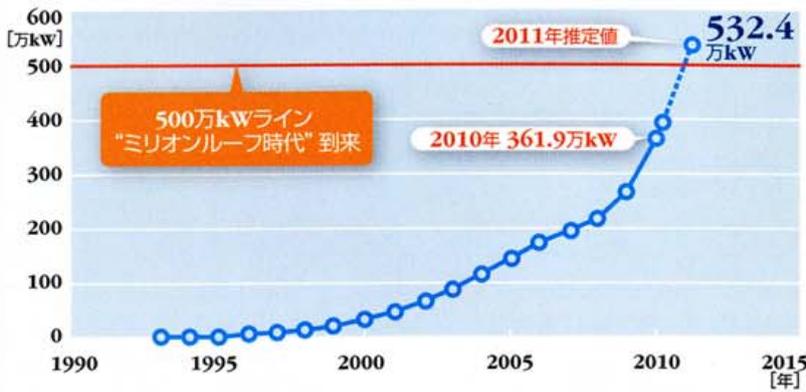
災害時に自立できる
スマートコミュニティも

災害時の自立性という点でも、太陽光発電は注目されています。

黒川 住宅用の太陽光発電システムは自立コンセントが付いているので、停電時でもスイッチを切り替えれば発電できるようになっています。防災とい

図3～4：黒川浩助氏、資料提供による

図1 ● 太陽光発電の累積導入量【※1】



国内の太陽光発電は2009年度から急速に伸び始め、11年度には累積導入量が500万kWを超えた。背景には、導入時の補助金や、余剰電力の買取りなどの各種制度の整備がある。日本の太陽光発電の8割は住宅用。国は、2020年までに530万戸、2800万kWの導入を目指している

図2 ● 太陽光発電の「緑の価値」



1kWの太陽光発電システムを載せると、火力発電による電力を使う場合と比べて、二酸化炭素(CO₂)排出量を年間660g削減できる。太陽光発電パネル1㎡で換算すると年間66kgで、これは森林の年間CO₂吸収量の100倍に相当する

1件の住宅の屋根で3千㎡の森と同じ環境価値
今年7月から、再生可能エネルギーの新しい買取制度が始まります。住宅用太陽光発電の場合、これまでと同

様、1kWh当たり42円で余剰電力を買取る方向で進んでいます。太陽光発電を導入する住宅では、確実にインシヤルコストを回収できますか。
黒川 システムの価格もかなり安く納っており、十分に回収できます。家電量販店などによる工事費込みのいわゆるトップランナー価格は、1kW当たり32万円くらいまで下がってきました。日本の住

住宅の標準規模は、3kWとされていますが、買取りの効果もあって、実際は4kWを超えています。導入に当たって、国の補助金のほか、独自に上乗せ補助金を制度を設けている自治体も多くあります。以前、調べてみたところ、補助制度を設けている自治体は、導入量も多いようです。電力会社による余剰電力の買取価格は、当初は1kWh当たり48円でしたが、昨年度から42円に下がりました。それでも、10年強で回収できる計算です。
太陽光発電システムを導入した住宅では、売電用と買電用の2つの電力メーターを設置します。毎月の伝票も売電と買電の2枚が発行されるので、ど

のくらい売って、どのくらい買っているのか、ひと目で分かります。そうすると、特に主婦は、昼間の売電を増やそうと努力する家庭が多いので、回収の期間を短くする効果があります。
——そもそも太陽光発電は、環境問題を背景に注目されているわけですが、実際のところ、環境面ではどの程度の効果があるのですか。
黒川 発電効率を10%程度と低めに設定しても、石油火力による発電と比べて、1kWh当たり年間660gの二酸化炭素(CO₂)排出抑制効果があります(20年間発電したとして)。太陽光発電パネル1㎡当たりに換算すると、CO₂排出抑

※1: IEA PVPS(国際エネルギー機関・太陽光発電プログラム)による2010年までの累積値に、[2010年度実績値]+[2011年度:第1四半期(4~6月)実績値]-[2011年度:第3四半期(10~12月)実績値]+[2011年度:第4四半期(1~3月)]とした推定値

図1~2: 黒川浩助氏、資料提供による



今後の太陽光発電は「自立」と「つながり」

太陽光発電が普及するにつれ、屋根を「環境装置」として生かす動きが活発化している。今回、ご登場いただくのは、1970年代から太陽エネルギー利用の研究開発に取り組んできた黒川浩助氏。今年7月から、太陽光をはじめとする再生可能エネルギーを利用した電力の新しい買取制度も始まるなど、太陽光発電の行方が、これからの建築や街づくりに影響するのは明らかだ。太陽光発電の現状と、今後の展望について、黒川氏に聞いた。

底説
徹解

屋根

「インタビュー」黒川浩助氏

東京工業大学 ソリューション研究機構 (AES 国際研究センター) 特任教授



——ここ2、3年、太陽光発電システムの導入量が急速に増えています。

黒川 導入時の補助金制度や余剰電力の買取制度などが、2008～'09年度に整備されて、普及の勢いが増えました。太陽光発電システムの累積導入量も、'09年度から急増し始め、'10年度末には360万kWまで伸びました。'11年度末

の確定値はまだ公表されていませんが、予測値をもとに計算すると500万kWを超えることは確実です【図1】。

一気に100万kW以上も導入された'11年度は、2つの意味で節目の年になったと言えるでしょう。1つは、長年、累積導入量の目標だった500万kWを超えたことです。1994年に通商産業省(現

経済産業省)が新エネルギー導入大綱で、2010年までに500万kWの太陽光発電システムを導入する計画を打ち出しました。計画からは1年遅れましたが、その目標は達成されました。一時はあきらめ気分でしたが、計画に携わった私としても、大変うれしい気持ちです。

もう1つは、いよいよ、ミリオンルーフ時代が到来したことです。——ミリオンルーフ時代とは？

黒川 日本の太陽光発電システムの8割は、住宅に設置されていますので、'11年の全累積導入量が500万kW超ならば、住宅だけで400万kW超発電したことになります。住宅1棟当たりの発電能力が4kWとすると、100万棟で計400万kW

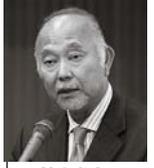
取材・文 = 松浦隆幸 人物撮影 = 大久保恵造

再生可能エネルギー全量固定価格買取制度が7月から実施されることで、自然エネルギーの導入に弾みがつきそうだ。一方で原発事故や原油価格の高騰などから、現代社会における安全なエネルギーの在り方や安定供給の重要性が改めて浮き彫りとなっている。東京工業大学ソリューション研究機構の先進エネルギー国際研究センター(AESセンター)は分散型電源ネットワークとスマート化をキーワードにシンポジウム「エネルギー安全都市が拓く日本の未来」を開催した。その内容を紹介します。

東京工業大学先進エネルギー国際研究センター 第3回シンポジウム エネルギー安全都市が拓く日本の未来

次世代社会システム提案

◎開会挨拶◎



柏木孝夫氏
東京工業大学教授
先進エネルギー国際研究センター長

本シンポジウムでは、エネルギーの観点から都市の安全安心がどうあるべきかについて議論を深めた。まず重要なのは必要量を適切な価格で提供できるエネルギーセキュリティ。原子力に難しい状況にある中で、その実現には社会システムやインフラ構築は不可欠である。本シンポジウムで共に考えたい。

なぜエネルギー安全都市 "Tokyo" を創るのか



猪瀬直樹氏
作家・東京都副知事

電力については、大規模な中電機、大規模な再生可能エネルギーを最大限に上げて、同時に再生可能エネルギーを分散型電源を最大限取り込む。それはICT(情報通信技術)による都市の電力供給のスマート化が必要だ。電気供給のコストを下げ、電気を活用する時代がすぐそこにある。スマートな社会を実現するために社会システムやインフラ構築は不可欠である。本シンポジウムで共に考えたい。

分散型電源ネットワークとスマート化焦点

◎パネル討論◎ エネルギー安全都市の条件と実現への課題 ―安定供給と低炭素化の両立―



荒木康次氏
JX日鉱日石エネルギー常務執行役員



川越祐司氏
NTTフアシリテーズ取締役



三浦千太郎氏
エネルギーアドバイザー代表取締役社長



パネル討論の様子

◎中井 東日本大震災以降、エネルギー・電力の安定供給が都市にとって大きな課題であることが浮き彫りになった。低炭素化という目標を掲げ、どのようにその目標を実現するか、お聞きしたい。

荒木 最も有効なのは分散型電源ネットワークを地域単位で導入し、地域ごとに最適なエネルギーの交換つまり「創る」貯める「運ぶ」という3つの機能を実現することだ。

川越 エネルギー安全都市は災害時の強さが欠かれない。東北福祉大学で行った調査では、被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。

中井 エネルギー安全都市は災害時の強さが欠かれない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。

中井 エネルギー安全都市は災害時の強さが欠かれない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。

中井 エネルギー安全都市は災害時の強さが欠かれない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。

中井 エネルギー安全都市は災害時の強さが欠かれない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。

川越 エネルギー安全都市は災害時の強さが欠かれない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。

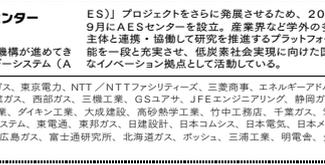
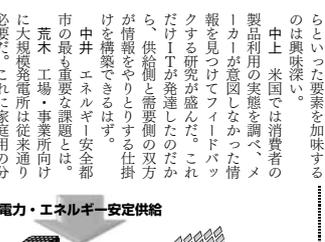
川越 エネルギー安全都市は災害時の強さが欠かれない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。

川越 エネルギー安全都市は災害時の強さが欠かれない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。

川越 エネルギー安全都市は災害時の強さが欠かれない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。

川越 エネルギー安全都市は災害時の強さが欠かれない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。

中井 エネルギー安全都市は災害時の強さが欠かれない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。被災地では電力供給が止まると、生活が成り立たない。



黒川浩助氏
東京工業大学特任教授

