

「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」
事後評価報告書

平成22年3月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

平成22年3月

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 村田 成二 殿

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会 委員長 西村 吉雄

NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、別添のとおり
評価結果について報告します。

目 次

はじめに	1
分科会委員名簿	2
審議経過	3
評価概要	4
研究評価委員会におけるコメント	8
研究評価委員会委員名簿	9
第1章 評価	
1. プロジェクト全体に関する評価結果	1-1
1. 1 総論	
1. 2 各論	
2. 個別テーマに関する評価結果	1-15
2. 1 新太陽電池評価技術の開発	
(1) 太陽電池評価	
(2) 発電量評価	
2. 2 PV 環境技術の開発	
2. 3 標準化支援事業及び IEA 国際協力事業等	
3. 評点結果	1-33
第2章 評価対象プロジェクト	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会における説明資料	2-2
参考資料 1 評価の実施方法	参考資料 1-1
参考資料 2 評価に係る被評価者意見	参考資料 2-1

はじめに

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される研究評価分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」の事後評価報告書であり、第22回研究評価委員会において設置された「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」（事後評価）研究評価分科会において評価報告書案を策定し、第25回研究評価委員会（平成22年3月26日）に諮り、確定されたものである。

平成22年3月
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」

事後評価分科会委員名簿

(平成21年12月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	こばやし ひかる 小林 光	大阪大学 産業科学研究所 教授
分科会長 代理	ななはら としや 七原 俊也	財団法人 電力中央研究所 システム技術研究所 副所長
委員	いっぽ のりひろ 伊坪 徳宏	東京都市大学 環境情報学部 環境情報学科 准教授
	さが たつお 佐賀 達男	シャープ株式会社 ソーラーシステム開発本部 技監
	まつむら みちお 松村 道雄	大阪大学 太陽光エネルギー化学研究センター 教授
	みねもと たかし 峯元 高志	立命館大学 立命館グローバル・イノベーション研究機構 特別招聘准教授
	もちづき みつや 望月 三也	株式会社 ケミトックス 太陽電池・評価事業部 部長

敬称略、五十音順

審議経過

● 第1回 分科会（平成21年12月18日）

公開セッション

1. 開会、分科会の設置、資料の確認
2. 分科会の公開について
3. 評価の実施方法について
4. 評価報告書の構成について
5. プロジェクトの概要説明
6. プロジェクトの詳細説明
7. 全体を通しての質疑

公開セッション

8. まとめ・講評
9. 今後の予定、その他、閉会

● 第25回研究評価委員会（平成22年3月26日）

評価概要

1. 総論

1) 総合評価

太陽電池の評価技術・標準化支援は公共性が高く、NEDOの事業としてふさわしい。標準化支援、種々の調査、国際協力事業については、当初の目標が達成されている。特に、太陽電池セル・モジュール評価技術は複数の世界初、最高水準が得られており、大きな成果と評価できる。国内はもとより海外への市場拡大には、安全性の保証が必要であり、国際的な規格の標準化およびそれに伴う調査の成果は評価できる。さらに、国際協力としてIEA-PVPSタスクグループの積極的な参加は、国際的な情報の入手の手段であり、各種規制、標準化について日本が国際的なリーダーシップをとれる場として非常に評価できる。

ただし、新型太陽電池の評価技術の開発に関しては、残念ながら何も革新的技術は開発されておらず、もう少し、光電デバイス的なアプローチを組み込んでもよかったのではないかと考える。実用化の見通しが立っていない色素増感太陽電池や、有機薄膜太陽電池にまで、大きな予算をかけて評価技術を開発する必要があったのか疑問が残る。評価技術として、より共通性の高い基盤技術の探求に力点を置くべきと考える。

技術開発動向調査は、個々の調査は評価できる内容であるが、事後評価分科会の説明資料にまとめがなく、調査結果の分析、考察が不十分である。調査結果の重要な知見、調査担当者の提言を説明資料として2～3ページにまとめ公開すべきである。

日本の太陽電池業界をけん引する役割を担っているにもかかわらず、評価技術の利用者へのPRや、標準化活動の情報公開が不足しており、事業の成果について、業界さらには国民に研究発表、講演会などの機会を多くすべきである。

2) 今後に対する提言

わが国の技術開発の方向付けについては、欧米と比較して技術開発分野、開発項目、目標等はほぼ同じと考えられるが、その予算配分が大きく異なる。来年度からは新たなNEDO次世代高性能技術開発への組み換えの節目に当るが、この基盤技術研究開発の中で実施された技術動向調査と技術戦略動向の調査結果を踏まえ、今後の技術開発分野の軽重と方向性について有識者、関係者で原点に戻って議論する機会を持ち、我が国の太陽光発電開発における重点の置き方に関する提言など太陽光発電に関する共通基盤として、より高度な太陽光発電開発における戦略を示すような取り組みをすべきである。

種々の太陽電池において、評価は、統一すべきものである。新型太陽電池に関して単なるノウハウを見出すだけであるならば、経費の大幅な削減が妥当である。一方、モジュールの分光感度特性の評価技術等、汎用性の高い技術の開発を主流にしたほうが良い。評価技術については、実施者が電気の専門家に偏っているように感じたため、電子デバイスを熟知した研究者も加えていくとさらに研究の幅が広がっていくように感じた。

研究発表、講演、展示会への出展など普及活動を積極的に行って、事業の公共性をもっと高くし、また活動を通してフィードバックされる情報を収集し、現実に即した、幅の広い事業を行ってほしい。例えば、太陽電池の基準セル・基準モジュールの校正を、大学の研究者・企業に広く利用できるような仕組みを構築したり、太陽電池セル・モジュールの精密測定サービス等の仕組みも充実できれば、性能の値付けが厳格化してきている太陽電池の開発に有益である。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

各種太陽電池のセル・モジュールの評価方法、試験方法、システムの発電量評価の開発は民間企業で行うのは容易でなく公共性が高く、NEDO 事業として極めて妥当な事業と認められる。本研究の成果は規格等を通じて、PV の普及に寄与し、また、国際規格の制定にあたりわが国が主導的な立場を取るためにもきわめて有意義である。また、国際協力事業として、IEA-PVPS タスクグループの積極的な参加は、国際的な情報の入手の手段であり、各種規制、標準化について日本が国際的なリーダーシップをとるために必要である。

ただし、内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向などをこの事業の柱の一つとするなら、測定や試験評価技術の開発と国際貢献事業に偏った事業配分については問題がある。最近のわが国太陽光産業界のシェアダウンを考慮し、もう少し強力な体制で内外の技術・市場動向の調査と分析、その結果としての政策提言にまで注力すべきではないかと考える。本事業では、新型太陽電池の普及を進めるために、その評価方法、試験方法を整備することを目的としているが、色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池については、その目的がほとんど達成されておらず、費用対効果を考えると、この新型太陽電池の評価技術の開発についての予算配分に問題がある。公費の支出に対する関心が強まる中、経費の有効利用と削減を真剣に考えるべきである。

2) 研究開発マネジメントについて

太陽電池の性能評価技術、校正技術、信頼性評価技術、発電量評価技術、国

際貢献や標準化など、過去の技術蓄積をさらに発展させ実用化を目指す方向で今後の太陽電池評価・普及に適した開発目標を設定しており、計画、研究開発体制及び編成された研究チームのメンバーは妥当と考えられる。また、定期的に分科会を開催し事業内容の評価をおこなってきたことは評価できる。

一方、「新型太陽電池性能評価技術」など研究計画（目標）と研究成果の対応が明瞭でない場合が散見された。狙いに即した研究成果を得るようにチーム内での意識合わせを図るとともに、PLAN-DO-SEEのサイクルを徹底する必要があるのではないかと考える。結論として、新型太陽電池の普及を進めるために、その評価方法、試験方法を整備する目的が色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池については、ほとんど達成されておらず、得られた成果を考慮すると、「新型太陽電池の性能評価技術」の設定された目標の一部は、汎用性の高い太陽電池における評価技術開発に重点化すべきであった。

基本事業の期間の単位として4年としているが、その間の見直し回数を多くし、たとえば信頼性評価技術のように実験的な正確性および結論の見通しがなく、活用価値の希少な事業を見直すあるいは、打ち切ることが必要であった。

本事業と、日本の太陽電池の世界シェアの大幅に低減した時期がほぼ並行して進んだこともあり、NEDOは、急激な情勢変化に充分に対応できていない。

そのような危機に対応する体制づくりに貢献することも検討すべきであった。

3) 研究開発成果について

新型太陽電池の普及を進めるために、その評価方法、試験方法を整備する目的以外は、当初の目的を達成している。太陽電池の性能評価技術、校正技術、信頼性評価技術、発電量評価技術や、国際貢献や標準化など、多岐にわたる項目に関しての成果を得ており、ほぼ目標をクリアしていると考えられる。開発した性能評価技術の中には世界初、最高レベルの技術も含まれており、今後の市場創造に繋がる技術と考える。知財権、標準化、成果の普及のための論文発表等のレベルも評価できる。IEC規格のJIS化は、国際評価手順との整合性を図る上で効果的な内容である。また、再現性のある校正技術は日本の技術のアピールと、日本に優位な体制を整える要素となる。国内はもとより海外への市場拡大には、安全性の保証が必要であり、国際的な規格の標準化およびそれに伴う調査の成果は評価できる。さらに、国際協力としてIEA-PVPSタスクグループの積極的な参加は、国際的な情報の入手の手段であり、各種規制、標準化について日本が国際的なリーダーシップをとれる場として非常に評価できる。

ただし、新型太陽電池の評価技術では革新的なものは開発されなかった。評価の際の単なるノウハウ、注意事項を見出した程度に終始したのみであり、高い自己評価としているのであれば、NEDOとしては、その成果を普及させるこ

とが重要であり、もっと具体的な成果の終末や利用方法について示すべきである。種々の情報収集に関して、経費の節減ができたものと思われる場合が多々ある。経費の有効利用と削減を真剣に考えるべきである。

4) 実用化の見通しについて

新太陽電池評価技術開発、P V環境技術開発、標準化支援の成果は実際に利用される内容である。特に、今回開発された太陽電池モジュールの分光感度特性測定装置は、この事業中や将来の標準化活動を通して、公共に利用されるはずである。太陽電池評価、発電電力量評価の中で、開発された評価技術は、国内・国際標準に反映すべく努力を進めており、一部はその中に反映されてきており、今後、関連分野への波及効果、人材育成の促進の波及効果も期待できる。

ただし、新型太陽電池の評価技術に関しては、ほとんど新規技術の開発成果がなく、新たな評価技術としての波及効果は期待できない。発電量評価については実用化について、まだ課題が残されており継続して改善の対応を続けて頂きたい。信頼性評価技術については、実験的な正確性および結論の見通しがなく、事業の見直し、あるいは、打ち切ることが必要と考える。LCA 評価については、開発した成果の実用化戦略が明確ではない。実用化に向けた検討として、開発したツールを生産メーカーに利用させ、その利用性について検証することが重要である。

尚、認証機関等により PV 評価方法を確立した後、公共的に利用できるようにされていないように見受けられる。できるだけ公平に利用できるようにシステムを確立し、広報活動などを通して一般にアナウンスされることを期待する。

研究評価委員会におけるコメント

第25回研究評価委員会（平成22年3月26日開催）に諮り、了承された。
研究評価委員会から以下のコメントが出された。

太陽光発電システム共通基盤技術研究開発（事後評価）

- 太陽電池は、長期に渡ってその性能、信頼性を維持することが競争力の強化につながると考えられることから、この視点での技術、評価・計測技術の開発を行い、標準化につなげることで、日本の産業競争力の強化につながる。

研究評価委員会

委員名簿（敬称略、五十音順）

職 位	氏 名	所 属、役 職
委員長	西村 吉雄	学校法人早稲田大学大学院 政治学研究科 (科学技術ジャーナリスト養成プログラム) 客員教授
委員長 代理	吉原 一紘	オミクロンテクノロジージャパン株式会社 最高顧問
委員	安宅 龍明	オリンパス株式会社 新規中核事業企画本部 ヘルスケア事業開発部 企画グループ コーディネーター
	伊東 弘一	学校法人早稲田大学 理工学術院総合研究所 客員教授（専任）
	稲葉 陽二	日本大学 法学部 教授
	大西 優	株式会社カネカ 顧問
	尾形 仁士	三菱電機エンジニアリング株式会社 取締役社長
	小林 直人	学校法人早稲田大学 研究戦略センター 教授
	小柳 光正	国立大学法人東北大学大学院 工学研究科 バイオリボティクス専攻 教授
	佐久間一郎	国立大学法人東京大学大学院 工学系研究科 精密機械工学 精密機械工学専攻 教授
	菅野 純夫	国立大学法人東京大学大学院 新領域創成科学研究科 メディカルゲノム専攻 教授
	富田 房男	放送大学 北海道学習センター 所長
	架谷 昌信	愛知工業大学 工学機械学科 教授・総合技術研究所所長
宮島 篤	国立大学法人東京大学 分子細胞生物学研究所 教授	

第 1 章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の「○」「●」「・」が付された箇条書きは、評価委員のコメントを原文のまま、参考として掲載したものである。

1. プロジェクト全体に関する評価結果

1. 1 総論

1) 総合評価

太陽電池の評価技術・標準化支援は公共性が高く、NEDOの事業としてふさわしい。標準化支援、種々の調査、国際協力事業については、当初の目標が達成されている。特に、太陽電池セル・モジュール評価技術は複数の世界初、最高水準が得られており、大きな成果と評価できる。国内はもとより海外への市場拡大には、安全性の保証が必要であり、国際的な規格の標準化およびそれに伴う調査の成果は評価できる。さらに、国際協力としてIEA-PVPSタスクグループの積極的な参加は、国際的な情報の入手の手段であり、各種規制、標準化について日本が国際的なリーダーシップをとれる場として非常に評価できる。

ただし、新型太陽電池の評価技術の開発に関しては、残念ながら何も革新的技術は開発されておらず、もう少し、光電デバイス的なアプローチを組み込んでもよかったのではないかと考える。実用化の見通しが立っていない色素増感太陽電池や、有機薄膜太陽電池にまで、大きな予算をかけて評価技術を開発する必要があったのか疑問が残る。評価技術として、より共通性の高い基盤技術の探求に力点を置くべきと考える。

技術開発動向調査は、個々の調査は評価できる内容であるが、事後評価分科会の説明資料にまとめがなく、調査結果の分析、考察が不十分である。調査結果の重要な知見、調査担当者の提言を説明資料として2～3ページにまとめ公開すべきである。

日本の太陽電池業界をけん引する役割を担っているにもかかわらず、評価技術の利用者へのPRや、標準化活動の情報公開が不足しており、事業の成果について、業界さらには国民に研究発表、講演会などの機会を多くすべきである。

〈肯定的意見〉

- 標準化支援、種々の調査、国際協力事業については、当初の目標が達成されている。新型太陽電池の評価技術の開発に関しては、モジュールの分光感度特性観測法の開発法は新型太陽電池評価技術といえないものの、汎用性が高い技術が開発されていることは、評価できる。
- 電池性能評価技術の開発、発電電力量計算方式の開発、分光日射やPVの実運転性能などに関するデータベースの整備、暴露試験結果などについて、地道な研究成果を積み上げ、実務的に重要・貴重な種々の結果を得た。
- 各種測定評価と標準化に関する共通基盤技術開発は、産業基盤あるいは開発基盤として不可欠であり、この技術開発の事業位置づけ、必要性、研究マネジメント、研究開発成果、実用化の見通し等の観点から総合的に判断して、

その目的、初期目標をクリアできていると評価できる。特に、太陽電池セル・モジュール評価技術は複数の世界初、最高水準が得られており、大きな成果と評価できる。

- 太陽光発電の大規模普及のために、個別の太陽電池開発と共に共通基盤技術開発が重要であり、その研究開発が進められたことは評価される。
- 太陽電池の評価技術・標準化支援は公共性が高く、NEDOの事業としてふさわしい。得られた成果は目標を達成しており、かつ国際的な活動も活発であり、世界に日本のプレゼンスを示す重要な結果が得られている。実施者の研究レベルが非常に高いものであると感じた。
- 今後の日本の経済発展に新エネルギー産業への期待があり、とりわけ太陽電池産業が担う役割は大きく、各国市場獲得競争を行っているなかで、日本の技術力を効果的に発揮していくためには、日本国内で統一された目標を持って、一致団結した事業展開が必要であると考え。そのけん引役としてのNEDOの活動に期待するところが大きく、太陽光発電ロードマップで政府の目標を提示していること、そのロードマップがわかり易く、業界に浸透していることは非常に評価できる。また国内はもとより海外への市場拡大には、安全性の保証が必要であり、国際的な規格の標準化およびそれに伴う調査の成果は評価できる。さらに、国際協力、アピールとしてIEA-PVPSタスクグループの積極的な参加は、国際的な情報の入手の手段であり、また日本が国際的なリーダーシップをとれる場として非常に評価できる。

〈問題点・改善すべき点〉

- 新型太陽電池の評価技術の開発に関しては、残念ながら何も革新的技術は開発されていない。電圧を固定する方法等、自明な手法のみの開発にとどまっている。
- 所期の研究目的と研究成果の対応の明確でない場合が散見されることを考えると、PLAN-DO-SEEのサイクルをもう少し徹底する必要がある。
- 技術開発動向調査は、詳細な報告書にまとめられ、個々の調査は評価できる内容であるが、事後評価分科会の説明資料にまとめがないことから見ても、調査結果の分析、考察が不十分で、宝の持ち腐れになる恐れがある。調査結果の重要な知見、調査担当者の提言を説明資料として2～3ページにまとめ公開すべきである。
- 評価技術として「新型太陽電池」に重点を置いた目標が設定されたことに、疑問が感じられる。特に、ヒアリングにおいて、実用化の見通しが立っていない色素増感太陽電池のケースが多用された点に、そのことを強く感じられた。より共通性の高い基盤技術の探求がなされるべきではなかったか

- 結果は優れたものであるが、結果に対する考察（メカニズムの解明）などに少し不十分な点を感じた。
- 日本の太陽電池業界をけん引する役割を担っているにもかかわらず、新エネルギーの研究の不足、評価技術の利用不足、標準化の普及不足などが見受けられる。事業自体の内容も重要であるが、事業の成果を業界さらには国民に発表する機会を多くすべきである。研究発表、講演などの回数が少なすぎる。また、集計最終年の平成 21 年の件数が少なすぎる。

〈その他の意見〉

- 目標が達成されている事項についても、経費節減が可能のように思える。実用化がされていない色素増感太陽電池にまで、大きな予算をかけて評価技術を開発する必要があるかは疑問である。
- 事業原簿の記述内容に、章節でトーンの不揃いが見られるとともに、文章的に練れていない表現が散見されたことは残念であった。成果報告書については配慮をお願いできたらと思います。

2) 今後に対する提言

わが国の技術開発の方向付けについては、欧米と比較して技術開発分野、開発項目、目標等はほぼ同じと考えられるが、その予算配分が大きく異なる。来年度からは新たな NEDO 次世代高性能技術開発への組み換えの節目に当るが、この基盤技術研究開発の中で実施された技術動向調査と技術戦略動向の調査結果を踏まえ、今後の技術開発分野の軽重と方向性について有識者、関係者で原点に戻って議論する機会を持ち、我が国の太陽光発電開発における重点の置き方に関する提言など太陽光発電に関する共通基盤として、より高度な太陽光発電開発における戦略を示すような取り組みをすべきである。

種々の太陽電池において、評価は、統一すべきものである。新型太陽電池に関して単なるノウハウを見出すだけであるならば、経費の大幅な削減が妥当である。一方、モジュールの分光感度特性の評価技術等、汎用性の高い技術の開発を主流にしたほうが良い。評価技術については、実施者が電気の専門家に偏っているように感じたため、電子デバイスを熟知した研究者も加えていくとさらに研究の幅が広がっていくように感じた。

研究発表、講演、展示会への出展など普及活動を積極的に行って、事業の公共性をもっと高くし、また活動を通してフィードバックされる情報を収集し、現実に即した、幅の広い事業を行ってほしい。例えば、太陽電池の基準セル・基準モジュールの校正を、大学の研究者・企業に広く利用できるような仕組みを構築したり、太陽電池セル・モジュールの精密測定サービス等の仕組みも充実できれば、性能の値付けが厳格化してきている太陽電池の開発に有益である。

〈今後に対する提言〉

- そもそも新型太陽電池の評価技術を開発する必要があるかも疑問である。評価は種々の太陽電池において統一すべきものである。新型太陽電池に関して単なるノウハウを見出すだけであるならば、経費の大幅な削減が妥当である。一方、モジュールの分光感度特性の評価技術等、汎用性の高い技術の開発を主流にしたほうが良い。
- 標準化支援や国際協力事業は目に見える革新的な成果は期待できないが、長く継続することに意義がある。これらの事業に関しても、経費の有効利用が必要である。
- PV の大量導入が予想されている中、太陽電池（新型電池を含む）の信頼性評価などの研究については加速が必要ではないか
- 今後の研究実施にあたっては、研究計画に沿った研究を主流として実施するよう PLAN-DO-SEE のサイクルをもう少し徹底する必要があると考える。
- わが国の技術開発の方向付けについては、欧米と比較して技術開発分野、項

目、目標等はほぼ同じと考えられるが、その予算配分が大きく異なる。来年度からは新たな NEDO 次世代高性能技術開発への組み換えの節目に当るが、この基盤技術研究開発の中で実施された技術動向調査と技術戦略動向の調査結果を踏まえ、今後の技術開発分野の軽重と方向性について有識者、関係者で原点に戻って議論する機会を持つ必要がある。

- 太陽光発電に関する共通基盤として、より高度な太陽光発電開発における戦略を示すような取り組みをすべきではないか。我が国の太陽光発電開発における重点の置き方に関する提言など。
- 積み重ね・継続が重要な事業であり、今後もこういった事業を続けていく必要があると感じた。ただ、実施者が電気の専門家に偏っているように感じたため、電子デバイスを熟知した研究者も加えていくとさらに研究の幅が広がっていくように感じた。
- 新たな評価技術（太陽電池の発光評価技術等）も積極的に取り入れていくと（結果の解釈が難しいかもしれないが）面白い結果が得られるのではないかと感じた。
- 研究発表、講演、展示会への出展など普及活動を積極的に行って、事業の公共性をもっと高くし、また活動を通してフィードバックされる情報を収集し、現実に即した、幅の広い事業を行ってほしい。

〈その他の意見〉

- 太陽電池の基準セル・基準モジュールの校正を、大学の研究者・企業に広く利用できるような仕組みを作っただけだと、性能の値付けが厳格化してきている太陽電池の開発に有益であると思う。
- また、開発した太陽電池セル・モジュールの精密測定サービス等の仕組みも充実できれば、とても有益であると思う。

1. 2 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

各種太陽電池のセル・モジュールの評価方法、試験方法、システムの発電量評価の開発は民間企業で行うのは容易でなく公共性が高く、NEDO 事業として極めて妥当な事業と認められる。本研究の成果は規格等を通じて、PV の普及に寄与し、また、国際規格の制定にあたりわが国が主導的な立場を取るためにもきわめて有意義である。また、国際協力事業として、IEA-PVPS タスクグループの積極的な参加は、国際的な情報の入手の手段であり、各種規制、標準化について日本が国際的なリーダーシップをとるために必要である。

ただし、内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向などをこの事業の柱の一つとするなら、測定や試験評価技術の開発と国際貢献事業に偏った事業配分については問題がある。最近のわが国太陽光産業界のシェアダウンを考慮し、もう少し強力な体制で内外の技術・市場動向の調査と分析、その結果としての政策提言にまで注力すべきではないかと考える。本事業では、新型太陽電池の普及を進めるために、その評価方法、試験方法を整備することを目的としているが、色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池については、その目的がほとんど達成されておらず、費用対効果を考えると、この新型太陽電池の評価技術の開発についての予算配分に問題がある。公費の支出に対する関心が強まる中、経費の有効利用と削減を真剣に考えるべきである。

〈肯定的意見〉

- 標準化支援や国際協力事業、発電量評価技術は、一企業が行うべきものではなく、NEDO のような公共機関が行うことは妥当である。太陽電池評価技術も、各社がそれぞれ異なった方法を開発するものではなく、NEDO による支援は妥当である。
- 本研究の成果は規格等を通じ PV の普及に寄与すると考えられる。またその成果は、国際規格の制定にあたりわが国が主導的な立場を取るためにもきわめて有意義である。
- 各種太陽電池セル・モジュールの評価方法、試験方法、システムの発電量評価の開発は民間企業で行うのは容易でなく公共性が高いことより、NEDO 事業として極めて妥当な事業と認められる。事業目的も、内外の各種動向を把握し、わが国の技術開発力、産業の国際競争力を強化する方向を目指し、妥当な内容と認められる。
- 新エネルギーに関する技術開発として、民間企業、大学等で扱うことのできない課題を取り上げている点は評価できる。得られた成果は、そのための一

定の貢献をしている。

- 評価・標準化に関するものであり公共性が広く確保される必要のある事業であるため中立性を有する NEDO が推進すべき事業である。また、評価技術・標準化は新エネルギー技術開発を目的とする 3 プログラムを支える事業であることから、3 プログラムの達成に必要不可欠である。
- 事業目的については、CIS 系太陽電池や発電量定格、LCA など、現在各国で議論されている課題について網羅されており、妥当である。これらは太陽電池の普及に不可欠であり、かつ、公共性（もしくは認識の共有）が必要な課題である。
- 今後の日本の経済発展に新エネルギー産業への期待があり、とりわけ太陽電池産業が担う役割は大きく、各国市場獲得競争を行っているなかで、日本の技術力を効果的に発揮していくためには、日本国内で統一された目標を持って、一致団結した事業展開が必要であると考え。そのけん引役としての NEDO の活動に期待するところが大きく、太陽光発電ロードマップで政府の目標を提示していること、そのロードマップがわかり易く、業界に浸透していることは非常に評価できる。また国内はもとより海外への市場拡大には、安全性の保証が必要であり、国際的な規格の標準化およびそれに伴う調査の成果は評価できる。さらに、国際協力、アピールとして IEA-PVPS タスクグループの積極的な参加は、国際的な情報の入手の手段であり、また日本が国際的なリーダーシップをとれる場として非常に評価できる。

〈問題点・改善すべき点〉

- 特に、新型太陽電池の評価技術の開発について予算配分に問題がある。他の事業も、経費の有効利用と削減を真剣に考えるべきである。
- 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向などをこの事業の柱の一つとするなら、測定や試験評価技術の開発と国際貢献事業に偏った事業配分については問題がある。最近のわが国太陽光産業界のシェアダウンを考慮し、もう少し強力な体制で内外の技術・市場動向の調査と分析、その結果としての政策提言にまで注力すべきではないかと考える。
- 公費の支出に対する関心が強まる中、予算使途に関する説明がより詳しくあるべきである。
- 新型太陽電池の普及を進めるために、その評価方法、試験方法を整備することを目的としているが、その目的がほとんど達成されていない。今後、日本の高度な技術を活かせる可能性の大きい新型太陽電池の評価、試験技術に重点を置き、技術開発の後押しを行ってほしい。対応が遅すぎる感が否めない。

基本事業の期間の単位として4年としているが、その間の見直し回数を多くし、たとえば信頼性評価技術のように実験的な正確性および結論の見通しがなく、活用価値の希少な事業を見直すことが必要であると考え。思い切って打ち切ることも必要であったと考える。

〈その他の意見〉

- 太陽光発電に関する共通基盤として、より高度な太陽光発電開発における戦略を示すような取り組みをすべきではないか。現在、新エネルギーに関する技術開発に関して、そのような役割を果たしているところがなく、明確な戦略がないままに、各種のプログラムが個別に進められている感がある。

2) 研究開発マネジメントについて

太陽電池の性能評価技術、校正技術、信頼性評価技術、発電量評価技術、国際貢献や標準化など、過去の技術蓄積をさらに発展させ実用化を目指す方向で今後の太陽電池評価・普及に適した開発目標を設定しており、計画、研究開発体制及び編成された研究チームのメンバーは妥当と考えられる。また、定期的に分科会を開催し事業内容の評価をおこなってきたことは評価できる。

一方、「新型太陽電池性能評価技術」など研究計画（目標）と研究成果の対応が明瞭でない場合が散見された。狙いに即した研究成果を得るようにチーム内での意識合わせを図るとともに、PLAN-DO-SEEのサイクルを徹底する必要があるのではないかと考える。結論として、新型太陽電池の普及を進めるために、その評価方法、試験方法を整備する目的が色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池については、ほとんど達成されておらず、得られた成果を考慮すると、「新型太陽電池の性能評価技術」の設定された目標の一部は、汎用性の高い太陽電池における評価技術開発に重点化すべきであった。

基本事業の期間の単位として4年としているが、その間の見直し回数を多くし、たとえば信頼性評価技術のように実験的な正確性および結論の見通しがなく、活用価値の希少な事業を見直すあるいは、打ち切ることが必要であった。

本事業と、日本の太陽電池の世界シェアの大幅に低減した時期がほぼ並行して進んだこともあり、NEDOは、急激な情勢変化に充分に対応できていない。そのような危機に対応する体制づくりに貢献することも検討すべきであった。

〈肯定的意見〉

- 編成された研究チームのメンバーは妥当であると思える。テーマ設定では、太陽電池の評価技術の開発、発電量評価技術の開発、標準化支援事業、国際協力事業と、一企業では行えない公共性の高いテーマが設定されている。
- 太陽電池から気象に及ぶ幅広いテーマについて、各分野の専門家を結集し研究を実施した。
- 太陽電池の性能評価技術、校正技術、信頼性評価技術、発電量評価技術、国際貢献や標準化など、過去の技術蓄積をさらに発展させ実用化を目指す方向であり、計画および研究開発体制については妥当と考えられる。
- 共通基盤技術に係る多くの目標が扱われ成果を得ていることは評価できる。
- 発電量定格のフレーム作成、太陽光スペクトルのモデリングなど、世界に先駆けた研究であり、かつ今後の太陽電池評価・普及に適した開発目標を設定しており、日本がリーダーシップをとるという点で戦略的な目標であると言える。
- 研究開発実施の事業体制については、国際会議に定期的に参加している評価

委員が知るかぎり、世界的にみてもトップクラスの研究者が従事しているといえる。

- 定期的に分科会を開催し、定期的に事業内容の評価システムをとっていることは非常によい。

〈問題点・改善すべき点〉

- 設定された目標の一部は（新型太陽電池の評価技術の開発）は汎用性の高い太陽電池に重点を置いたほうが良かったのではないかと思われる。
- 「新型太陽電池の性能評価」など研究計画（目標）と研究成果の対応が明瞭でない場合が散見された。実施にあたっては、狙いに即した研究成果を得るようにチーム内での意識合わせを図るとともに、PLAN-DO-SEE のサイクルをもう少し徹底する必要があったのではと考える（なお個人的には、byproducts も立派な研究成果と考えている）。
- 昨今の太陽電池産業界の情勢の大きな変化について、この事業が情勢変化の時期とほぼ並行して進んだこともあり、急激な情勢変化に充分に対応できていない問題があると考えられる。
- 全体のバランス、重点項目の設定等に関してはもう少し工夫があつてよかつたのではないか。
- もっと詳細でかつ簡潔な資料の提示の希望はあるが、標準化支援事業および IEA-PVPS 国際協力事業等に係る予算の比率をもっと大きくすべきであると考え。性能評価などは企業が積極的に行う部分でもあるが、日本が国として世界の太陽電池産業のけん引役となるためには、IEA-PVPS の積極的な参加および支援、安全性評価基準の妥当性の調査など、公的機関ならではの事業に力を注いでほしい。日本が世界のリーダーシップをとることが、日本企業の発展にもつながると考える。参加機関については、もう少し一般企業が加わった方が、時代に則した評価が行えたと思う。また、予算について、その使用項目の詳細が必要である。

〈その他の意見〉

- 日本の太陽電池シェアが大幅に低減した時期に研究開発期間が一致しており、NEDO としてはそのような危機に対応できる体制作りにも貢献することも検討すべきであったと思われる。

3) 研究開発成果について

新型太陽電池の普及を進めるために、その評価方法、試験方法を整備する目的以外は、当初の目的を達成している。太陽電池の性能評価技術、校正技術、信頼性評価技術、発電量評価技術や、国際貢献や標準化など、多岐にわたる項目に関しての成果を得ており、ほぼ目標をクリアしていると考える。開発した性能評価技術の中には世界初、最高レベルの技術も含まれており、今後の市場創造に繋がる技術と考える。知財権、標準化、成果の普及のための論文発表等のレベルも評価できる。IEC規格のJIS化は、国際評価手順との整合性を図る上で効果的な内容である。また、再現性のある校正技術は日本の技術のアピールと、日本に優位な体制を整える要素となる。国内はもとより海外への市場拡大には、安全性の保証が必要であり、国際的な規格の標準化およびそれに伴う調査の成果は評価できる。さらに、国際協力としてIEA-PVPSタスクグループの積極的な参加は、国際的な情報の入手の手段であり、各種規制、標準化について日本が国際的なリーダーシップをとれる場として非常に評価できる。

ただし、新型太陽電池の評価技術では革新的なものは開発されなかった。評価の際の単なるノウハウ、注意事項を見出した程度に終始したのみであり、高い自己評価としているのであれば、NEDOとしては、その成果を普及させることが重要であり、もっと具体的な成果の終末や利用方法について示すべきである。種々の情報収集に関して、経費の節減ができたものと思われる場合が多々ある。経費の有効利用と削減を真剣に考えるべきである。

〈肯定的意見〉

- 新型太陽電池評価技術以外は、当初の目的を達成されている。新型太陽電池の研究開発事項では、太陽電池モジュールの分光感度測定装置の開発は新型太陽電池用とは言い難いが、汎用性のある装置開発が行われており、評価できる。
- 太陽電池モジュールの分光感度特性、可変条件性能の高精度測定のため、高度な技術を開発した。
- 発電電力量計算方式を開発し、その精度を実証した。
- 分光日射量測定、太陽電池の暴露試験などから貴重な実測データを蓄積した。
- 太陽電池の性能評価技術、校正技術、信頼性評価技術、発電量評価技術など、国際貢献や標準化などは、ほぼ成果目標をクリアしていると考える。性能評価技術などに世界初、最高レベルが複数点あり、新型太陽電池の評価技術や発電量評価技術などは今後の市場創造に繋がる技術と考える。知財権、標準化、成果の普及のための論文発表等のレベルも評価できる。
- 多岐にわたる項目に関しての成果を得ていることは評価できる。

- 全体として目標が達成されており、かつ世界に先駆けた成果が含まれるため、評価できる。また、前倒しで目標を達成した事業もあり、効率的な研究開発として評価できる。
- 高度な校正技術確立については、さらに今後の発展の可能性を秘めており、期待される。

〈問題点・改善すべき点〉

- 新型太陽電池の評価技術で革新的なものは開発されなかった。評価の際の単なる注意事項を見出した程度である。
- 種々の情報収集に関して、経費の節減ができたものと思われる場合が多々ある。
- 発電量評価、フィールドにおける実施運転、耐久性などは、さらに研究項目を連携させて進めてもよかったのではないか。
- 前倒しで目標を達成した事業がある。当初の目標設定の根拠に疑問が残る。こういった方針で目標を設定したのかを明確にすべきである。

〈その他の意見〉

- 評価用資料には、「新型であるために従来の手法でできない点は何か」、「それに向けて何を開発したのか」と「その結果として、満足する手法が得られたのか、得られなかったのか」を明記して頂くと分かりやすかった。
- 発電量評価、フィールドにおける実施運転、耐久性などの評価は、民間企業に主要部をゆだねてもよいのではないか。
- 新型太陽電池性能評価技術について高い自己評価となっているが、国民に有益となる事業を行うことが使命の NEDO としては、その成果を普及させることが重要であり、もっと具体的な成果の終末や利用方法について示すべきである。

4) 実用化の見通しについて

新太陽電池評価技術開発、P V 環境技術開発、標準化支援の成果は実際に利用される内容である。特に、今回開発された太陽電池モジュールの分光感度特性測定装置は、この事業中や将来の標準化活動を通して、公共に利用されるはずである。太陽電池評価、発電電力量評価の中で、開発された評価技術は、国内・国際標準に反映すべく努力を進めており、一部はその中に反映されてきており、今後、関連分野への波及効果、人材育成の促進の波及効果も期待できる。

ただし、新型太陽電池の評価技術に関しては、ほとんど新規技術の開発成果がなく、新たな評価技術としての波及効果は期待できない。発電量評価については実用化について、まだ課題が残されており継続して改善の対応を続けて頂きたい。信頼性評価技術については、実験的な正確性および結論の見通しがなく、事業の見直し、あるいは、打ち切ることが必要と考える。LCA 評価については、開発した成果の実用化戦略が明確ではない。実用化に向けた検討として、開発したツールを生産メーカーに利用させ、その利用性について検証することが重要である。

尚、認証機関等により PV 評価方法を確立した後、公共的に利用できるようにされていないように見受けられる。できるだけ公平に利用できるようにシステムを確立し、広報活動などを通して一般にアナウンスされることを期待する。

〈肯定的意見〉

- 太陽電池モジュールの分光感度特性測定装置は、波及効果が期待できる。発電量評価技術も標準化がうまくなされれば、波及効果が期待できる。
- 太陽電池評価、発電電力量評価については、国内・国際標準に反映すべく努力を進めており、一部はその中に反映されてきている。
- 新太陽電池評価技術開発、PV 環境技術開発、標準化支援の成果は実際に利用される内容である。特に、今回開発された太陽電池評価技術は AIST の測定装置インフラとして、またこの事業中や将来の標準化活動を通して、公共に利用されるはずである。国際規格化、標準の整備に向けた見通しも得られており、関連分野への波及効果、人材育成の促進の波及効果も期待できる。
- 評価技術に関する JIS 規格等における採用は、評価できる。
- ツールの開発・公開・標準化支援など、太陽電池の実用化に貢献できると考えられるので、成果の実用化可能性は高いといえる。
- 日本が世界でのプレゼンスを確立するために必要な成果であり、評価できる。
- IEC 規格の JIS 化は、国際評価手順との整合性を図る上で効果的な内容である。また、再現性のある校正技術は日本の技術のアピールと、日本に優位な体制を整える要素となり得、評価される。

〈問題点・改善すべき点〉

- 新型太陽電池の評価技術に関しては、ほとんど開発成果がなく、したがって波及効果は期待できない。
- LCA 評価については、開発した成果の実用化戦略（出口戦略）が明確ではない。
- 限定された個別の問題を扱っている感があり、全体的には大きな波及効果は期待できないように思われる。
- 標準化技術が効率よく、有効的に利用されていないように思われる。認証機関等により PV 評価方法に使えるようにした後、公共的に利用できるようにされていないように見受けられる。できるだけ公平に利用できるようにシステムを確立し、広報活動などを通して一般にアナウンスされることを期待する。

〈その他の意見〉

- セルの状態で分光感度特性やライフタイムを簡単に測定できる装置は既存にあり、開発された太陽電池モジュール用の分光感度測定装置の低コスト化が行われなければ波及しないと思われる。
- 発電量評価については実用化について、まだ課題が残されており継続して改善の対応を続けて頂きたい。AIST 測定施設について、測定時間の短縮などサービス向上も考慮して体制の充実を図ってほしい。

2. 個別テーマに関する評価結果

2. 1 新太陽電池評価技術の開発

①太陽電池評価技術

1) 成果に関する評価

新型太陽電池高精度評価技術から校正技術、信頼性評価技術まで、普及に必要な項目が網羅されており、太陽電池モジュールの分光特性を測定できる装置を開発し、高精度性能評価が可能になった意義は大きい。基準セルの校正技術については一次標準セル校正技術として不確かさ 1%以内を実現、二次基準モジュール校正技術の再現性 0.5%以内を達成したことは評価できる。これらの成果は、世界最高レベルであり日本の技術レベルの高さを実証する結果である。

ただし、新型太陽電池に対応する基本的な評価手法を開発することが本研究開発の主目的と考えられるにもかかわらず、新型太陽電池の評価方法については、革新的な技術の開発は見受けられない。例えば色素増感太陽電池でバイアス電圧を固定して電流の時間変化を測定する方法や、CIGS 太陽電池でスweep時間と方向に I-V 特性が依存すること等は、予算に見合った成果ではない。

信頼性評価技術では、もっと具体的な基準を求める努力がほしい。実際に屋外暴露 2 年でディラミネーションが観察されたモジュールに対して、2 年に相当する加速試験条件を確立したとの結論となり意味があるのか不明である。また、結論を急ぐあまり、実験プロセスに信頼を欠く箇所が散見される。例えば紫外線の影響については推論からのみ結論を得ているし、等価回路パラメータ度数分布の調査では、統計的判断を導くには度数が少なすぎる。

〈肯定的意見〉

- 太陽電池モジュールで分光特性を測定できる装置の開発は、新型太陽電池の評価技術とは言いにくいですが、汎用性があり評価できる。
- 太陽電池モジュールの性能評価技術、基準セルの校正技術については、レベルの高い成果を得ることができた。また NEDO 開発品の変換効率認証も、重要な活動として評価できる。
- 課題が多少残されているが、新型太陽電池と太陽電池モジュールの高精度性能評価が可能になった意義は大きい。資料に示されているように世界トップレベルの測定技術が達成されており目標を大幅クリアと認められる。
- 高いレベルの評価装置を完成させた点は評価できる。
- 新型太陽電池高精度評価技術から校正技術、信頼性評価技術まで、普及に必要な項目が網羅されており、評価できる。成果は、世界初・世界最高レベルであり日本の技術レベルの高さを実証する結果である。こういった取り組みは、世界最高レベルの太陽電池製造技術を有する日本が、世界最高レベルの

評価技術でその性能・信頼性を実証する上で必須であり、今後も引き続き取り組んでいく必要があると感じた。

- 太陽電池製造メーカーが各国でどんどん誕生しており、変換効率をアピールして販売をしている。しかし、信頼性についてアピールしているものは、私の知る限りではない。日本の技術は高く、信頼性も高いはずであるので、寿命のうちに発電する電力量をアピールするためにも、今回示された信頼性のデータは重要であると感じた。
- 一次標準セル校正技術として不確かさ 1%以内を実現、二次基準モジュール校正技術の再現性 0.5%以内を達成したことは評価できる。その校正技術を実践で活用できるように支援を期待したい。

〈問題点・改善すべき点〉

- 新型太陽電池の評価方法について、革新的な技術の開発は全くなかった。種々のこと（例えば色素増感太陽電池でバイアス電圧を固定して電流の時間変化を測定する方法や、CIGS 太陽電池でスweep時間と方向に I-V 特性が依存すること等）を見出しているが、予算に見合った成果ではない。
- 信頼性評価技術の開発事例で示されているように、推論からのみ結論を得ている場合（例えば紫外線の影響）がある。調査度数が十分に大きい場合が多かったが、等価回路パラメータ度数分布の調査では度数が少なすぎ、統計的処理は不可能と思われる。
- 「従来の技術で評価できない・・・新型太陽電池に対応する基本的な評価手法を開発する」（事業原簿⑨）ことが本研究開発の主目的と考えられるにもかかわらず、その面での研究成果は比較的小さいように見受けられる。
- 信頼性評価技術については、現状の急速な PV の普及を考えると JIS 等の規格の制定を急ぐ必要がある。そのためには過去の研究結果と今回の成果を踏まえて、規格化のための技術的な問題点を整理する必要がある。
- 対象として、新型太陽電池（特に色素増感太陽電池）に重点が置かれていることには疑問を感じる。
- 信頼性評価のところで劣化モードについて、物理的なモデルを明確に示すことができたらよかったのではないかと思う。
- 性能評価では、もっと具体的な基準を求める努力がほしい。実際に屋外で 2 年放置したモジュールに加速試験に近いディラミネーション観察され、再現ある結果が得られたとの結論になっているが、「XXX モジュールの場合には、1000 時間の XX 条件の加速試験の結果が、東京を想定した場合での XX 年の屋外暴露に相当する結果が得られた」、もしくは、「今後事業を継続して、XXXX 年に最終結果が得られる予定」などの結論的なまとめがほしい。2 年

で使用したモジュールの3分の1がディラミネーションを起こすようなモジュールは、サンプリングとして不適切であったかを検証し、その結果を基に事業の意義を検討することが必要と思われる。屋外暴露で2年に相当する加速試験条件を確立したとの結論となり、意味がないのではないか。

〈その他の意見〉

- 各所に世界最高レベルとあるが、具体的な比較データが示されていないので、評価が難しい。世界最高の表現には裏付けデータを示すべきである。
- 太陽電池を出来上がった製品として電気の専門家が評価法を確立するというアプローチを取っているように感じた。デバイスの物理現象を理解している専門家が、新たな評価技術（エレクトロルミネセンスやフォトルミネセンス）を検討するなどの、違ったアプローチの研究があってもよいのではと感じた。

2) 実用化の見通しに関する評価

モジュールの分光感度測定技術の開発は、汎用性が高く、JIS 規格等における採用などの標準化の見通しも得られており、関連分野への波及効果も期待できる。また、太陽電池セルの校正サービスを行っており、成果の普及、実用化に向けた取り組みを実施しているため、評価できる。また、国際的な活動として、国際比較測定にも取り組んでおり、国際戦略として評価できる。

ただし、新型太陽電池の評価技術については、従来の測定技術の延長線上で、注意事項を明確にしたにとどまっており、新規に評価技術として、開発された成果がほとんどない。

信頼性評価については、屋外暴露 2 年で 3 分の 1 がディラミネーションを起こすようなモジュールの 2 年に相当する加速試験条件を確立したことによるような意味があるのか不明である。また、現時点では難しいこともわかるが、規格制定などの出口戦略が明らかでない。

開発された評価技術を波及させていくためには、太陽電池モジュール用の分光感度測定装置の低コスト化や他機関の測定試料数の拡大などの努力をもっと積極的に行ってもらいたいことを希望する。セル・モジュールの校正サービスについては、簡単にセル・モジュールの校正を依頼できる体制を作ってもらえると、非常に研究に役立つ。

〈肯定的意見〉

- モジュールの分光感度測定技術の開発は、汎用性が高く、成果の波及効果が期待できる。
- 国内・国際標準に反映すべく努力を進めており、一部は既にその中に反映されてきている。
- 整備された測定方法は既に研究者に利用されていると推測され、実用化は当然期待できる。標準化の見通しも得られており、関連分野への波及効果も期待できる。
- 評価技術に関して、高いレベルで研究されており、JIS 規格等における採用は、評価できる。他機関の試料の評価を行っている点も、波及効果の一つとして評価できる。
- 太陽電池セルの校正サービスを行っており、成果の普及、実用化に向けた取り組みを実施しているため、評価できる。また、評価基準を国際的に認証するために、国際的な活動（国際比較測定）にも取り組んでおり、国際戦略としても評価できる。
- 一次標準セル校正技術として不確かさ 1%以内を実現、二次基準モジュール校正技術の再現性 0.5%以内を達成したことは評価できる。その校正技術を

実践で活用できるように支援を期待したい。

〈問題点・改善すべき点〉

- 新型太陽電池の評価技術については、開発された成果がほとんどないので、実用化については議論できない。新型太陽電池の測定方法についての注意事項を明確にしたにとどまっている。
- 信頼性評価技術については（現時点では難しいこともわかるが、たとえば規格制定などの）出口戦略が明らかでないように思える。
- 低コスト化、他機関の測定試料数の拡大などの努力をもっと積極的に行ってもよかったのではないか。現状のままでは、波及効果は限定されているように感じる。
- 性能評価では、もっと具体的な基準を求める努力がほしい。実際に屋外で2年放置したモジュールに加速試験に近いディラミネーション観察され、再現ある結果が得られたとの結論になっているが、「XXX モジュールの場合には、1000 時間の XX 条件の加速試験の結果が、東京を想定した場合での XX 年の屋外暴露に相当する結果が得られた」、もしくは、「今後事業を継続して、XXXX 年に最終結果が得られる予定」などの結論的なまとめがほしい。2年で使用したモジュールの3分の1がディラミネーションを起こすようなモジュールは、サンプリングとして不適切であったかを検証し、その結果を基に事業の意義を検討することが必要と思われる。屋外暴露で2年に相当する加速試験条件を確立したとの結論となり、意味がないのではないか。

〈その他の意見〉

- 今後、セル・モジュールの校正サービスをもっと簡単に依頼できる体制を作ってもらえると、非常に研究に役立つと思います。

3) 今後に対する提言

テーマの見直しが必要である。色素増感太陽電池等実用化されていないものを含む新型太陽電池の評価技術を重点に置くのではなく、汎用性の高い太陽電池の評価技術の開発に重点をおいたほうが良い。その一方、共通基盤の太陽電池評価技術として、各種太陽電池の将来性を客観的に比較し、我が国が重点を置くべき太陽電池研究の方向性を探るような研究をすべきではないか。

現在実施中の信頼性評価技術はまず、2年で使用したモジュールの3分の1がディラミネーションを起こすようなモジュールのサンプリングの妥当性の検証を行い、事業の意義を検討することが必要である。PVの大量導入が予想される中であって重要な課題であるため、新型電池を含めた長期的な戦略のもと、規格制定などの出口を明確にして研究を加速する必要がある。

今回整備された世界最高レベルの各種測定方法と測定装置については、国内および世界規格に採択されて始めて本当の成果が得られるものと考えられる。規格化に向けて努力継続願いたい。また、太陽電池を電気デバイスとして、電気的なアプローチで解析するという方法が本研究ではメインであったので、もう少し光電デバイスのアプローチ（たとえばエレクトロルミネッセンスやフォトルミネッセンスなど）を組み込んでもよかったのではないかと考える。

〈今後に対する提言〉

- テーマの見直しが必要である。色素増感太陽電池等実用化されていないものを含む新型太陽電池の評価技術を重点に置くのではなく、汎用性の高い太陽電池の評価技術の開発に重点をおいたほうが良い。
- 信頼性評価技術は屋外に暴露された実使用品との比較が不可欠であり、中長期的な視点に立った開発が必要。PVの大量導入が予想される中であって重要な課題であるため、新型電池を含めた長期的な戦略のもと研究を加速する必要があるのではないか。
- 今回整備された世界最高レベルの各種測定方法と測定装置については、国内および世界規格に採択されて始めて本当の成果が得られるものと考えられる。規格化に向けて努力継続願いたい。今回の成果について普及のためのPR活動を、今後さらに期待したい。
- 共通基盤の太陽電池評価技術として、各種太陽電池の将来性を客観的に比較し、我が国が重点を置くべき太陽電池研究の方向性を探るような研究をすべきではないか。
- 太陽電池を電気デバイスとして、電気的なアプローチで解析するという方法が本研究ではメインであったので、もう少し光電デバイスのアプローチ（たとえばエレクトロルミネッセンスやフォトルミネッセンスなど）を組み

込んでもよかったのではと思う。また、加速試験などは、物理モデル（化学モデル？）を明確に提示したほうが良いように思う。

- 各部門で評価の途中で頻繁に見直しを行い、有効な結論が得られないと判断された事業について、できるだけ早く打ち切り、無駄をなくすべきと考える。

〈その他の意見〉

- 高精度な基準太陽電池セルは研究にとって重要であるので、もうすこし手軽に入手することができるような体制ができればいいと思う。

②発電量評価技術

1) 成果に関する評価

気象データのモニタリング、データベース構築、雲を考慮に入れた分光日射モデルの開発、モジュールの屋外測定とI-V特性換算方式、出力発電量計算方式の開発、太陽光発電システムのモニタリングとデータベース構築など、総合的に発電量評価に進展があり当初の目的は、達成されている。また、平均日射量約 4kWh/m²/日、平均温度約 18°Cの気象条件が結晶と薄膜シリコン系の性能変化の区分点との結果は非常に興味深い。ユーザーが適切なモジュールを選択するための貴重な情報となる可能性が大きい。

一方、分光日射強度推定物理モデルなどの解析方法の開発では、モデルの信頼性や計算の誤差について、議論の余地がある。また、より効率的なデータの取り方として、既存設備（民間のものも含めて）のデータの活用をもっと積極的に進めてもよかったのではないかと考えられる。今後の更なる研究調査を希望したい。

〈肯定的意見〉

- 当初の目的は、達成されている。発電電力量の計算方法の開発等、発電量評価技術の開発が行われた。
- 発電電力量計算方式を開発し、それを結晶シリコン系の太陽電池モジュールに適用し、その精度が高いことを実証した。
- 分光日射量などについて貴重な観測データのデータベースを構築した。
- 気象データのモニタリング、データベース構築、分光日射モデルの開発、モジュールの屋外測定とI-V特性換算方式、出力発電量計算方式の開発、太陽光発電システムのモニタリングとデータベース構築など、総合的に発電量評価に進展があり目標の成果が得られたと認められる。
- 多岐にわたる課題について、それぞれに成果を得ていることは評価できる。
- 現状の出力定格の問題点を解決するエネルギー定格のための、発電量計算方式を開発しており、誤差も小さい。成果を達成していると評価できる。
- 雲を考慮に入れた太陽光スペクトルシミュレーションも開発しており、これは世界初の結果であり、今後の発電量予測にも応用が期待できる。
- 平均日射量約 4kWh/m²/日、平均温度約 18°Cの気象条件が結晶と薄膜シリコン系の性能変化の区分点との結果は非常に興味深い。これらの結果の更なる検討は、ユーザーが適切なモジュールを選択するための貴重な情報となる可能性が大きく、今後の更なる調査を希望したい。

〈問題点・改善すべき点〉

- 解析方法の開発（例えば分光日射強度推定物理モデルの開発）では、モデルの信頼性や計算の誤差についての議論が必要である。
- 分光日射の物理モデルについては、新しい試みであることは分かるが、精度の検証が十分でないように考える。
- 分光日射強度推定物理モデルは新しい手法であり、ライダー・全天カメラによる測定など残された課題は今後の活動で解決して欲しい。
- より効率的なデータの取り方として、既存設備（民間のものも含めて）のデータの活用をもっと積極的に進めてもよかったのではないか。
- 成果の活用・波及効果の広がりには、限定されているように思われる。
- 雲を考慮に入れた太陽光スペクトルシミュレーションは世界初であるが、まだシミュレーションできる範囲が狭いように感じた。研究期間が4年間と長かったことから、もう少し対応範囲を拡張できればと思った。ただ、研究成果は世界に先駆けたものであるため、研究を継続する必要があると感じた。
- ラウンドロビン実験は、まだ採取データが少ないように思うが、現時点の結果から、どの地域でどんなモジュールをどのように施工することが効率よいかなどが一目でわかるような図解などでまとめると、公共的に利用され、意義ある資料、情報となると思う。

2) 実用化の見通しに関する評価

発電量評価について、多くのデータを取得すると共に、評価解析技術の進展があった。エンドユーザー、メーカ又は電力事業者等にとって重要な課題であり、今回の評価検討により実用化への課題がかなりクリアされたと認められる。残された課題を早期に克服することで波及効果が期待出来る。

ただし、単なる技術論だけでなく、この発電量評価を具体的にどのように利用することになるのか、目指すべき標準化の方向、利用方法、例えば太陽電池製造法にフィードバックするなどについての議論が必要である。

分光日射の物理モデルなど開発された解析方法は、外部の人がモデルを利用するにあたっては特別なスキルやインフラを要することが懸念され、今後、使いやすく高精度なモデルの開発が必要である。

〈肯定的意見〉

- 発電量評価について、多くのデータを取得すると共に、評価解析技術の進展があった。
- 国内・国際標準に反映すべく努力を進めている。
- 発電量評価はエンドユーザー、メーカ又は電力事業者等にとって重要な課題であり今回の評価検討により実用化への課題がかなりクリアされていると認められる。残された課題を早期にクリアすることで波及効果が期待出来る。
- 太陽光発電の規模拡大には不可欠な発電量の評価を着実に行ったことは評価できる。
- 発電量評価は、住宅用のモジュールなど、エンドユーザーが設置する際の貴重な参考資料となりうる事業であるため、メーカ、施工業者、ユーザーが迷うことなく太陽光発電システムを利用するために更なるデータ採集により精度をあげてほしい。

〈問題点・改善すべき点〉

- 発電量評価では、標準化及び得られたデータの有効利用法、例えば太陽電池製造法にフィードバックするなどについての議論が必要
- 分光日射の物理モデルについては、精度検証が十分でないこと、外部の人がモデルを利用するにあたっては特別なスキル・インフラを要することが懸念される。今後、使いやすく高精度なモデルの開発が必要であろう。
- 単なる技術論だけでなく、この発電量評価を具体的にどのように利用することになるのか、目指すべき標準化の方向、利用方法などの記述が欲しい。
- 分光日射強度推定モデルなどは、真に役立つものになるかどうか判断しにくい。

- まだ初期段階であるが、系統的に発電量定格について取り組んでおり、評価できる。こういった発電量決定法は、太陽電池モジュールの公正な取引（値付け）にとって重要であり、今後成果が煮詰まってくれば、波及効果は大きいといえる。

〈その他の意見〉

- 得られたデータと解析技術を太陽電池メーカー、設置業者、エンドユーザーまで広く利用できる方法を検討して欲しい。

3) 今後に対する提言

ラウンドロビン実験は、まだ採取データが少ないが、現時点の結果から、どの地域でどんなモジュールをどのように施工することが効率よいかなどが一目でわかるような図解などでまとめると、公共的に利用され、意義ある資料、情報となる。

本事業を継続していくにあたり、事業の目的あるいは実用化イメージなどについて、PRの観点からもう少し具体的に分かり易く説明する必要がある。分かり易くする説明努力を行う中で、測定や評価項目、また標準化への取り組み視点も変わってくる可能性もある。また、ユーザーとなる民間企業とのさらに強い連携による研究を進め、得られたデータと解析技術を太陽電池メーカ、設置業者、エンドユーザーまで広く利用できる方法を検討して欲しい。

住宅用PVシステムのモニタリングについては、これまでもその成果が kWh 評価に利用されてきたこと、信頼性評価の面からも意義があることなどから、地味な仕事ではあるが、継続することが重要である。

〈今後に対する提言〉

- 住宅用PVシステムのモニタリングについては、これまでもその成果が kWh 評価に利用されてきたこと、信頼性評価の面からも意義があることなどから、地味な仕事ではあるが、できるだけ継続してはどうか
- この取り組みの目的あるいは業界関係者に与える実用化イメージなどについて、PRの観点からもう少し具体的に分かり易く説明する必要がある。その目的により、測定や評価項目、また標準化への取り組み視点も変わってくる可能性もある。
- 民間企業とのさらに強い連携による研究を進めることが望まれる
- 発電量定格の全体像と、本プロジェクトで携わった部分を明確にし、発電量定格へのストーリーを明確にすべきである。
- 公共的に利用の容易な情報提供を行い、普及させることも努力してほしい。

2. 2 PV 環境技術の開発

LCA 評価では廃棄段階を含めた最新の知見に基づき、ほぼ全ての太陽電池のライフサイクルインベントリデータを作成し、メーカーが自主的に活用できるツールを開発した意義は大きく、初期の目標をクリアしている。エネルギーペイバックタイム、CO₂ ペイバックタイムについて各種太陽電池に対して、具体的数値として算出したことは評価できる。

ただし、エネルギーペイバックタイム等の具体的算出根拠が提示されておらず、信頼性の判断がしにくい。エネルギーペイバックタイムが 2 年程度と低いのに、コストが高いのは何故かを議論すべきであった。

1 社データでは代表性が低い。新しいシステムであれば仕方がないところであるが、なぜ多結晶や単結晶 Si の評価が 1 社データなのか。また、周辺機器に関する調査方針に関する説明が必要である。さまざまなシナリオにより環境負荷が異なるわけで、これをツールで反映できるようにしたと説明されているが、紹介された結果にはその効用を表現されていない。実用化に向けた検討はツールを生産メーカーに利用させ、その利用性について検証することが重要である。

今後開発された製品に対して継続的に実際にメーカーが活用されていくことが担保されるようにしていただきたい。

〈肯定的意見〉

- 当初目標は達成されている。エネルギーペイバックタイム、CO₂ ペイバックタイムに関する研究、太陽電池リサイクルに関する研究は、評価できる。
- 調査目的を達成している。
- メーカーが自主的に活用できるツールを開発した意義は大きい。今後新規に開発される太陽電池を評価することができる枠組みを提供できた。
- 従来の Si 単結晶、多結晶のみでなく、CIS を含め多くの製品について評価した結果を示した。
- 生産メーカーからのデータ提供により精度の高い評価を行うことができた。
- 生産メーカーが自分で活用することを考慮したツールを開発した。
- LCA 評価は廃棄段階を含めた最新の知見を導入し、ほぼ全ての太陽電池のライフサイクルインベントリデータの作成、算定ツールの開発など、初期の目標をクリアしていると考えられる。
- 広く関心もたれているエネルギーペイバックタイム等を、各種太陽電池に対して、具体的数値として算出したことは評価できる。
- 各種太陽電池モジュールを同様に評価できるエネルギーペイバックタイム、CO₂ 排出原単位を計算できるツールを開発しており、成果は目標を達成しているといえる。また、ツールから得られた結果は、新型太陽電池の環境性能

の優位性を示しており、今後の研究開発・製造の方向付けに利用することもできるため、波及効果も大きい。

- 設定した条件化でのリサイクル調査はよくなされており、波及効果が期待できる。

〈問題点・改善すべき点〉

- 計算に費やされた経費 2500 万円は大きすぎる。
- データの不確かさ、それに起因する計算結果の不確かさを考えると、計算結果の評価が難しい。またこれに起因し、成果の出口戦略が難しい。
- 1 社データでは代表性が低い。新しいシステムであれば仕方がないところであるが、なぜ多結晶や単結晶 Si の評価が 1 社データなのか。
- 新型太陽電池が網羅できなかった理由はどこにあるのか。原材料の生産までの情報が得られなかったことによるのか。新型太陽電池の潜在性についても併せて検討されることが望ましい。
- 周辺機器に関する調査方針に関する説明が必要である。
- ツールを生産メーカーに利用させ、その利用性について検証することが必要である。実用化に向けた検討は、本来この部分に注目した検討が重要である。
- 評価にはシナリオや想定が多く含まれる。結果に関してはレビューを受けているのか不明である。
- さまざまなシナリオにより環境負荷が異なるわけで、これをツールで反映できるようにしたと説明されているが、紹介された結果にはその効用を表現されていない。
- 大型の発電事業に対して評価しなかったのはなぜか。評価対象の決定においては、プロジェクトとの整合性の観点から判断されたかった。
- 本プロジェクトの他の調査事項との連携がどこまでとれているのか。例えば、使用条件の設定には、劣化などの情報を反映することはできているのか、発表資料からはわからなかった。
- 高リサイクル性新型モジュール構造の開発は共通基盤技術の内容が希薄であり、19 年度で終了したが、本来共通基盤技術開発に含めるべきテーマでないと考えられる。
- エネルギーペイバックタイム等の具体的算出根拠が提示されておらず、信頼性の判断がしにくい。他のデータとの比較もしにくい。
- 製造設備建設費を LCA 評価に含めていないが、その根拠が、LCA の専門家の世界では通常は入れないというものであったため、根拠が明確ではない。今後は、これらの考慮の有無によってどのような差が出るのかは明示すべき。また、その場合、製造設備当りの太陽電池生産量などが、LCA 評価に影響を

与えると思うので、これも明示すべき。

- エネルギーペイバックタイムが2年程度と低いのに、コストが高いのは何故かを議論すべきであった。

〈その他の意見〉

- 実際にメーカーが活用できるようになっているのかが最重要な課題であると考え。今後開発された製品に対して継続的に活用されていくことが担保されるようにしていきたい。
- 評価されなかった新型太陽電池の評価はどのようにして行っていくのか。
- 日本の LCA 評価データは、欧州の同様データと比較してやや差(欧州の EPT の方が長い)があったと記憶しているが、この点についての評価検討が欲しい。同じ条件で算定すればほぼ同じ数値になるはずである。差が出るのであればその理由を明確にすることでよりデータの信憑性が高くなると考える。

2・3 標準化支援事業及び IEA 国際協力事業等

太陽光発電産業発展の基礎となる標準化支援については、安全性認証、系統連系の規格化、各種セルとモジュールの測定法、試験方法などに進展があり、着実に目標を達成している。国際協力事業についても、PVPS の活動のタスク 8 では、将来の大規模太陽光発電の調査研究を OA として活躍しており、国際貢献、役割、成果について目標をクリアしている。また、ロードマップの改定や政策提言に IEA PVPS のタスク 1 の活動成果をはじめとした本プロジェクトの資料が利用できたことは評価できる。

国際協力事業は表向き国際協力であるが、各種規制、標準化についてイニシアティブを獲る側面があり、現状の太陽電池産業への影響度合いを考えると、今後の活動テーマとして PVPS の活動はタスク 12 健康、安全、環境に参加することも重要である。タスク 8 の大規模な砂漠発電では、近年の動きをみると太陽熱(CSP)を中心に考える動きがあり、太陽熱との将来性の詳細な比較検討を行うことが、将来の大規模太陽光発電のイメージを描く上で重要である。

技術開発動向と技術開発戦略の調査は、日本の位置付けを明確にすることが目的であるので、単なる技術調査に終わるのではなく、最近の日本の太陽光産業シェア低下に関連して技術開発戦略に問題はないのかなどの視点や欧米との開発テーマや開発予算配分比較など踏み込んだ分析と対策提言を次期プロジェクトに反映してほしい。

標準化支援としての規格に対して、政府の方針、執行に関する広報的な役割も NEDO の事業として検討して欲しい。さらに海外認可の状況調査など、国内企業が海外市場を開拓するための情報収集を期待する。

〈肯定的意見〉

- 標準化支援については、着実に目標を達成している。国際協力事業についても、地味であるが重要であり、継続が期待される。
- ロードマップの改定や政策提言に資料が利用できたことは評価できる。
- 目標を達成している。
- 太陽光発電産業発展の基礎となる標準化については、安全性認証、系統連系の規格化、各種セルとモジュールの測定法、試験方法などに進展があり、目標をクリアしていると認められる。国際協力事業は PV リーダー国として積極的な協力が必要であり、PVPS の活動は国際貢献、役割、成果について目標をクリアしていると考えられる。
- 太陽光発電の大規模な拡大のためには世界的な連携や国際基準は重要であり、そのための活動として評価できる。
- 標準化支援について広く活動しており、各項目について成果を達成している。

規格制定や標準仕様書提出、JIS 関連など数多くの成果があり、波及効果や実用化の可能性が大きいといえる。

- PVPS の国際的な活動も、日本がリーダーシップをとっている部分もあり、今後も継続すべきである。
- IEA-PVPS タスクへの積極的な参加を行っており、機関としての国際アピールは評価されるものである。特にタスク 8 では、将来の主たるエネルギーの供給源の可能性のある大規模太陽光発電の調査研究を OA として活躍することは、長期間にわたり IEA-PVPS のリーダーシップとなる可能性を秘めている。また、これらの活動に国内のメーカーに積極的に参加を依頼し、国産モジュールの性能および信頼性を世界にアピールする場としてほしい。

〈問題点・改善すべき点〉

- 総額 4.6 億円の支出は大きすぎるように思える。また、6 つの分科会で資料収集に 6400 万円の経費を支出したことは国民の理解が得られないと思う。経費が効率的に使用するように改善するべきであり、削減が期待される。
- 詳細な資料が NEDO 内と PVTEC 会員だけで共有していることは、問題があるように思える。公開できる部分は、公開したほうがよい。
- 繰り返しになるが、技術開発動向と技術開発戦略の調査は、国内外の最新状況を調査して日本の位置付けを明確にすることが目的であるので、単なる技術調査に終わるのではなく、最近の日本の太陽光産業シェア低下に関連して技術開発戦略に問題はないのかなどの視点や欧米との開発テーマや開発予算配分比較など踏み込んだ分析と対策提言が欲しい。
- 旅費等を含めた経費の根拠をさらに明確にしてほしい。
- 予算が最初の 2 年間で 1.6 億円かかっており、ソフト的な研究であるのに大きいように感じる。ただ、その重要性を考えると妥当な予算規模であるとも感じる。
- IEC など国際規格の動向に対して、JIS 化などの規格の検討は行っているが、実際に認定機関等でどのように運用するか検討し、各太陽電池業界にわかるようにアナウンスをしてほしい。規格に対して、政府がどのような方針で扱い、助成金などの条件としていつから執行するのかなどの広報的な役割も NEDO の事業として取り入れてもらいたい。さらに海外認可の状況調査など、国内企業が効率よく海外市場を開拓するための情報収集を行い、国内企業の市場拡大への後押しをしてもらいたい。

〈その他の意見〉

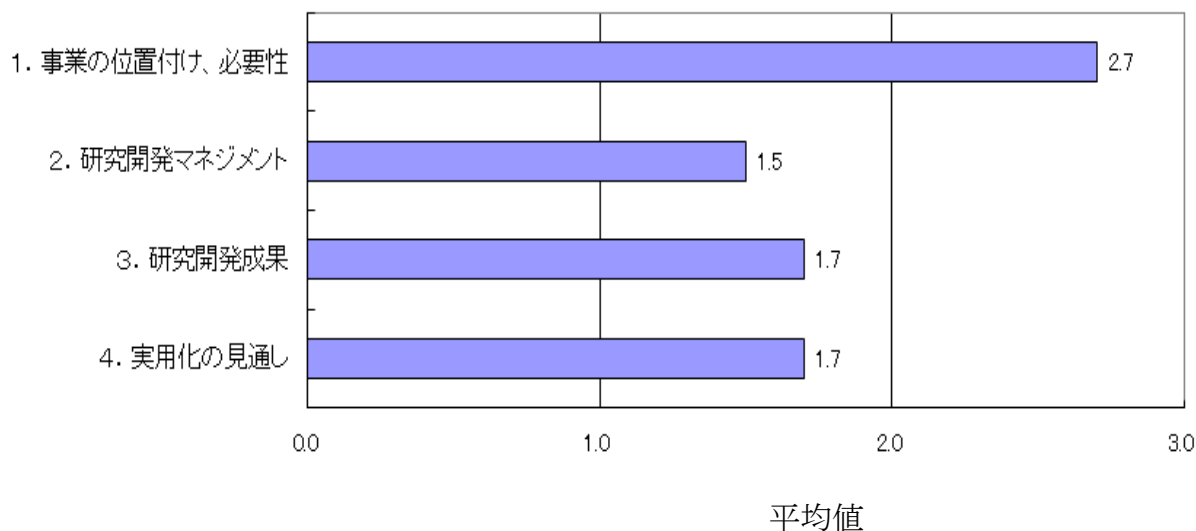
- 海外との関係については、全般的に、情報収集よりも情報発信を中心として

実施する方が適切と考える。ことに IEA のような場については、国際的なリーダーシップの取れる（若手）人材育成につなげて頂けたら良いように考える（分野によっては既にそうなっているようにも推察しているが・・・）。

- 国際協力事業は表向き国際協力であるが、各種規制、標準化についてイニシアティブを獲るもう一つの側面がある。現状の太陽電池産業への影響度合いを考えると、PVPS の活動はタスク 12 健康、安全、環境に参加することが重要と考えられる。
- タスク 8 の大規模な砂漠発電に関連して、近年の動きをみると太陽光(PV)ではなく太陽熱(CSP)が中心に考えられている動きが見られる。今後の活動テーマとして、太陽光と太陽熱の将来性の詳細な比較検討を行うことが、将来の大規模太陽光発電のイメージを描く上で重要と考えられる。
- PVPS の活動で“砂漠からのエネルギー”などの書籍も発刊されており、普及活動としても興味深いと感じた。

3. 評点結果

3. 1 プロジェクト全体



評価項目	平均値	素点 (注)							
		B	A	—	A	B	A	A	
1. 事業の位置付け・必要性について	2.7	B	A	—	A	B	A	A	
2. 研究開発マネジメントについて	1.5	C	C	—	C	C	A	B	
3. 研究開発成果について	1.7	C	B	—	B	C	A	C	
4. 実用化の見通しについて	1.7	C	B	—	B	C	A	C	

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

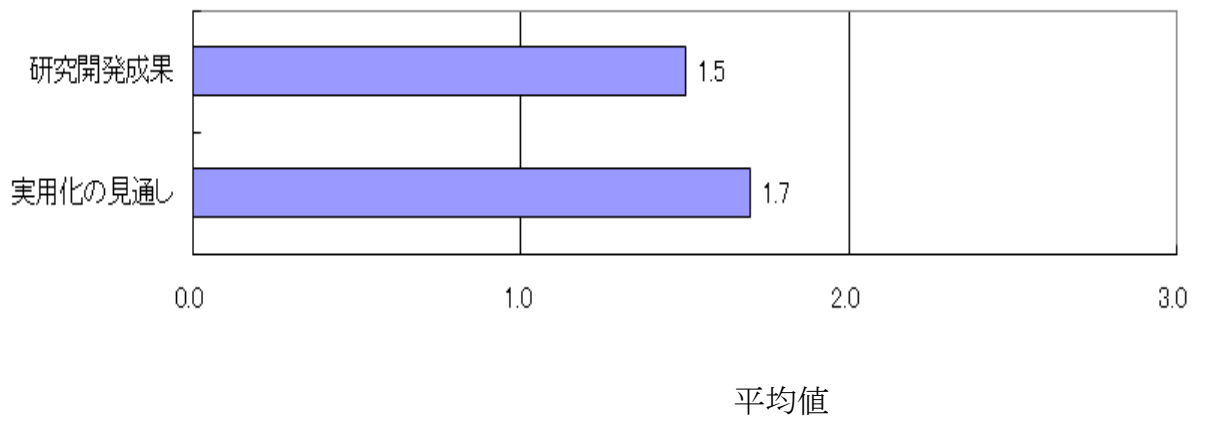
〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性について	3. 研究開発成果について
・非常に重要 →A	・非常によい →A
・重要 →B	・よい →B
・概ね妥当 →C	・概ね妥当 →C
・妥当性がない、又は失われた →D	・妥当とはいえない →D
2. 研究開発マネジメントについて	4. 実用化の見通しについて
・非常によい →A	・明確 →A
・よい →B	・妥当 →B
・概ね適切 →C	・概ね妥当であるが、課題あり →C
・適切とはいえない →D	・見通しが不明 →D

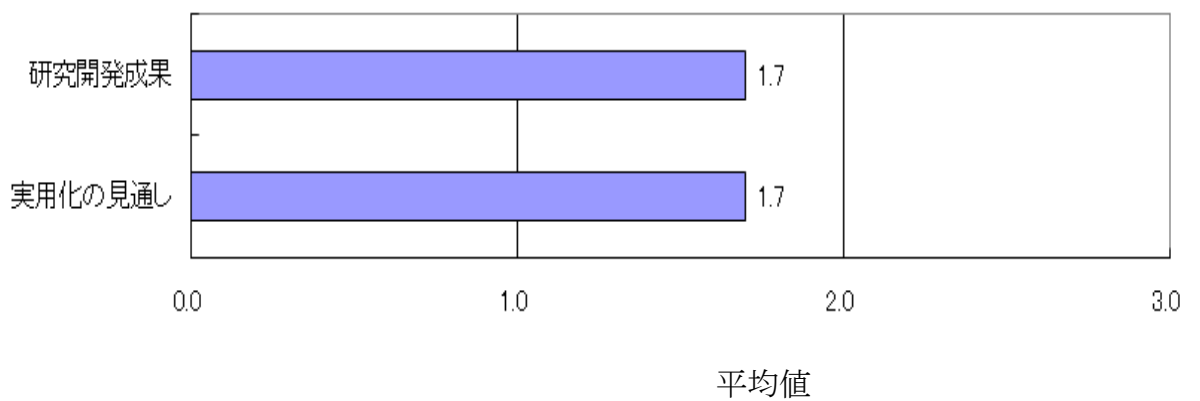
3. 2 個別テーマ

3. 2. 1 新太陽電池評価技術の開発

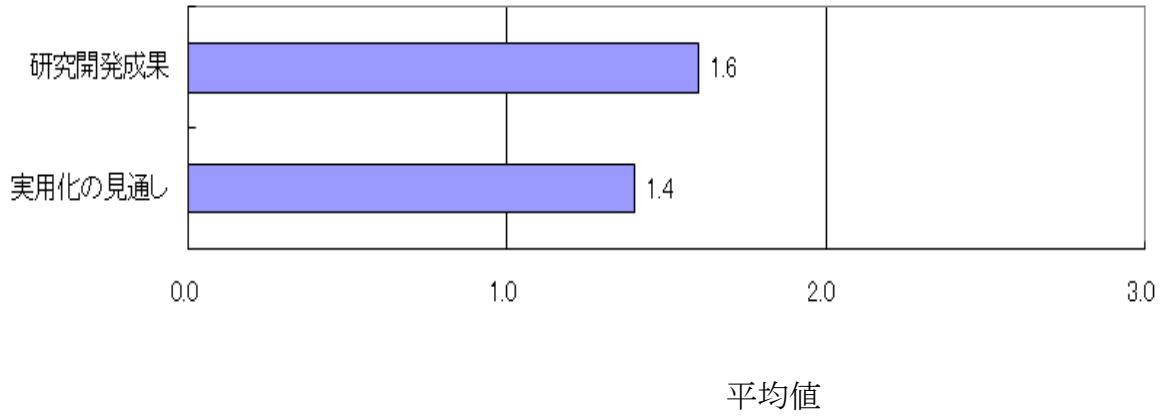
(1) 太陽電池評価



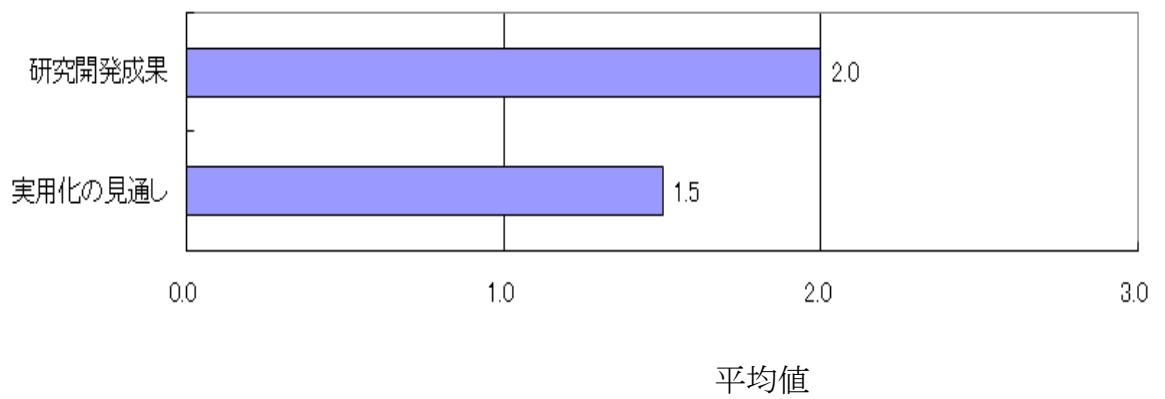
(2) 発電量評価



3. 2. 2 PV 環境技術の開発



3. 2. 3 標準化支援事業及び IEA 国際協力事業等



個別テーマ名と評価項目	平均値	素点 (注)							
3. 2. 1 新太陽電池評価技術の開発 (1) 太陽電池評価									
1. 研究開発成果について	1.5	D	C	—	B	B	A	C	
2. 実用化の見通しについて	1.7	D	A	—	B	C	A	C	
3. 2. 1 新太陽電池評価技術の開発 (2) 発電量評価									
1. 研究開発成果について	1.7	C	B	—	B	B	B	C	
2. 実用化の見通しについて	1.7	C	A	—	C	C	B	B	
3. 2. 2 PV 環境技術の開発									
1. 研究開発成果について	1.6	C	B	C	C	C	B	A	
2. 実用化の見通しについて	1.4	C	C	C	C	C	B	A	
3. 2. 3 標準化支援事業及び IEA 国際協力事業等									
1. 研究開発成果について	2.0	B	B	—	B	C	A	B	
2. 実用化の見通しについて	1.5	C	B	—	C	C	B	B	

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について

- ・非常によい
- ・よい
- ・概ね適切
- ・適切とはいえない

2. 実用化の見通しについて

- A ・明確
- B ・妥当
- C ・概ね妥当であるが、課題あり
- D ・見通しが不明

第2章 評価対象プロジェクト

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」
(事後評価) 分科会
資料5

「新エネルギー技術開発プロジェクト
太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」

事業原簿

担当部	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー技術開発部
-----	--

—目次—

概要	i ~vii
プロジェクト基本計画.....	①~⑧
プログラム基本計画	⑨~⑯
I. 事業の位置付け・必要性について.....	1
1. NEDOの関与の必要性・制度への適合性.....	1
1.1 NEDOが関与することの意義	
1.2 実施の効果（費用対効果）	
2. 事業の背景・目的・位置づけ	2
II. 研究開発マネジメントについて	
1. 事業の目標.....	4
2. 事業の計画内容	
2.1 研究開発の内容	5
2.2 研究開発の実施体制	5
2.3 研究の運営管理.....	8
3. 情勢変化への対応.....	8
4. 評価に関する事項.....	8
III. 研究開発成果について	
1. 事業全体の成果.....	9
2. 研究開発項目毎の成果.....	16
IV. 実用化の見通しについて.....	76
1. 実用化の見通し.....	76

添付資料

発表論文リスト
出願特許リスト

事業原簿（概要抜粋）

作成日 平成21年11月24日

制度・施策 (プログラム)名	新エネルギー技術開発プログラム					
事業(プロジェクト)名	太陽光発電システム共通基盤技術研究開発	プロジェクト番号	P07015			
担当推進部/担当者	新エネルギー技術開発部					
0. 事業の概要	<p>今後の太陽光発電システムの円滑かつ健全な導入拡大のためには、太陽電池の低コスト化だけでなく、共通的な基盤技術の開発・整備が不可欠と考えて以下の研究開発を実施する。</p> <p>(1) 新太陽電池評価技術の開発 大量導入に向けて、新型の太陽電池セル・モジュール、太陽光発電システムの性能及び信頼性等を評価する手法の開発を行う。</p> <p>(2) PV環境技術の開発 これまでの太陽光発電は住宅用を主体に設置されてきているが、今後、非住宅や非建造物など多様な設置環境に適した設置方法など設置のガイドライン策定に向けた検討、太陽電池リサイクル関連技術の開発、太陽光発電のLCA (Life Cycle Assessment) 評価手法の開発等を行う。</p> <p>(3) 標準化支援事業及びIEA国際協力事業等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池の性能評価及び太陽光発電システムに関する国内外の標準策定に向けた活動を行う。 ・海外における太陽光発電に関する研究開発動向を調査し、今後の技術開発の方向性等を分析・評価する。 					
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>太陽光発電システムは、発電時に燃料が不要でかつクリーンな発電技術であり、その供給ポテンシャルも大きい。したがって、エネルギー資源の乏しい我が国の将来に必要な発電技術として、その早期実用化を導入拡大が求められている。太陽光発電システムの自立的な導入拡大を実現するためには、太陽電池の低コスト化ばかりでなく、太陽光発電システムの安全性性能評価や信頼性等に関する共通基盤技術を確立することが不可欠であり、総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会でも「新エネルギーの共通基盤的技術開発については、国が中心となって実施すべき」と報告されている。このような観点から実施する本事業は、公共的性格が濃く、また、太陽光発電技術の導入は我が国の長期エネルギー・環境政策にも密接に関連することから、国（NEDO）が主体的役割を果たすべきものと考えられる。</p>					
II. 研究開発マネジメントについて						
事業の目標	太陽光発電システムが大量に普及する際に必要となる共通基盤技術の研究開発を実施し、今後の太陽光発電システムの円滑かつ健全な導入拡大に資することを目的として、太陽電池セル・モジュール及び太陽光発電システムの性能や信頼性、耐久性、安全性等に関する評価技術を開発するとともに、資源の有効利用や環境負荷低減の観点から、太陽光発電システム構成機器等のリサイクル・リユース関連技術の整備、LCA評価手法の確立などを目標とする。					
事業の計画内容	主な実施事項	H18fy	H19fy	H20fy	H21fy	
	新太陽電池評価技術の開発	←			→	
	PV環境技術の開発	←		→		
	太陽光発電技術開発動向等の調査	←			→	
開発予算 (会計・勘定別に事業費の実績額を記載) (単位：百万円)	会計・勘定	H18fy	H19fy	H20fy	H21fy	総額
	一般会計					
	特別会計(確定額)	石特 909	需給 612	需給 400	需給 350	2271
	総予算額	909	612	400	350	2271
開発体制	経産省担当原課	資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー対策課				
	プロジェクトリーダー	黒川浩助(東京工業大 特任教授)				
	委託先(*委託先が管理法人の場合は参加企業数も記載)	産業技術総合研究所、電気安全環境研究所、日本気象協会、岐阜大学、昭和シェル石油、みずほ情報総研、資源総合システム、太陽光発電技術研究組合、日本電機工業会、光産業技術振興協会				
情勢変化への対応	<p>並行して実施する研究開発プロジェクト(「太陽光発電システム未来技術研究開発」)でGIS系、色素増感型、薄膜系などの新技術に成果が期待されるテーマが数多く提案されたので技術開発と並行して各種評価方法、試験方法等の国際標準化を進めることが急務であると考え、当初計画(結晶シリコン、アモルファスシリコン単接合等のみを対象)から外れていた前記の新技術についても加速により対象に加えて実施することとした。また、発電量定格に関する国際標準化の審議が今年度から予想よりも早く開始されたことに伴い、加速により分光日射量のモデル化・データベース化、発電量算出方式の検証を含めた評価技術の開発を加速することとした。</p> <p>昭和シェル石油の「高リサイクル性新型モジュール構造の開発」に関しては、当初の目標であったリサイクル性の高いモジュールの基本構造としての「フレームレスモジュール」の試作品が完成した。今後の開発はこの基本構造をもとに関連事業者が主体的に取り組むべきものと判断し、本テーマは平成19年度末をもって終了することとした。</p> <p>太陽光発電技術研究組合の「太陽光発電技術開発戦略に関する調査」に関しては、評価ツールが計画よりも2年早く完成した。そのため、本テーマは平成19年度末をもって終了することとした。</p>					
【今後の事業の方向性】	次年度から開始される「太陽光発電システム次世代高性能技術の開発プロジェクト(仮称)」の中で実施する					

<p>III. 研究開発成果</p>	<p>(i) 新太陽電池評価技術</p> <p>(1) 太陽電池評価技術の研究開発</p> <p>① 新型太陽電池性能評価技術(AIST)</p> <p>各種新型太陽電池性能評価技術に関して、太陽電池モジュールの高精度な評価に必須な、モジュール内要素セルおよびモジュール全体の分光感度特性を測定可能な実用的モジュール分光感度特性測定技術・装置を世界で初めて開発した。結晶 Si、薄膜 Si、CIGS、多接合等各種太陽電池モジュールの分光感度特性および出力特性の高精度な評価を可能とした。性能評価の基となる IEC 規格の基準太陽光スペクトル改訂が、各種太陽電池の性能評価に及ぼす影響を世界に先駆けて定量的に明らかにした。これらの世界をリードする高精度な性能評価技術を開発すると共に国際比較等を通して検証し、初期目標を大幅に達成した。</p> <p>可変条件性能評価技術に関して、太陽電池モジュール温度を均一に約 10°C~65°C 以上まで可変できる冷却・加熱装置を新規開発し、高精度な可変条件性能測定を可能とした。太陽電池特性の広範囲な温度照度依存性を精密に再現できる補正式を開発し、JIS 規格に採択。IEC 規格に採択予定。可変スペクトルソーラシミュレータの基本設計を検証した。</p> <p>② 校正技術高度化(AIST)</p> <p>一次基準セル校正技術高度化に関して、AIST におけるソーラシミュレータ法による一次基準太陽電池の校正の不確かさを解析し、その値が 1% 以内であることを明らかにした(この値は、ISO/IEC17025 に対する適合性認定審査でその妥当性が第三者評価され、国際的にも相互承認された)。以上により、わが国の一次校正が国際最高レベルであることを明らかにして初期の目標を大幅に達成した。</p> <p>また、次世代校正方法の要素技術として、プローブ光として用いる単色光が従来の 5 倍の均一度、2 倍の放射照度を、9 倍の面積で照射可能な高強度・高均一単色光照射機構を開発した。</p> <p>結晶シリコン系二次基準モジュールの屋内校正技術を世界で初めて確立した。温度制御装置を開発し、繰り返し測定の不確かさ目標 0.5% を大幅に上回る 0.2% で測定できる手順を確立した。また、二次基準モジュール法の不確かさ解析の一環として、モンテカルロ・シミュレーションによる各種解析を実施した。その成果は、JIS C 8921「二次基準シリコン結晶系太陽電池モジュール」にも活用され、初期の目標を大幅に達成した。</p> <p>③ 信頼性評価技術(AIST/JET)</p> <p>複合加速試験</p> <p>複合加速劣化試験装置内の改善、恒温槽付減光板精密移動装置の開発などを図り、A 社製モジュール(多結晶 150mm 角セル 12 枚、W345×L972mm)を用いて、3SUN90°C、3SUN75°C、1SUN90°C の条件下で複合加速劣化試験を実施し加速係数を算出した。東京における平均積算日射量との比較では、3SUN90°C 加速試験は加速係数(暫定)160 が得られた。最終的な加速係数の算出には屋外暴露データとの照合が必要であるため、暫定値ではあるが、現行市販モジュールにても十分有効な値が得られ、当初の目標が達成された。</p> <p>更なる加速劣化因子探索のための要素技術として、太陽電池セルまたはモジュールに周期的に変化する順方向・逆方向の電圧を印加することで、セル-インターコネクタ間へストレスを与える劣化試験に着手した。逆バイアス降伏試験の結果、屋外実使用条件下での不具合事例と同様な現象が見られ、本試験方法が新たな加速手法の一つとして有望であるとの結論を得た。</p> <p>・暴露試験</p> <p>商品寿命の長い太陽電池および太陽光発電システムにおいては長期信頼性に関する評価手法が確立されておらず、各方面から長期信頼性評価法の標準化(規格化)や試験方法の確立が要求されている。本開発研究では、20~30 年の屋外暴露に相当する寿命評価試験方法の確立に向けた劣化要因の特定等を目標とした。</p> <p>具体的には、寿命評価試験方法の開発と標準化(規格化)のための基礎となる技術開発を推進した。この要素技術として、実環境下で発生しているモジュールの不具合症状を収集・分析評価し、劣化要因との関係を求めた。さらに、太陽電池モジュールの老化・故障時の交換、将来のリユースを視野に入れた互換性について必要なデータを取得した</p>
--------------------	---

(2)発電量評価技術の研究開発

①太陽電池モジュールの I-V 特性換算方式（発電出力定格技術）を検証するために、複数地域における分光日射量実測データと太陽電池モジュールの I-V 特性データを太陽電池モジュールの屋外測定ラウンドロビン実験によって取得した。被測定太陽電池モジュールは、第1期が、結晶シリコン型が3種、計4枚、アモルファスシリコン型が2種、計2枚であり、第2期が、アモルファスシリコン形が1種、薄膜タンデム型が3種、3枚、CIS 型が2種、2枚であった。

ラウンドロビン実験から得られた全国のデータを基に、各地の晴天および曇天モードを決定した上で、それぞれのモードに対し、線形内挿方式による I-V 特性換算方式によって各時刻の P_{max} を計算し、積算により発電量を計算した。各地から快晴日を選択し、快晴部に対する日積算発電量の推定を行ったところ、6地点での推定誤差は結晶シリコン型とアモルファスシリコン型の両方で±5%（日影有り）、±1%（日影無し）以内程度であった。

これらの実験データと分析を基に、発電量定格方式のための標準報告書（案）をまとめた。

②実フィールドにおける実運転性能データベースの構築

従前の計測項目を継承したデータ計測システム(A)に加え、モジュール温度の多点計測機能を追加したデータ計測システム(B)を開発し、データ計測システム(A)を25サイト、データ計測システム(B)を5サイト、合計30サイトを刷新するとともに、全国47サイトにおけるPVシステムの実運転データを計測・収集して実運転性能データベースを構築した。

モジュール温度は、太陽電池出力を決定する重要な環境因子であるが、その計測方法は任意のモジュール表面1点をもってアレイ代表温度としており、その妥当性を検証するため、データ計測システム(B)の計測データを基に、実フィールドにおけるアレイの温度分布を把握し、データ計測システム(A)のモジュール温度測定方法について、その妥当性を検証するための基礎データを構築した。

AIST 等が開発する発電量推定モデルによって算出された推定値と実測値(実運転性能データベース)の比較から、その推定精度を検証した(予定)。

なお、住宅用 PV システムの場合、オンサイトでアレイの中心付近を測定することが困難なケースが多々あるため、測定可能な箇所代替測定できる方法を検討し、オンサイトでモジュール温度測定方法(指針)としてまとめた(予定)。(JET)

③ 日射気候区別の分光日射データベースの構築と分光日射量推定のための統計モデルの開発(JWA)

従来よりも広範囲の波長領域(350~1700 nm)の分光日射強度分布を連続測定できる分光日射計を開発し、日射特性が異なる5地域において分光日射等の精密観測を実施した。観測データをもとに、世界初となる連続的な分光データベースの構築を行った。また、全天日射から分光日射を推定する統計モデルの開発を行った。

④分光日射強度推定物理モデルの開発

雲微物理改良型局地気象モデルおよび、中間評価で変更となった分光日射強度推定物理モデルを構築した。これにより、日射強度を、直達光・散乱光ごとにスペクトル分布の形で推定することが可能となった。

(ii) PV 環境技術の開発

①太陽光発電システム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]

太陽光発電システムのライフサイクル評価について、住宅用、公共・産業用の両方を対象とし、現在国内で市場に出ている太陽電池種類のほぼ全てを対象とした評価を行った。また、これまでの評価で実施されてこなかった太陽光発電システムの使用後処理(リサイクル・廃棄段階)についても考慮したライフサイクル全体に対する評価を実施した。

		多結晶 Si	単結晶 Si	a-Si/単結晶 Si ヘテロ接合	薄膜 Si ハイブリッド	CIS 系
エネルギー・ペイバック・タイム (年)	住宅用	2.20	3.01	2.42	1.75	1.41
	公共・産業等用	2.58	3.38	2.75	2.31	1.89
CO ₂ ペイバック・タイム (年)	住宅用	2.63	3.48	2.80	2.42	2.08
	公共・産業等用	3.33	4.17	3.41	3.46	2.98
CO ₂ 排出原単位 (g-CO ₂ /kWh)	住宅用	58.6	77.6	62.5	53.8	46.4
	公共・産業等用	69.2	86.8	71.0	72.0	62.0

②高リサイクル性新型モジュール構造の開発

リサイクル性を重視した基本モジュール構造としてフレームレス/バックシートレス構造の合わせガラスモジュール(すなわち、カバーガラスとCIS 系薄膜太陽電池デバイス部が製膜された青板ガラス基板を、架橋したEVA 樹脂で貼り合わせた「ガラス-ガラス・サンドイッチ(合わせガラス)構造」)を試作し、十分な耐久性を持つことを確認した。十分な成果が出たので平成19年度で終了した。

(iii) 標準化支援事業及びIEA国際協力事業等

①太陽電池モジュール・アレイ及び太陽光発電システム・周辺機器の標準化に関する調査研究

IEC(国際電気標準会議)/TC82(Solar Photovoltaic Energy System)/WC1(用語)、3(システム)、6(周辺機器)、7(集光モジュール)、JCWG(村落発電)に参画した。用語に関する標準化の整合、システム・機器に関する標準化の検討、モジュール・アレイに関する標準化の検討を行った。その結果 IEC62116 を 2007 年に発行し、JIS を6件改訂した。

②包括的太陽電池評価技術に関する標準化

IEC/TC82/ WG2(地上用太陽電池セル・モジュール)参画し、5件の IEC 規格に反映させた。特に「発電量評価技術の研究開発」で開発した IEC 61853-1 地上用太陽電池モジュールのエネルギーレーティングが FDS 投票をクリアした。その他2件を提案した。

③IEA国際協力事業

IEA(国際エネルギー機関)PVPS(太陽光発電システムに関する研究協力計画実施協定)が1993年に締結されてからNEDOは積極的に参加してきた。2006年からはPVPSの運営は本事業に引き継がれTask 1, 2, 8, 9, 10, 11, 12に参加し、国際協力に貢献している。

④太陽光発電技術開発動向等の調査

欧州諸国、米国等に加え、アジア諸国等の新興国を対象に、太陽光発電に関する研究開発プログラム等について調査するとともに、各国の技術開発の方向性を探った。さらに、太陽光発電の研究開発・技術開発に携わる各国の主要な研究機関や研究プロジェクトの動向、研究体制を調査、分析し、その結果を毎年報告書にまとめた。

⑤太陽光発電技術開発戦略に関する調査

「薄膜シリコン系」「結晶シリコン系」、「化合物系」、「有機・色素系」の材料別の4分科会と、PVシステムを系統連系するときの技術開発課題を調査する「PVシステム」分科会で、各々の分野に分かれて調査研究を行った。中、長期にかけての技術の進展を踏まえ、全体として、効率の良い技術開発の戦略の立案を行った。また、「アセスメントツール分科会」では技術項目をコストで評価するツールを作成した。計画よりも2年早く完成したため、本テーマは平成19年度末をもって終了することとした。

(特許・論文等について件数を記載)	論文発表：17、特許出願：12、標準化提案：33
IV. 実用化、事業化の見通し	得られた太陽電池評価方法、発電量評価方法を元にJIS, IECに提案した。
V. 評価に関する事項	事前評価 平成17年度 担当部 新エネルギー技術開発部 事後評価 平成21年度 担当部 研究評価部 新エネルギー技術開発部
VI. 基本計画	作成時期 平成18年3月制定 変更履歴1 平成19年3月、 変更履歴2 平成20年3月 変更履歴3 平成21年3月

根拠法

本事業は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法15条第1項第1号イの規定に基づき実施する。

(エネルギーイノベーションプログラム・環境安心イノベーションプログラム)

「新エネルギー技術研究開発」基本計画

新エネルギー技術開発部
研究開発推進部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。

また、資源制約を克服し、環境と調和した持続的な経済・社会の実現と、安全・安心な国民生活を実現するには、革新的な技術の開発等を通じた地球全体での温室効果ガスの排出削減、廃棄物の発生抑制（リデュース）、製品や部品の再使用（リユース）、原材料としての再利用（リサイクル）推進による循環型社会の形成、バイオテクノロジーを活用した環境に優しい製造プロセスや循環型産業システムの創造、化学物質のリスクの総合的な評価及びリスクを適切に管理する社会システムの構築を推進することが重要である。

本研究開発は、2001年3月に閣議決定した「科学技術基本計画」における国家的・社会的課題に対応した研究開発の重点分野であるエネルギー分野、2001年9月の総合科学技術会議における分野別推進戦略であるエネルギー分野に位置づけられるものであり、エネルギーに関する技術開発を目的とする「エネルギーイノベーションプログラム」の一環として、さらに環境分野に関する技術開発を目的とする「環境安心イノベーションプログラム」の一環として実施する。

2005年2月に発効した京都議定書及び2005年3月に制定された新エネルギー技術開発プログラム、2008年4月に制定されたエネルギーイノベーションプログラム、環境安心イノベーションプログラムの対応として、環境負荷が少ない石油代替エネルギーの普及に向けた、新たな技術の開発及びコスト低減・性能向上のための戦略的取り組みが要求されている。

このような中で、2010年までに京都議定書の目標達成に貢献すべく取り組むことに加え、2030年度、更には2050年に向けた長期的視野に立ち、国内の知見・技術を結集して、再生可能エネルギー分野における新素材の研究開発、革新的・新規技術の研究開発、開発技術の適用性拡大、コストの低減、性能の向上等を行い、世界における優位性を確保するためにも、従来技術の延長にない技術革新をも目指した継続的な研

究・技術開発が必要不可欠である。

本研究開発は長期的な目標達成及び新規産業創造と産業競争力強化に資するために、再生可能エネルギー分野の中から革新的な技術開発の発掘等を行うことを目的に、実施する。

また、2006年に閣議決定された第3期科学技術基本計画、同年11月に定められた国際標準化戦略目標において、研究開発と標準化を一体的に推進することが提言された。経済活動のグローバル化に伴い世界市場が急速に一体化する中で、優れた技術でも国際標準を獲得できなければ市場を獲得できないこともあるので、研究開発の成果が世界的に利用されることで産業競争力の維持・強化を行う観点から、必要な技術分野については国際標準化等を目指した取り組みを行う。

(2) 研究開発の目標

本研究開発は、2010年度の目標を押さえつつ、2010年度以降の更なる二酸化炭素等の温室効果ガス排出量削減に向けて制定された新エネルギー技術開発プログラム基本計画等の各分野における中期の技術目標を達成するために、新素材の開発、新技術の開発、開発技術の拡大、性能の向上及びコストの削減を図り、2005年3月総合資源エネルギー調査会需給部会の2030年のエネルギー需給展望(答申)にある2030年度目標値の達成に資する。なお、個々の研究開発項目の目標は別紙「研究開発計画」に定める。

(3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

〔委託事業〕

- ① 新エネルギーベンチャー技術革新事業(制度)
- ② バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発(制度)
- ③ 太陽光発電システム未来技術研究開発
- ④ 太陽光発電システム共通基盤技術研究開発
- ⑤ 太陽エネルギー新利用システム技術研究開発事業
- ⑦ 革新的太陽光発電技術研究開発(革新型太陽電池国際研究拠点整備事業)
- ⑧ 単独運転検出装置の複数台連系試験技術開発研究
- ⑨ 洋上風力発電等技術研究開発
- ⑩ 次世代風力発電技術研究開発

〔共同研究(負担率: 1/2)〕

- ⑥ 太陽光発電システム実用化加速技術開発(制度)

〔助成事業(助成率: 1/2)〕

⑪ 太陽光発電システム実用化促進技術開発

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO技術開発機構」という。）が、単独ないし複数の原則本邦の企業、研究組合、公益法人等の研究機関（原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別な研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点からの国外企業との連携が必要な場合はこの限りではない）から公募によって研究開発実施者を選定し実施する。

本研究開発において、NEDO技術開発機構が主体となって行うべき基礎的・基盤的研究開発であると判断される研究開発内容に示した①～⑩の事業は委託により実施し、市場化に向けた産業界の具体的な取り組みが示されるべき実用化研究開発であると判断される研究開発内容に示した⑪の事業は助成（助成率1/2）により実施する。

NEDO技術開発機構は、研究開発に参加する各研究開発グループの有する研究開発ポテンシャルを検討し、これを最大限活用することにより効率的な研究開発を図る観点から、委託先決定後に必要に応じて研究開発責任者（プロジェクトリーダー）を指名し、その下に効果的な研究を実施する。

(2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDO技術開発機構は、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、外部有識者による技術委員会を設置し、開発内容について審議し、その意見を運営管理に反映させる他、プロジェクトリーダーを指名しているプロジェクトは四半期に一回程度プロジェクトリーダー等を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けることにより把握する。

3. 研究開発の実施期間

本研究開発の実施期間は研究開発項目ごとに以下のとおりとする。

① 新エネルギーベンチャー技術革新事業

本研究開発の期間は、平成19年度から平成23年度までの5年間とする。

② バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発

本研究開発の期間は、平成16年度から平成24年度までの9年間とする。

③ 太陽光発電システム未来技術研究開発

本研究開発の期間は、平成18年度から平成21年度までの4年間とする。

④ 太陽光発電システム共通基盤技術研究開発

本研究開発の期間は、平成18年度から平成21年度までの4年間とする。

⑤ 太陽エネルギー新利用システム技術研究開発事業

本研究開発の期間は、平成17年度から平成19年度までの3年間とする。

⑥ 太陽光発電システム実用化加速技術開発

本研究開発の期間は、平成17年度から平成19年度までの3年間とする。

⑦ 革新的太陽光発電技術研究開発（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業）

本研究開発の期間は、平成20年度から平成26年度までの7年間とする。

⑧ 単独運転検出装置の複数台連系試験技術開発研究

本研究開発の期間は、平成20年度から平成21年度までの2年間とする。

⑨ 洋上風力発電等技術研究開発

本研究開発の期間は、平成20年度から平成25年度までの6年間とする。

⑩ 次世代風力発電技術研究開発

本研究開発の期間は、平成20年度から平成24年度までの5年間とする。

⑪ 太陽光発電システム実用化促進技術開発

本研究開発の期間は、平成20年度から平成21年度までの2年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDO技術開発機構は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価及び事後評価を実施する。なお、中間評価結果を踏まえ必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。なお、評価の実施時期や方法は、研究開発項目毎に別紙研究開発計画に記載する。

5. その他重要事項

(1) 研究開発成果の取扱いについて

① 成果の普及

本研究開発で得られた研究成果についてはNEDO技術開発機構、委託先とも普及に努めるものとする。

② 知的基盤整備事業又は標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、知的基盤整備又は標準化等との連携を図るためデータベースへの提供、標準情報（TR）制度への提案等を積極的に行う。

③知的財産権の帰属

本研究開発で得られた研究開発の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

（2）基本計画の変更

NEDO技術開発機構は、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

（3）根拠法

① 新エネルギーベンチャー技術革新事業

「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号イ」及び「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号ロ」

② バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発

「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号ロ」

③ 太陽光発電システム未来技術研究開発

「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号イ」

④ 太陽光発電システム共通基盤技術研究開発

「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号イ」

⑤ 太陽エネルギー新利用システム技術研究開発事業

「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号ロ」

⑥ 太陽光発電システム実用化加速技術開発

「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号イ」

⑦ 革新的太陽光発電技術研究開発（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業）

「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号イ」

⑧ 単独運転検出装置の複数台連系試験技術開発研究

「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号イ」

⑨ 洋上風力発電等技術研究開発

「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号イ」

⑩ 次世代風力発電技術研究開発

「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号イ」

⑪ 太陽光発電システム実用化促進技術開発

「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第3号」

(4) その他

本プロジェクトは、平成18年度まで以下の基本計画を定めて実施していたテーマも統合して実施する。

- ・ バイオマスエネルギー高効率転換技術開発
- ・ 太陽光発電システム未来技術研究開発
- ・ 太陽光発電システム共通基盤技術研究開発
- ・ 太陽エネルギー新利用システム技術研究開発
- ・ 太陽光発電システム実用化加速技術開発

6. 基本計画の改訂履歴

- (1) 平成19年3月、6事業を統合して新たに制定。
- (2) 平成20年3月、5事業を追加するとともに、バイオマスエネルギー高効率転換技術開発について研究開発の具体的内容、事業期間及び事業名を変更、太陽光発電システム未来技術研究開発について研究開発の具体的内容及び達成目標を一部変更（平成19年度中間テーマ評価結果に基づき、研究開発項目(イ)～(ハ)について見直し）、太陽光発電システム共通基盤技術研究開発について標準化調査研究等の実施を追加して改訂。
- (3) 平成20年4月、次世代風力発電技術研究開発事業（自然環境対応技術等）を統合し、次世代風力発電技術研究開発に係る研究開発計画を追加するとともに、推進部署に研究開発推進部を追加して改訂。
- (4) 平成20年7月、イノベーションプログラム基本計画の制定により、「(1) 研究開発の目的」の記載を改訂。
- (5) 平成20年8月、革新的太陽光発電技術研究開発（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業）について内容の明確化のため表現を変更して改訂。
- (6) 平成20年10月、革新的太陽光発電技術研究開発（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業）について、達成目標の詳細について追記して改訂。
- (7) 平成21年3月、次の変更等により改訂。
バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発について一部公募実施年度を変更
太陽光発電システム未来技術研究開発についてPLの所属を変更
太陽光発電システム共通基盤技術研究開発についてPLの所属及び標準化事業に関する達成目標を変更
革新的太陽光発電技術研究開発（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業）について

グループリーダーの氏名を追記

単独運転検出装置の複数台連系試験技術開発研究についてP Lの氏名を追記

洋上風力発電技術研究開発について研究開発の具体的内容等を一部変更するとともに、事業名を変更

別紙) 研究開発計画

研究開発項目①～③省略

研究開発項目④「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」

国立大学法人東京工業大学 統合研究院 ソリューション研究機構 特任教授 黒川浩助氏をプロジェクトリーダーとし、その下で連携を取りつつ、以下の研究開発を実施する。

(i) 新太陽電池評価技術の開発

1. 研究開発の必要性

太陽電池の性能評価方法は、これまでに結晶シリコン系及びアモルファスシリコン系太陽電池について JIS/IEC の規格化が完了し、その性能や安全性の評価方法について確立されるとともに、認証試験についても対応することが可能となった。

しかし、近年、新たな材料を用いた太陽電池や、これまでと異なる構造の太陽電池、高性能な太陽電池など新型（色素増感、有機薄膜、多接合、CIS 系、化合物など）のものが活発に開発されてきている。これら新型の太陽電池は、従来の太陽電池と比べ発電特性が大きく異なるため、従来技術で評価することが出来ないという課題がある。また、高精度な基準セルや基準モジュールの供給や大面積なモジュールの評価、各種モジュール性能の実力評価も求められている。

また、太陽電池の性能を表す場合、従来は標準条件(STC)での性能評価(W)で対応してきたが、この方法では温度や日射量、スペクトル等の異なる環境下での発電量を評価できない欠点がある。このため、発電量定格(Wh, kWh)による評価が求められている。同時に、国際的にも発電量定格の標準化が進められつつあり、これへの対応も必須となっている。

一方、製品寿命の長い太陽電池について長期信頼性に関する評価手法が確立されていないため、各方面から長期信頼性に関する規格化や試験方法の確立が要求されている。

2. 研究開発の目的

新型の太陽電池にも対応しうる、太陽電池の普及を進めるために必要な評価方法、試験方法等を整備する。

3. 研究開発の具体的内容

太陽電池評価技術として、新型太陽電池に対応する基本的な評価方法を開発する。また、基準セル校正技術の高精度化や基準モジュールの評価技術等の確立を行い、産業界に供与可能な環境を整える。さらに大型化する太陽電池モジュールにも対応可能な性能評価技術要件を明確にし、各種モジュール性能を評価する。

発電量評価技術として、日本の気候区（I～V）に対応した気象データと実サイトにおける太陽光発電システムによる実運転データを取得し、データベース化を図るとともに規

格化を進め、これらより得られるデータを下に、発電量定格の評価技術を開発し、標準化を図る。

信頼性評価技術として、太陽電池モジュールや太陽光発電システムの屋外曝露試験データを取得、分析評価し、劣化要因を抽出する。これと併せて屋内での寿命評価試験方法を開発し、規格化を推進する。

4. 達成目標（平成21年度）

太陽電池評価技術

- ・ 新型太陽電池の性能評価技術に関して、NEDO技術開発機構開発品も含めて基礎データを収集、分析、評価し、基本的評価手法を確立する。なお、必要に応じ規格化を図る。
- ・ 校正技術の再現性(0.5%以内)及び基準モジュールの校正技術を確立する。
- ・ 大型化する太陽電池モジュールの特性を評価するための大面積化（約2×1.5m程度）に向けた基本的技術要件を抽出・検証し、大面積化の為の技術要件を提示する。

発電量評価技術

- ・ 日本の気候区における気象データ（スペクトルと傾斜面日射量、その他標準的気象データ等）と実際の太陽光発電システムによる運転性能データ等を取得し、関係を明確化するとともに標準化に向けたデータベース構築等の基盤整備を図る。
- ・ 太陽電池モジュール及び太陽光発電システムにおける発電量定格評価に必要な評価技術等を確立する。

信頼性評価技術

- ・ 太陽電池モジュールや太陽光発電システムの屋外曝露試験を行い、電気的物理的な劣化状況に関するデータを収集、分析、評価等を行うとともに太陽光発電システムも含めた劣化要因について抽出する。
- ・ 20～30年の屋外曝露に相当する屋内での寿命評価試験方法等について、モジュール並びにシステムとして基本的な評価技術を開発し、規格化に向けた技術要件を整理する。

5. 評価の時期及び方法

NEDO技術開発機構は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の事後評価を平成22年度に実施する。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、適宜見直すものとする。

(ii) PV環境技術の開発

1. 研究開発の必要性

これまでの太陽光発電システムは、戸建住宅用を主として初期導入期から大量導入期に移行しつつある。さらに導入を促進するためには住宅用以外への多様な設置環境にも対応したシステムが必要である。従って、使用環境や使用後の大量の更新・廃棄も考慮したモジュール及びシステム等に必要となる性能や基準が要求されるため、これらに対応した基準・規格、環境条件等を明確にすることが求められている。

また、環境対応技術として新たな種類の太陽電池や破損・粉砕された太陽電池モジュール、種類の異なる太陽電池が混ざり合った物などのリサイクル関連技術の充実も必要となってくる。

加えて、太陽電池の製造規模が増大し、廃棄処理についても今後具体的に考慮する必要性が増してくるため、これらを加えた LCA 評価が求められている。また太陽電池の生産規模や製造でのエネルギー投入量・排出原単位等基礎となるデータの状況も変化してきており、現実に即した評価手法の見直しやデータ更新が求められている。

2. 研究開発の目的

太陽電池の導入を促進するために、太陽電池の環境負荷を低減することを目的に、必要な技術の開発を行う。

3. 研究開発の具体的内容

大量導入を推進する上で住宅用以外への多様な設置環境（工場屋根、ビル、道路壁、遊休地等々）における設置条件（温湿度や空気質、水質環境、日射条件、風・積雪・ばいじんなど）等を調査分析し、試験・評価条件あるいは技術ガイドライン等を整備する。

環境対応技術として、新たな種類の太陽電池や破損・粉砕された太陽電池モジュール、種類の異なる太陽電池が混ざり合った物などについて、これまでに開発されたリサイクル技術で対応可能かを分析・評価し、不十分な場合は新たなリサイクル等の関連技術の開発を行う。

LCA 評価として、これまでの評価の見直しとリサイクル等の廃棄処理まで考慮した評価を実施する。

なお、必要に応じ環境関連技術、低コスト化技術、高効率化技術などについて問題抽出や課題解決のための方向性検討・調査等を行う。

4. 達成目標

- ・多様な設置環境における太陽光発電システムの設置条件を整理し、設置についての技術ガイドライン等を整備する。

- ・新たな種類の太陽電池にも対応したリサイクル関連技術を確立する。(平成19年度末)
- ・LCA評価の見直しを行い、廃棄を含めたLCA評価を完了する。(平成20年度末)

5. 評価の時期及び方法

NEDO技術開発機構は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の事後評価を平成22年度に実施する。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、適宜見直すものとする。

(iii) 標準化支援事業及び I E A 国際協力事業等

1. 研究開発の必要性

太陽光発電の市場が、初期導入期から大量導入期へと移行するに伴い、我が国の太陽光発電に関する技術力及び市場競争力をより一層強化するためには、世界的規模での技術開発をリードする必要がある、関連する技術情報の調査、収集が重要となっている。

また、我が国は、これまでの一貫した技術開発と導入策に支えられ、太陽電池生産量、累積導入量ともに世界トップレベルを達成しており、国際的な太陽光発電の普及において主導的な責任を果たすことも期待されており、諸外国との研究協力や情報収集、情報交換等を推進することも必要である。

同時に、我が国の太陽光発電に関する技術の国際競争力を、今後も維持・向上させるために、国内外の標準・規格の策定への取り組みが一層重要性を増している。

2. 研究開発の目的

我が国の太陽光発電分野での国際競争力を維持、向上するための今後のプロジェクト運営に資することを目的に、以下の事業を行う。

3. 研究開発の具体的内容

- ・ 太陽光発電に関する国際的な技術開発状況や諸外国の国家プロジェクト等について、太陽光発電技術に関する学術会議や I E A 活動などから調査・分析し、諸外国の動向等を把握する。
- ・ 上記活動を通して日本の研究開発の進むべき方向性や分析・評価手法等について検討しまとめる。
- ・ 標準化調査研究において、太陽電池の性能評価及び太陽光発電システムに関する国内外の標準策定に向けた活動を行う。

4. 達成目標（平成 21 年度）

- ・ 太陽光発電に関する技術開発や国家プロジェクトの動向等を調査・分析し、世界の動向を把握した上で、次の技術開発の進むべき方向性や目標レベル、分析・評価手法の開発方針等を明確にする。
- ・ J I S 素案を提案するとともに、I E C の改正について提案活動を行う。

5. 評価の時期及び方法

N E D O 技術開発機構は、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の事後評価を平成 22 年度に実施する。なお、評価の時期については、当該研究開発

に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、適宜見直すものとする。

研究開発項目⑤～⑪省略

I. 事業の位置付け・必要性について

1. NEDO の関与の必要性・制度への適合性

1.1 NEDO が関与することの意義

資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的な新エネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。

2005年2月に発効した京都議定書及び2005年3月に制定された新エネルギー技術開発プログラム、2008年4月に制定されたエネルギーイノベーションプログラム、環境安心イノベーションプログラムの対応として、環境負荷が少ない石油代替エネルギーの普及に向けた、新たな技術の開発及びコスト低減・性能向上のための戦略的取り組みが要求されている。

太陽光発電システムは、新エネルギーの中でも発電時に燃料が不要かつクリーンな発電技術であり、その供給ポテンシャルも大きい。したがって、エネルギー資源の乏しいわが国の将来に必要な発電技術として、その早期実用化を導入拡大が求められている。太陽光発電システムの自立的な導入拡大を実現するためには、太陽電池の低コスト化ばかりでなく、太陽光発電システムの安全性性能評価や信頼性等に関する共通基盤技術を確立することが不可欠であり、平成13年の総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会でも「新エネルギーの共通基盤的技術開発については、国が中心となって実施すべき」と報告されている。このような観点から実施する本事業は、公共的性格が濃く、また、太陽光発電技術の導入は我が国の長期エネルギー・環境政策にも密接に関連することから、国（NEDO）が主体的役割を果たすべきものと考えられる。

また、NEDOが2004年策定したロードマップ（PV2030）にも共通基盤技術開発は2030年に向けた太陽光発電全体に必要な、あるいは整備すべき公共性の高い技術開発と位置づけられ、国による委託研究すべきと述べられている。

表 1-1 屋根設置型住宅用太陽光発電システムの EPT,CO₂ 排出原単位

年度規模	10MW		30MW		100MW	
	EPT (年)	CO ₂ 排出原単位 (g-CO ₂ /kWh)	EPT (年)	CO ₂ 排出原単位 (g-CO ₂ /kWh)	EPT (年)	CO ₂ 排出原単位 (g-CO ₂ /kWh)
多結晶シリコン	2.6	71	2.2	62	1.5	46
アモルファスシリコン	2.3	60	1.7	42	1.1	29
CdTe	1.8	51	1.3	39	1.0	30
CIS 系	1.2	33	1.1	30	0.9	26

NEDO H12 年度「太陽光発電評価の調査研究」

表 1-2 エネルギー需給の姿

(原油換算万 kL)

	2005 年度	2020 年度		2030 年度	
	実績	現状固定ケース・努力継続ケース	最大導入ケース	現状固定ケース・努力継続ケース	最大導入ケース
太陽光発電	35	140	350	669	1300
風力発電	44	164	200	243	269
廃棄物発電+バイオマス発電	252	364	393	435	494
バイオマス熱利用	142	290	330	402	423
その他※	687	707	763	638	727
合計	1160	1665	2036	2387	3212

※「その他」には、「太陽熱利用」、「廃棄物熱利用」、「未利用エネルギー」、「黒液・廃材等」が含まれる。

「黒液・廃材等」の導入量は、基本的にエネルギー需給モデルにおける紙パの生産水準に依存するため、モデルで内生的に試算する。

H21 年 5 月 経済省「長期エネルギー需給見通し」より

1.2 実施の効果（費用対効果）

前述のように、本事業は太陽光発電システムの普及拡大のための共通基盤技術の開発であり、公共的な性格が強い。本事業は、主として太陽光発電技術に関する規格化や標準化といった知的基盤の整備に資する効果が期待されることから、定量的な費用対効果の試算には適さない。しかし、本事業は世界市場で戦う太陽電池産業を下支えする事業でありその効果は計り知れない。また、標準化に関する成果としては国内規格 JIS の改訂ならびに素案作成に寄与した。さらに国際標準化の活動においても IEC/TC82 の太陽光に関する審議の場に積極的参加を行い、日本のもつ技術の提案活動を行ってきた。それらの活動も太陽電池産業を下支えする活動である。

2. 事業の背景・目的・位置づけ

今後の我が国の情報化社会、高福祉社会の進展等により、エネルギー需要、特に電力需要の拡大が予想される中、エネルギー安定供給や地球環境保全への対応等の観点から、無尽蔵かつクリーンな PV システムの普及促進が社会的要請となっている。海外においても、米国、ドイツなどを中心に太陽光発電システムの技術開発並びに導入促進が進められているほか、九州沖縄サミット合意（途上国支援）を踏まえた再生可能エネルギー分野での国際協力拡大に関する検討が、IEA（国際エネルギー機関）等で進められた。

これまで、PV システムの大量導入に向けて、ニューサンシャイン計画を中心とした技術開発、各種の導入助成措置等、種々の施策が講じられてきた。その結果、我が国における PV システムの導入量、生産量はともに世界最高水準にあるが、今後は、平成 13 年 6 月に総合エネルギー調査会でとりまとめられた長期エネルギー需給見通しの導入目標（2010 年度：累積 482 万 kW（4.82GW））達成に向けて、一層の推進が求められている。しかし、2008 年に導入量ではドイツ、スペインに抜かれ、生産量ではドイツ、中国に抜かれた。世界市場での巻き返しをはかっている。また、温暖化効果ガスの削減を政府公約とし、その重要な役割を太陽光発電に期待されている。NEDO が平成 16 年 4 月に策定したロードマップ PV 2030 では、2030 年の太陽光発電の国内導入量を 50GW～100GW と想定している。また、平成 21 年度経済省策定の「長期エネルギー需給見通し」では 2030 年原油換算で最大 1300k l の相当量の太陽光発電の導入見通しである。

しかし、現状の発電コストは、家庭用電力料金の約 2 倍、業務用電力料金の約 4 倍と、依然割高である。したがって、2010 年度の導入目標達成には、PV システムの製造コストの低減や発電性能の向上とともに、PV システムの性能や長期信頼性、安全性等に関する共通基盤技術の整備が不可欠であり、実際に、最近においては太陽電池モジュールの出力不足問題や不良品の回収問題などが発生している。

太陽電池セルやモジュールの性能については、これまでニューサンシャイン計画下において性能評価技術に関する研究開発が進められ、主として Si 系太陽電池の標準化や規格化などに活用されてきた。しかし、近年における先進各国での太陽電池市場の出現や発展途上国における村落電化需要の萌芽から、太陽電池の性能評価はこれまで以上に国際的整合性の重要性が高まりを見せた。我が国では、JET が平成 15 年 4 月から、モジュールの性能・信頼性に対する認証制度を開始した。一方、IEC(International Electrotechnical Commission：国際電気標準会議)では、平成 14 年 10 月に北京で開催された CAB(Conformity Assessment Board：適合性評価評議会)会議において、太陽電池システムの相互認証を通して国際市場で流通できるようにするために、IECEE(IEC System for Conformity Testing to Standards for Safety of Electrical Equipment：IEC 電気機器安全規格適合試験制度)スキームのカテゴリーに太陽電池システムを組み入れて実施することが正式に承認され、平成 16 年 1 月より正式に運用が開始された。(JET)

これまでの太陽光発電システムは、戸建住宅用を主として初期導入期から大量導入期に移行しつつある。さらに導入を促進するためには住宅用以外への多様な設置環境にも対応したシステムが必要である。従って、使用環境や使用後の大量の更新・廃棄も考慮したモジュール及びシステム等に必要となる性能や基準が要求されるため、これらに対応した基準・規格、環境条件等を明確にすることが求められている。

また、環境対応技術として新たな種類の太陽電池や破損・粉碎された太陽電池モジュール、種類の異なる太陽電池が混ざり合った物などのリサイクル関連技術の充実も必要となってくる。

加えて、太陽電池の製造規模が増大し、廃棄処理についても今後具体的に考慮する必要が増してく

るため、これらを加えた LCA 評価が求められている。また太陽電池の生産規模や製造でのエネルギー投入量・排出原単位等基礎となるデータの状況も変化してきており、現実に即した評価手法の見直しやデータ更新が求められている。

最近では、新たな太陽電池として CIS 系薄膜や多接合型薄膜、色素増感型、有機薄膜、高性能 Si などの新型太陽電池の出現や太陽電池モジュールの面積化がすすめられているため、これらに対応した太陽電池の評価技術を確立し、その標準化や規格化に向けた知的基盤を整備することが不可欠である。

一方、太陽電池モジュールの長期信頼性については、現在までに国際規格（IEC）や国内規格（JIS）で定められている耐久性に関する規格は型式認証的な性格が強く、客観的に評価するための試験技術は確立されていないため、ユーザーや業界等からは信頼性、耐久性に関する評価方法を求める要望が強くなってきている

わが国の PV システムの導入は住宅用中心に普及が始まり、2005 年度までに約 25 万戸が導入されており¹、さらに、住宅用以外のシステム導入も進み、2010 年度には住宅用で約 100 万軒の累積導入が見込まれている²。このような普及の進展につれて、PV システムの導入が地域的に広がるとともに、ユーザニーズの多様化や設置形態・設置環境の複雑化が進展し、システム設計の複雑化が想定される。したがって、PV システムの大量導入のためには、設計精度向上や、システムの多様化に対応した性能評価手法等の開発が不可欠であり、PV システムは、民生分野に普及してきた家電製品に比べて使用年数が大幅に長く、稼働部分がない上に、運転状態が日射条件によって一様でないため、設置者がシステムの不具合や故障を知ることが容易ではない。したがって、PV システムの信頼性確保と長期的な性能の向上には、PV システムの性能を診断し、不具合や故障が生じた場合には、それを早期に発見、修復する技術を確立する必要がある。

一方、循環型経済社会の構築が重視される今日、建設資材や家電製品などの処理に関しては、その法整備等も進められ、そのシステムがほぼ完成しているが、PV システムは建設資材と家電製品の両面の性格を有しているにも関わらず、廃棄やリサイクルといった処理技術やそのガイドラインの整備などに関する本格的な取り組みは現在までのところなされていない。今後、PV システムが大量に普及した場合には、それと同等の膨大な廃棄物が発生することになるが、問題発生後の対応では環境負荷を増大させるだけでなく、膨大な時間と費用を要することが懸念される。ニューサンシャイン計画のプレ最終評価³においても、「リサイクル・リユースを含めて、太陽光発電システム廃棄後の処理の仕方にも思いをめぐらし、最大限、再資源化、再利用できるように考えておく必要もある」と言及されている。他方、廃棄された PV システムの構成機器から、再利用可能な資源を回収してリユースあるいはリサイクルする技術とそのための社会体系が整備されれば、循環型経済社会の構築に貢献するばかりでなく、PV システムのコスト低減につながる可能性もある。

NEDO が 2004 年策定したロードマップ（PV2030）にも共通基盤技術開発として 2030 に向けた太陽光発電全体に必要な、あるいは整備すべき公共性の高い技術研究開発を行うことを述べている。その中で、性能評価技術、発電量予測技術、標準化などに資するテーマがあげられている。

また、NEDO が 2009 年に策定したロードマップ（PV2030）+ にも

- イ) 太陽電池やモジュールの性能、信頼性・安全性、発電量等の評価技術の開発
- ロ) 太陽電池モジュールのリサイクル・リユースのための技術開発
- ハ) 環境評価（LCA 分析）、設置環境整備・法整備等への技術面でのサポート（技術開発）
- ニ) 太陽光発電システムの利用拡大に向けた必要技術・技術最適化への技術調査・検討
- ホ) 海外市場での基盤整備、システム利用に関する戦略的共同研究開発、研究交流の実施
（情報収集、基盤整備への技術支援、影響力確保、人材育成（キーパーソン育成）
- ヘ) 海外での太陽光発電システムの技術開発動向と利用環境の調査

1：新エネルギー財団

2：総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会資料

3：太陽光ロードマップ（PV2030+）P60

ト) 国際的な規格制定への技術的な検証

フ) 国際エネルギー機関の技術開発調査活動などへの貢献と我が国からの提案活動を行うべしと述べられている。³

本事業は、太陽光発電システムに関する公共的かつ基盤的要素が強い事業であり、標準化も含めた基礎的研究開発から商用化、運用、廃棄に至る全てのシーンで共通的に活用される必要のある技術開発を進めるものである

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

1. 事業の目標

新エネルギー技術研究開発の目標として、資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。

また、資源制約を克服し、環境と調和した持続的な経済・社会の実現と、安全・安心な国民生活を実現するには、革新的な技術の開発等を通じた地球全体での温室効果ガスの排出削減、廃棄物の発生抑制（リデュース）、製品や部品の再使用（リユース）、原材料としての再利用（リサイクル）推進による循環型社会の形成、バイオテクノロジーを活用した環境に優しい製造プロセスや循環型産業システムの創造、化学物質のリスクの総合的な評価及びリスクを適切に管理する社会システムの構築を推進することが重要である。

本研究開発は、2001年3月に閣議決定した「科学技術基本計画」における国家的・社会的課題に対応した研究開発の重点分野であるエネルギー分野、2001年9月の総合科学技術会議における分野別推進戦略であるエネルギー分野に位置づけられるものであり、エネルギーに関する技術開発を目的とする「エネルギーイノベーションプログラム」の一環として、さらに環境分野に関する技術開発を目的とする「環境安心イノベーションプログラム」の一環として実施する。2005年2月に発効した京都議定書及び2005年3月に制定された新エネルギー技術開発プログラム、2008年4月に制定されたエネルギーイノベーションプログラム、環境安心イノベーションプログラムの対応として、環境負荷が少ない石油代替エネルギーの普及に向けた、新たな技術の開発及びコスト低減・性能向上のための戦略的取り組みが要求されている。

このような中で、2010年までに京都議定書の目標達成に貢献すべく取り組むことに加え、2030年度、更には2050年に向けた長期的視野に立ち、国内の知見・技術を結集して、再生可能エネルギー分野における新素材の研究開発、革新的・新規技術の研究開発、開発技術の適用性拡大、コストの低減、性能の向上等を行い、世界における優位性を確保するためにも、従来技術の延長にない技術革新をも目指した継続的な研究・技術開発が必要不可欠である。

本研究開発は長期的な目標達成及び新規産業創造と産業競争力強化に資するために、再生可能エネルギー分野の中から革新的な技術開発の発掘等を行うことを目的に、実施する。

また、2006年に閣議決定された第3期科学技術基本計画、同年11月に定められた国際標準化戦略目標において、研究開発と標準化を一体的に推進することが提言された。経済活動のグローバル化に伴い世界市場が急速に一体化する中で、優れた技術でも国際標準を獲得できなければ市場を獲得できないこともあるので、研究開発の成果が世界的に利用されることで産業競争力の維持・強化を行う観点から、必要な技術分野については国際標準化等を目指した取り組みを行う。

NEDOが2004年に策定したロードマップ（PV2030）に2030年に向けた太陽光発電全体に必要な、あるいは整備すべき公共性の高い技術開発として位置づけられている。また2009年の改訂したロードマップ（PV2030+）には太陽光発電システムの大量利用や技術発展のための技術的な基礎となる基盤技術の開発、国際貢献などに関する戦略的取り組みが必要であるとして具体的に取り組み課題として

- イ) 太陽電池やモジュールの**性能、信頼性・安全性、発電量等の評価技術**の開発
- ロ) 太陽電池モジュールの**リサイクル・リユース**のための技術開発
- ハ) 環境評価（LCA分析）、設置環境整備・法整備等への技術面でのサポート（技術開発）
- ニ) 太陽光発電システムの利用拡大に向けた必要技術・技術最適化への技術調査・検討
- ホ) 海外市場での基盤整備、システム利用に関する戦略的共同研究開発、研究交流の実施（情報収集、基盤整備への技術支援、影響力確保、人材育成（キーパーソン育成））
- ヘ) 海外での太陽光発電システムの**技術開発動向と利用環境の調査**

- ト) 国際的な規格制定への技術的な検証
- チ) 国際エネルギー機関の技術開発調査活動などへの貢献と我が国からの提案活動があげられている。

2. 事業の計画内容

2.1 研究開発の内容

本事業は

- (i) 新太陽電池評価技術の開発
 - (ii) PV環境技術の開発
 - (iii) 標準化支援事業及びIEA国際協力事業等
- の3つの研究開発項目を実施する。

(i) 新太陽電池評価技術の開発

太陽電池評価技術として、新型太陽電池に対応する基本的な評価方法を開発する。また、基準セル校正技術の高精度化や基準モジュールの評価技術等の確立を行い、産業界に供与可能な環境を整える。さらに大型化する太陽電池モジュールにも対応可能な性能評価技術要件を明確にし、各種モジュール性能を評価する。

発電量評価技術として、日本の気候区（I～V）に対応した気象データと実サイトにおける太陽光発電システムによる実運転データを取得し、データベース化を図るとともに規格化を進め、これらより得られるデータを下に、発電量定格の評価技術を開発し、標準化を図る。

信頼性評価技術として、太陽電池モジュールや太陽光発電システムの屋外曝露試験データを取得、分析評価し、劣化要因を抽出する。これと併せて屋内での寿命評価試験方法を開発し、規格化を推進する。

(ii) PV環境技術の開発

大量導入を推進する上で住宅用以外への多様な設置環境（工場屋根、ビル、道路壁、遊休地等々）における設置条件（温湿度や空気質、水質環境、日射条件、風・積雪・ばいじんなど）等を調査分析し、試験・評価条件あるいは技術ガイドライン等を整備する。

環境対応技術として、新たな種類の太陽電池や破損・粉砕された太陽電池モジュール、種類の異なる太陽電池が混ざり合った物などについて、これまでに開発されたリサイクル技術で対応可能かを分析・評価し、不十分な場合は新たなリサイクル等の関連技術の開発を行う。

LCA評価として、これまでの評価の見直しとリサイクル等の廃棄処理まで考慮した評価を実施する。

なお、必要に応じ環境関連技術、低コスト化技術、高効率化技術などについて問題抽出や課題解決のための方向性検討・調査等を行う。

(iii) 標準化支援事業及びIEA国際協力事業等

- ・ 太陽光発電に関する国際的な技術開発状況や諸外国の国家プロジェクト等について、太陽光発電技術に関する学会会議やIEA活動などから調査・分析し、諸外国の動向等を把握する。
- ・ 上記活動を通して日本の研究開発の進むべき方向性や分析・評価手法等について検討しまとめる。
- ・ 標準化調査研究において、太陽電池の性能評価及び太陽光発電システムに関する国内外の標準策定に向けた活動を行う。

2.2 研究開発の実施体制

本研究開発を実施するための基本計画については、平成17年11月および平成18年2月に外部有識者による太陽光発電技術開発委員会においてその方向性を審議し、平成18年3月に策定された。

本研究開発は、NEDO技術開発機構が選定する企業、大学、民間研究機関、あるいは独立行政法人等（以下、「委託先」という。）が、NEDO技術開発機構と委託研究契約を締結し実施した。

実施した公募の状況は以下のとおりである。

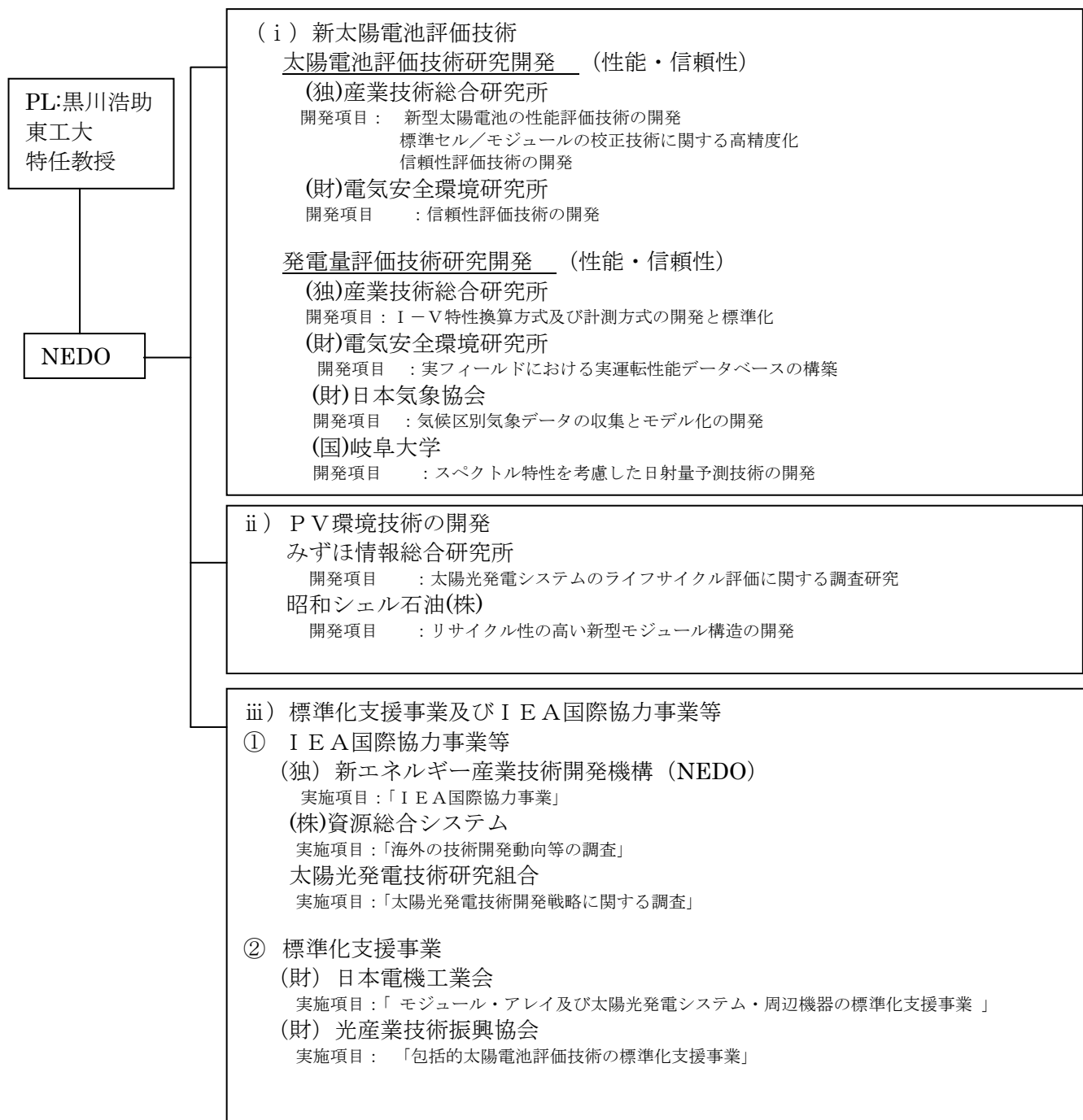
公募期間 平成18年3月15日～4月15日
応募件数 8件

採択件数 8 件（部分採択 3 件を含む）

研究開発の実施体制を図 1 に示す。

別途、標準化支援に関する 2 テーマを公募採用した。

図 1 実施体制



2.3 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任と決定権をもつ NEDO 技術開発機構は、経済産業省と密接な関係を維持しつつ、研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施している。また新エネルギー技術開発部で実施する太陽光発電技術開発に関する全事業のあり方やロードマップの策定等について、外部有識者の意見を聴取するために太陽光発電技術研究開発委員会を開催し、運営管理に反映させている。

具体的に本プロジェクトに関しては、平成 17 年 7 月の第 4 回太陽光発電技術委員会から、平成 18 年度以降の技術開発・研究開発の中で取り上げられ、それ以後、技術開発の進め方や公募の開発課題に関する意見を求め、公募要領に反映した。またプロジェクト実施期間中においては、その方向性や実施内容について意見を求め、研究開発の運営に反映した。

また、新太陽電池評価研究開発では、太陽電池評価研究会と発電量評価研究会を設け、年 2 から 3 回開催し研究開発の進捗管理を行っている。

3. 情勢変化への対応

並行して実施する研究開発プロジェクト（「太陽光発電システム未来技術研究開発」）で CIS 系、色素増感型、薄膜系などの新技術に成果が期待されるテーマが数多く提案されたので技術開発と並行して各種評価方法、試験方法等の国際標準化を進めることが急務であると考え、当初計画（結晶シリコン、アモルファスシリコン単接合等のみを対象）から外れていた前記の新技術についても加速により対象に加えて実施することとした。また、発電量定格に関する国際標準化の審議が今年度から予想よりも早く開始されたことに伴い、加速により分光日射量のモデル化・データベース化、発電量算出方式の検証を含めた評価技術の開発を加速することとした。

昭和シェル石油の「高リサイクル性新型モジュール構造の開発」に関しては、当初の目標であったリサイクル性の高いモジュールの基本構造としての「フレームレスモジュール」の試作品が完成した。今後の開発はこの基本構造をもとに関連事業者が主体的に取り組むべきものと判断し、本テーマは平成 19 年度末をもって終了することとした。

太陽光発電技術研究組合の「太陽光発電技術開発戦略に関する調査」に関しては、評価ツールが計画よりも 2 年早く完成した。そのため、本テーマは平成 19 年度末をもって終了することとした。

また、PV 環境技術の開発における設置基準のガイドラインの設定は、本事業でなく、「太陽光発電フィールドテスト事業」で実施し、平成 20 年 3 月に発行した。その際、本事業の実施者も編集委員会に委員として参加した。

4. 評価に関する事項

事前評価	平成 17 年度	担当部	新エネルギー技術開発部
事後評価	平成 21 年度	担当部	研究評価部 新エネルギー技術開発部

Ⅲ. 研究開発成果について

1. 事業全体の成果

1.1 成果の概要

1.1.1 太陽電池評価技術の研究開発

1.1.1.1 新型太陽電池性能評価技術 (AIST)

各種新型太陽電池性能評価技術に関して、太陽電池モジュールの高精度な評価に必須な、モジュール内要素セルおよびモジュール全体の分光感度特性を測定可能な実用的モジュール分光感度特性測定技術・装置を世界で初めて開発した。結晶 Si, 薄膜 Si, CIGS, 多接合等各種太陽電池モジュールの分光感度特性および出力特性の高精度な評価を可能とした。性能評価の基となる IEC 規格の基準太陽光スペクトル改訂が、各種太陽電池の性能表評価に及ぼす影響を世界に先駆けて定量的に明らかにした。これらの世界をリードする高精度な性能評価技術を開発すると共に国際比較等を通して検証し、初期目標を大幅に達成した。

可変条件性能評価技術に関して、太陽電池モジュール温度を均一に約 10℃～65℃以上まで可変できる冷却・加熱装置を新規開発し、高精度な可変条件性能測定を可能とした。太陽電池特性の広範囲な温度照度依存性を精密に再現できる補正式を開発し、JIS 規格に採択。IEC 規格に採択予定。可変スペクトルソーラシミュレータの基本設計を検証した。

1.1.1.2 校正技術高度化 (AIST)

一次基準セル校正技術高度化に関して、AIST におけるソーラシミュレータ法による一次基準太陽電池の校正の不確かさを解析し、その値が 1% 以内であることを明らかにした（この値は、ISO/IEC17025 に対する適合性認定審査でその妥当性が第三者評価され、国際的にも相互承認された）。以上により、わが国の一次校正が国際最高レベルであることを明らかにして初期の目標を大幅に達成した。

また、次世代校正方法の要素技術として、プローブ光として用いる単色光が従来の 5 倍の均一度、2 倍の放射照度を、9 倍の面積で照射可能な高強度・高均一単色光照射機構を開発した。

結晶シリコン系二次基準モジュールの屋内校正技術を世界で初めて確立した。温度制御装置を開発し、繰り返し測定の不確かさ目標 0.5% を大幅に上回る 0.2% で測定できる手順を確立した。また、二次基準モジュール法の不確かさ解析の一環として、モンテカルロ・シミュレーションによる各種解析を実施した。その成果は、JIS C 8921 「二次基準シリコン結晶系太陽電池モジュール」にも活用され、初期の目標を大幅に達成した。

1.1.1.3 信頼性評価技術 (AIST/JET)

・複合加速試験

複合加速劣化試験装置内の改善、恒温槽付減光板精密移動装置の開発などを図り、A 社製モジュール（多結晶 150mm 角セル 12 枚、W345×L972mm）を用いて、3SUN90℃、3SUN75℃、1SUN90℃の条件下で複合加速劣化試験を実施し加速係数を算出した。東京における平均積算日射量との比較では、3SUN90℃加速試験は加速係数（暫定）160 が得られた。最終的な加速係数の算出には屋外暴露データとの照合が必要であるため、暫定値ではあるが、現行市販モジュールにても十分有効な値が得られ、当初の目標が達成された。

更なる加速劣化因子探索のための要素技術として、太陽電池セルまたはモジュールに周期的に変化する順方向・逆方向の電圧を印加することで、セル・インターコネクタ間へストレスを与える劣化試験に着手した。逆バイアス降伏試験の結果、屋外実使用条件下での不具合事例と同様な現象が見られ、本試験方法が新たな加速手法の一つとして有望であるとの結論を得た。

・暴露試験

商品寿命の長い太陽電池および太陽光発電システムにおいては長期信頼性に関する評価手法が確立されておらず、各方面から長期信頼性評価法の標準化（規格化）や試験方法の確立が要求されている。本開発研究では、20～30 年の屋外暴露に相当する寿命評価試験方法の確立に向けた劣化要因の特定

等を目標とした。

具体的には、寿命評価試験方法の開発と標準化（規格化）のための基礎となる技術開発を推進した。この要素技術として、実環境下で発生しているモジュールの不具合症状を収集・分析評価し、劣化要因との関係を求めた。さらに、太陽電池モジュールの老化・故障時の交換、将来のリユースを視野に入れた互換性について必要なデータを取得した。

表 1.1.1-1 成果と課題

	目標	成果	達成度	今後の課題
1) 新型太陽電池性能評価技術	<ul style="list-style-type: none"> ・新型太陽電池の基本的な評価方法を開発 ・様々な温度照度スペクトルにおける各種モジュールの高精度評価技術開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・世界をリードする評価技術を開発 ・国際的整合性を検証 ・JIS規格, IEC規格等に採用 	◎	<ul style="list-style-type: none"> ・新たに開発される新型太陽電池評価技術 ・光照射効果等を考慮した性能評価技術 ・屋外高精度測定技術
2) 校正技術の高度化	<ul style="list-style-type: none"> ・ソーラシミュレータ法による一次基準セル屋内校正技術の高度化 ・二次基準モジュール屋内校正技術の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ・ソーラシミュレータ法の不確かさを解析を完了(第三者認定済) ・基準モジュール屋内校正技術確立:JIS化 	◎	<ul style="list-style-type: none"> ・新技術に基づく絶対分光感度法による屋内校正技術の開発 ・薄膜系単接合での検討, 多接合型太陽電池への適用可否検討
3) 信頼性評価技術	<ul style="list-style-type: none"> ・寿命評価試験方法の開発と標準化(規格化)のための基礎となる技術開発を推進 ・実環境下で発生しているモジュールの不具合症状を収集分析評価し, 劣化要因との関係を解明 	<ul style="list-style-type: none"> ・現行市販モジュールにて有効な加速係数が得られた ・暴露試験等の不具合事例を収集・要素技術試験の結果, 不具合発生機構類推・劣化要因を抽出 	○	<ul style="list-style-type: none"> ・各種劣化因子を加速試験へつなぐ試験法の開発 ・特定した劣化要因, 新規不具合発生監視(調査, 暴露の継続)

1.1.2 発電量評価技術の研究開発

1.1.2.1 発電量定格技術の開発(AIST)

太陽電池モジュールの I-V 特性換算方式（発電出力定格技術）を検証するために、複数地域における分光日射量実測データと太陽電池モジュールの I-V 特性データを太陽電池モジュールの屋外測定ラウンドロビン実験によって取得した。ラウンドロビン実験は、得られたデータが標準規格策定に資する共有情報となるよう、光産業技術振興協会 新型太陽電池標準化委員会 ラウンドロビン小 WG との協同で実施し、国内メーカ 6 社の賛同を得て、国内メーカ 4 社の提供する敷地内でそれぞれ約 1 ヶ月程度の計測を行った。日本気象協会との協同では、日射気候区 I（札幌）と日射気候区 V（沖永良部）の 2 個所でラウンドロビン実験を実施した。結果的に、H19 年度は合計して 6 個所（実験日順：札幌、大津、中津川、神戸、葛城、沖永良部）でのラウンドロビン実験データが得られた。現在までには、諫早、鳥栖、沖永良部（夏季）を加えて 9 個所でのデータが得られた。被測定太陽電池モジュールは、第 1 期が、結晶シリコン型が 3 種、計 4 枚、アモルファスシリコン型が 2 種、計 2 枚であり、第 2 期が、アモルファスシリコン形が 1 種、薄膜タンデム型が 3 種、3 枚、CIS 型が 2 種、2 枚であった。

ラウンドロビン実験から得られた全国のデータを基に、各地の晴天および曇天モードを決定した上で、それぞれのモードに対し、線形内挿方式による I-V 特性換算方式によって各時刻の Pmax を計算し、積算により発電量を計算した。各地から快晴日を選択し、快晴部に対する日積算発電量の推定を行ったところ、6 地点での推定誤差は結晶シリコン型とアモルファスシリコン型の両方で±5%（日影有り）、±1%（日影無し）以内程度であった。

これらの実験データと分析を基に、発電量定格方式のための標準報告書（案）をまとめた。

1.1.2.2 実フィールドにおける実運転性能データベースの構築

平成 9 年度から平成 17 年度まで NEDO が実施していた「太陽光発電システム共通基盤技術研究開

発」において、全国約 100 箇所を展開された住宅用太陽光発電システムのデータ計測サイトを受け継ぎ、平成 9 年度から平成 12 年度に設置された 30 サイトを対象に、新たに計測装置の仕様を見直し、従前の計測項目を継承したデータ計測システム(A)に加え、モジュール温度の多点計測機能を追加したデータ計測システム(B)を開発し、データ計測システム(A)を 25 サイト、データ計測システム(B)を 5 サイト、合計 30 サイトを刷新するとともに、全国 47 サイトにおける PV システムの実運転データを計測・収集して実運転性能データベースを構築した。

実運転性能データベースを活用して AIST 等が開発する発電量評価技術を使った発電量推定モデルについて、その推定精度を検証する方式を AIST と共同で開発するとともに、当該発電量推定に必要な検証対象サイトでの太陽電池アレイの I-V 特性等を現地で実測により取得し、発電量推定モデルによって算出された推定値と実測値（実運転性能データベース）の比較から、その推定精度を検証した（予定）。

モジュール温度は、太陽電池出力を決定する重要な環境因子であるが、その計測方法は任意のモジュール裏面 1 点をもってアレイ代表温度としており、その妥当性を検証するため、データ計測システム(B)の計測データを基に、実フィールドにおけるアレイの温度分布の時系列変化、バラツキ及びモジュール温度の測定位置による精度への影響等を把握し、データ計測システム(A)のモジュール温度測定方法について、その妥当性を検証するための基礎データを構築した。また、住宅用 PV システムの場合、オンサイトでアレイの中心付近を測定することが困難なケースが多々あるため、測定可能な箇所で代替測定できる方法を検討し、オンサイトでモジュール温度測定方法（指針）としてまとめた（予定）。

1.1.2.3 日射気候区別の分光日射データベースの構築と分光日射量推定のための統計モデルの開発（JWA）

従来よりも広範囲の波長領域（350～1700 nm）の分光日射強度分布を連続測定できる分光日射計を開発し、日射特性が異なる 5 地域において分光日射等の精密観測を実施した。観測データをもとに、世界初となる連続的な分光データベースの構築を行った。また、全天日射から分光日射を推定する統計モデルの開発を行った。

1.1.2.4 分光日射量推定モデルの開発（岐阜大学）

雲微物理過程を改良した物理気象モデルを構築し、これを基礎とした分光日射量推定物理モデルを開発した。そして分光日射量を推定できる環境を公開する。（予定）

表 1.1.2-1 成果と課題

	目標	成果	達成度	今後の課題
1) 発電量定格技術の研究開発	標準モードに対する発電量計算方式の開発	線形内挿方式を用いた発電量計算方式により、日積算発電量の計算精度が±5%以内を達成（結晶シリコン系）。	○	アレイ、システムへの適用範囲の拡大と標準化
2) 年間発電量評価技術の研究開発	PVシステムの実運転性能データベースを構築。	PVシステムの実フィールドにおける運転データを計測・収集。	○	データベース化。アレイ代表温度の測定指針の取りまとめ。
3) 日射気候区別の分光日射データベースの構築	日射特性が異なる5地域において分光日射等の精密観測を実施し、データベースを構築。	2年間以上の分光日射等観測値の収集。	○	分光日射データの補正、欠測や異常データの取り扱い
4) 分光日射強度推定物理モデルの開発	地表面での分光日射強度を推定するモデルを構築	太陽光の直達成分・散乱成分を分離できる分光日射強度推定物理モデルを構築	○	雲微物理改良型局地気象モデルのライダー実測値に基づく精度検証。

1.3 PV 環境技術の開発

1.3.1 太陽光発電システム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]

太陽光発電システムのライフサイクル評価について、住宅用、公共・産業用の両方を対象とし、現在国内で市場に出ている太陽電池種類のほぼ全てを対象とした評価を行った。また、これまでの評価で実施されてこなかった太陽光発電システムの使用後処理（リサイクル・廃棄段階）についても考慮したライフサイクル全体に対する評価を実施した。

表 1.3.1-1 調査の結果

		多結晶 Si	単結晶 Si	a-Si/単結晶 Si ヘテロ接合	薄膜 Si ハイブリッド	CIS 系
エネルギー・ペイバック・タイム (年)	住宅用	2.20	3.01	2.42	1.75	1.41
	公共・産業等用	2.58	3.38	2.75	2.31	1.89
CO ₂ ペイバック・タイム (年)	住宅用	2.63	3.48	2.80	2.42	2.08
	公共・産業等用	3.33	4.17	3.41	3.46	2.98
CO ₂ 排出原単位 (g-CO ₂ /kWh)	住宅用	58.6	77.6	62.5	53.8	46.4
	公共・産業等用	69.2	86.8	71.0	72.0	62.0

1.3.2 高リサイクル性新型モジュール構造の開発 (昭和シェル石油)

リサイクル性を重視した基本モジュール構造としてフレームレス/バックシートレス構造の合わせガラスモジュール（すなわち、カバーガラスとCIS系薄膜太陽電池デバイス部が製膜された青板ガラス基板を、架橋したEVA樹脂で貼り合わせた「ガラス-ガラス・サンドイッチ（合わせガラス）構造」）を試作し、十分な耐久性を持つことを確認した。十分な成果が出たので平成19年度で終了した。

1.4 標準化支援事業及びIEA国際協力事業等

1.4.1 太陽電池モジュール・アレイ及び太陽光発電システム・周辺機器の標準化に関する調査研究

IEC(国際電気標準会議)/TC82 (Solar Photovoltaic Energy System) /WG1 (用語)、WG3 (システム)、WG6 (周辺機器)、WG7 (集光モジュール)、JCWG (村落発電) に参画した。用語に関する標準化の整合、システム・機器に関する標準化の検討、モジュール・アレイに関する標準化の検討を行った。その結果 IEC62116 を 2007 年に発行し、JIS を 5 件発行した。

1.4.2 包括的太陽電池評価技術に関する標準化

IEC/TC82/ WG2 (非集光セル・モジュール) に参画し、5 件の IEC 規格に反映させた。特に「発電量評価技術の研究開発」で開発した IEC 61853-1 地上用太陽電池モジュールのエネルギーレーティングが CDV 投票に付された。その他 2 件を提案した。

1.4.3 IEA国際協力事業

IEA (国際エネルギー機関) PVPS (太陽光発電システムに関する研究協力計画実施協定) が 1993 年に締結されてから NEDO は積極的に参加してきた。2006 年からは PVPS の運営は本事業に引き継がれ Task 1, 2, 8, 9, 10, 11, 12 に参加し、国際協力に貢献した。

1.4.4 太陽光発電技術開発動向等の調査

欧州諸国、米国等に加え、アジア諸国等の新興国を対象に、太陽光発電に関する研究開発プログラム等について調査するとともに、各国の技術開発の方向性を探った。さらに、太陽光発電の研究開発・技術開発に携わる各国の主要な研究機関や研究プロジェクトの動向、研究体制を調査、分析し、その結果を毎年報告書にまとめた。

1.4.5 太陽光発電技術開発戦略に関する調査

「薄膜シリコン系」「結晶シリコン系」、「化合物系」、「有機・色素系」の材料別の 4 分科会と、PV システムを系統連系するときの技術開発課題を調査する「PV システム」分科会で、各々の分野に分かれ

て調査研究を行った。中、長期にかけての技術の進展を踏まえ、全体として、効率の良い技術開発の戦略の立案を行った。また、「アセスメントツール分科会」では技術項目をコストで評価するツールを作成した。計画よりも2年早く完成したため、本テーマは平成19年度末をもって終了することとした。

1.5 成果の普及と広報

鉱工業分野の依頼試験(校正)として、2009年9月より基準太陽電池セルの校正受付を開始した。

発行される校正証明書には、ISO/IEC17025への適合性認定ロゴマークが付けられ、ILAC及びAPLAC加盟国間における国際相互承認を主張することができる。

図 1. 5-1 成果普及の例

成果普及の例:基準太陽電池セルの校正サービス(依頼試験)の開始



AISTホームページ
2009年9月9日より開始

また、NEDOで毎年、成果報告会を実施し、成果の普及拡大を図ってきた。

表 1.5-1 に特許出願・発表論文等をまとめる

表 1.5-1 成果のまとめ

	H18	H19	H20	H21	計
特許出願	2	9	1		12
論文（査読付き）	2	4	8	3	17
研究発表・講演	13	24	38	16	91
受賞実績	1				1
新聞・雑誌などへの掲載	2	3	1		6
展示会への出展	3	4	8	2	17
JIS 規格・IEC 規格への貢献		7	3	8	18

2. 研究開発項目毎の成果

(i) 新太陽電池評価技術

2.1 太陽電池評価技術の研究開発

2.1.1 新型太陽電池性能評価技術 (AIST)

2.1.1.1 各種新型太陽電池性能評価技術

太陽電池開発の進展に伴って、セルレベルでの性能評価に対してモジュールレベルでの性能評価に対する重要性がより高まっており、その場合モジュールを構成するセルの分光感度が不明な場合も多い。一方、各種太陽電池モジュールの分光感度を高精度に測定する技術は、明らかになっていない。これらのモジュールの性能評価を高精度に実施するために、実用的なモジュール分光感度測定技術の原理(図 2.1.1-1)を開発・検討した上で測定装置の新規開発を行った(図 2.1.1-2)。モジュール中の各セルから独立に出力を取り出せる構造の特注モジュール等を用いて、測定精度の検討を行い、市販サイズ・構造の結晶Si太陽電池モジュールおよび薄膜Siタンデムモジュールについて、高精度な分光感度測定が可能であることを確認した(図 2.1.1-2)。更に、CIGS太陽電池や a-Si/a-Si タンデム太陽電池等、様々な材料・構造のモジュールの任意の要素セル・場所における分光感度特性を測定できることを確認した。

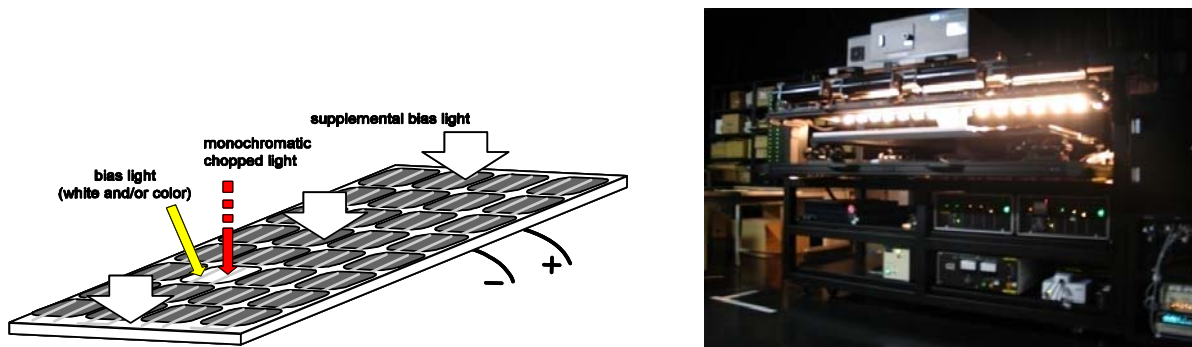


図 2.1.1-1 モジュール分光感度測定技術の原理図(左図)。モジュール中の測定するセルの部分(破線矢印: 赤色)には単色光+白色バイアス光(もしくはカラーバイアス光: 黄色細矢印)を照射。その他の部分には補助バイアス光(白色太矢印)を照射することにより、モジュール内の任意のセルの分光感度の測定を可能とした。開発したモジュール分光感度測定装置の外観(右図)。

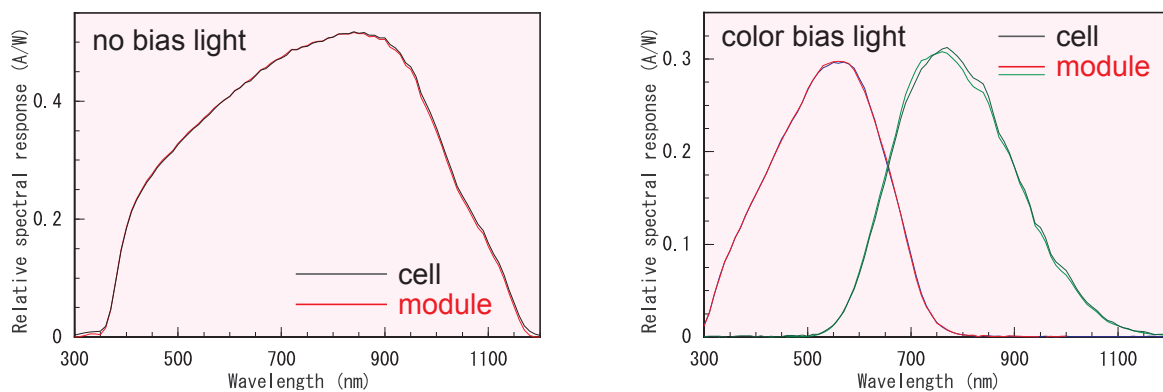


図 2.1.1-2 モジュール分光感度測定技術の精度検証の一例。(左図)単結晶 Si 太陽電池(右図)薄膜 Si タン

デム型太陽電池。いずれにおいても、モジュールの相対分光感度の測定結果は、セルから多読で電極を取り出した測定結果とよく一致しており、スペクトルミスマッチにおよぼす影響は1%以内の精度が得られていることを確認できた。

性能評価の基本となる IEC60904-3 に規定の基準太陽光スペクトルが Ed.1 から Ed.2 に改訂された。このスペクトルの改訂が太陽電池性能評価におよぼす影響を定量的かつ簡便に予測できるシミュレーション法を初めて明らかにし、各種太陽電池における実際の影響を検証した(図 2.1.1-3)。また、1sun 以上の照度を受ける太陽電池に対する性能評価技術の検討を行い、後に述べる線形補間法による照度補正が、1~2sun の高照度領域でも適用可能であることを明らかにした。各種新型太陽電池セルに特有な性能評価技術を検討し、色素増感太陽電池(DSC)、有機薄膜太陽電池(OSC)では、応答速度や温度照度特性は結晶Si太陽電池と線形性等が異なるが、その他の基本的な測定技術は従来の太陽電池と同じものが適用できることを明らかにした。a-Si/DSC やIII-V族超高効率太陽電池等の特殊構造を含めた NEDO 開発品等の性能評価を約 220 サンプルについて実施し、必要な評価技術を開発した。

国際的整合性を持った性能評価技術を推進・検証するために、米国 National Renewable Energy Laboratory (NREL)、ドイツ Fraunhofer Institute of Solar Energy (ISE)等との各種太陽電池モジュールの国際比較測定に参画し、測定結果の良好な一致を確認した。更に最近益々重要になるアジア地域での国際的整合性のある性能評価推進・検証のために、アジア各国の太陽電池評価機関とのモジュール国際比較測定を実施中(21年度中に終了予定)である。

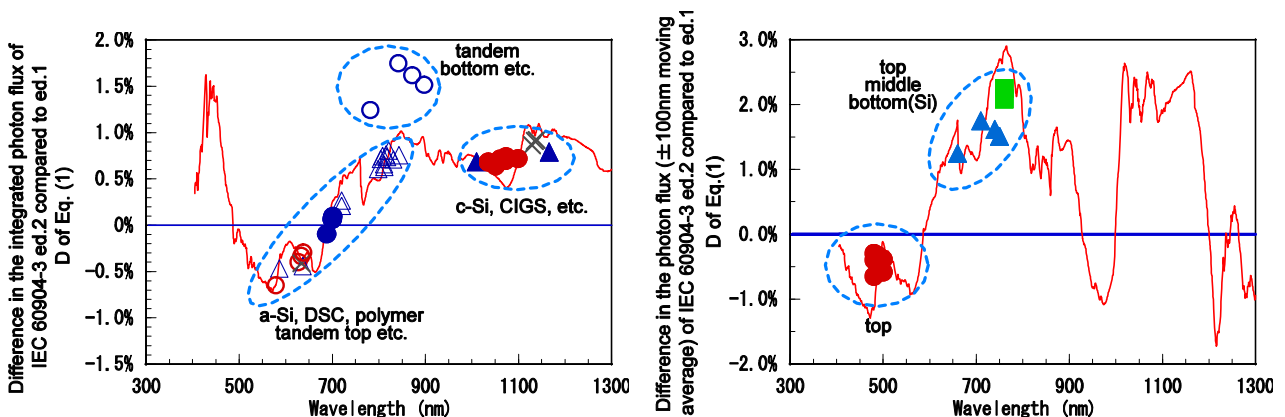
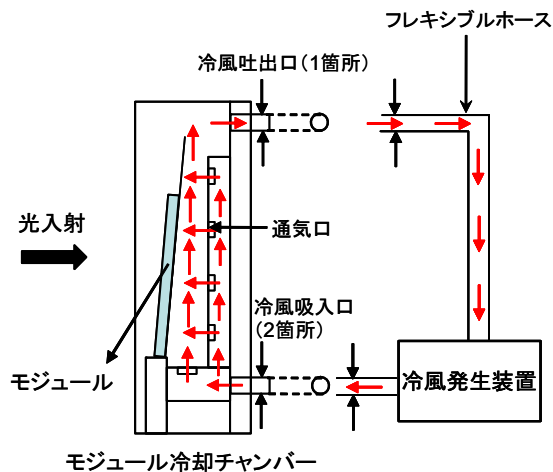


図 2.1.1-3 IEC60904-3 基準太陽光スペクトル改訂が各種太陽電池の出力電流におよぼす影響。単接合(左図)および多接合太陽電池の要素セル(右図)の両方とも各種太陽電池での変化(記号)は、本研究で開発の予測法(実線)と良く一致する。

2.1.1.2 可変条件性能評価技術

太陽電池モジュールの可変条件性能評価を実現するためのモジュール加熱・冷却装置を新規開発した。簡易チャンバの中でモジュールに温風または冷風を吹き付けることにより、モジュール温度を調整する(図 2.1.1-4)。温風または冷風の分布をマルチフロー方式で制御することにより、屋外で頻繁に実現する 10℃~65℃の温度域を中心に、温度均一性が±1.5℃~2℃以内と、太陽電池モジュールの温度依特性を高精度な屋内測定できる技術を開発した。測定した結晶Si太陽電池の様々な温度における電流電圧特性(IV特性)の一例を図 2.1.1-5 左図に示す。結晶Si太陽電池とアモルファスSi太陽電池の出力の温度依存性を図 2.1.1-5 右図に示す。この温度範囲で結晶Si太陽電池の出力は温度に対してほぼ線形であるが、アモルファス太陽電池では低温側で線形から外れる等、各種太陽電池の温度特性は必ずしも単一の温度係数では表現できないことが明らかになった。



太陽電池モジュール冷却装置概略図

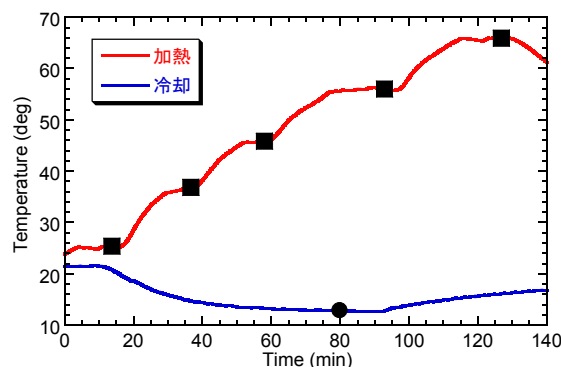


図 2.1.1-4 モジュール加熱・冷却装置の基本構造(左図)およびモジュール温度制御の一例(右図:冷却状態の例)。加熱状態の場合は冷風発生装置を温風発生装置に切り替える。温風発生装置からの温風または冷風発生装置からの冷風をマルチフロー方式でチャンバに導入することにより、モジュール温度を約10°Cから65°C以上まで均一に制御することが可能となった。

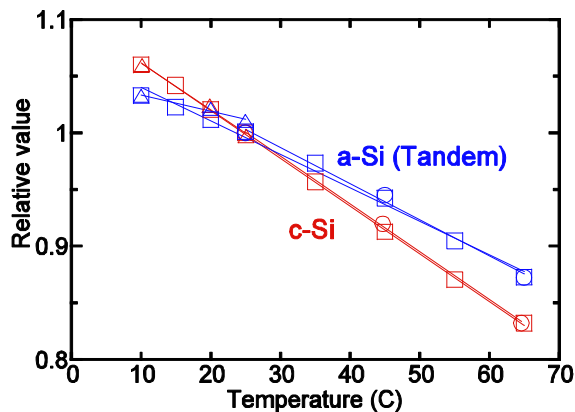
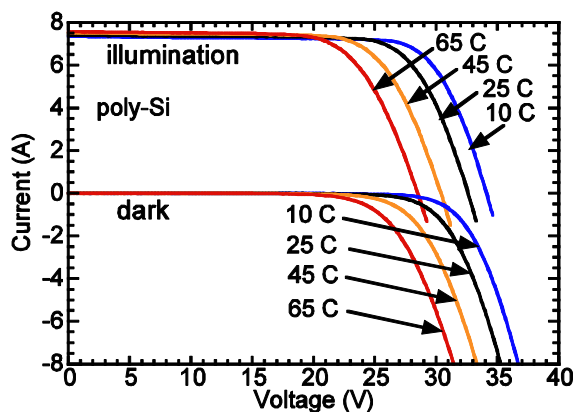


図 2.1.1-5 (左図)第 2.1.1-4 図のモジュール冷却・加熱装置を用いて測定した結晶Si太陽電池モジュールのIV特性における温度特性。(右図)結晶Si太陽電池モジュールおよびアモルファスSi/薄膜結晶Si太陽電池モジュール出力 Pmax の温度特性。

これらの屋内測定データおよび屋外測定データを基に、3～4組の温度・照度における少数の実験データから、直線補間・補外法を用いた I V 特性の温度補正、照度補正技術を用いて、任意の照度・温度における I V 特性を計算する技術を開発した(図 2.1.1-5)。この方法は従来のアモルファス Si 用 JIS 規格に規定された照度補正式を大きく改良したものであり、0～1sun 以上および約 10°C 以下～70°C 以上と非常に広い温度・照度範囲で適用可能である。補正の精度も 1% 以内と非常に良好であり、今後益々重要となる PV の各種気象条件下における性能評価・性能予測を従来よりも大幅に改善できる技術である。また本補正式は、各種気象条件における発電量評価等に展開できる基本技術である。本研究の補正技術は JIS 規格に一部採用済みである。また審議中の IEC 規格 (IEC60891 Ed.2:PROCEDURES FOR TEMPERATURE AND IRRADIANCE CORRECTIONS TO MEASURED I-V CHARACTERISTICS OF PHOTOVOLTAIC DEVICES) に日本案として提案されて FDIS に採用されている。

また可変スペクトルソーラシミュレータの光学系基本設計の性能検証を、既存の装置の光学系を利用して行った。ロングパルス Xe ランプに可変／可換フィルタ群でスペクトル調整をする構造により、スペクトル可変性と大面積・均一性を両立できることを明らかにした。

$$V_3 = V_1 + a \cdot (V_2 - V_1) \quad I_3 = I_1 + a \cdot (I_2 - I_1)$$

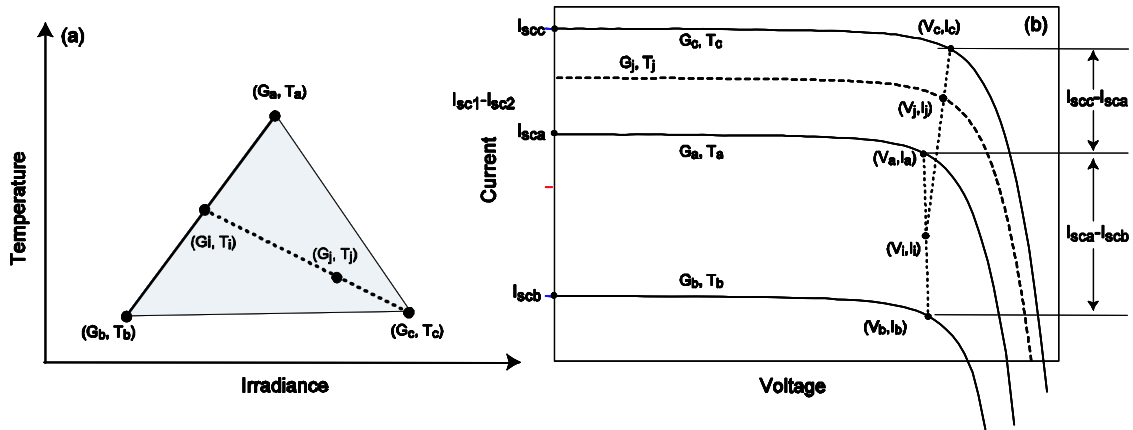


図 2.1.1-6 (左図)太陽電池の IV 特性の線形補間法による温度補正・照度補正における温度と照度の範囲。異なった温度・照度における3つのIV特性実測値を用いて、広い範囲の温度・照度におけるIV特性を計算することが可能である。(右図)線形補間法による温度と照度の同時補正の具体的な手順の一例。IV特性実測値から簡単な補間計算によって温度補正・照度補正を実施することが可能である。

2.1.2. 校正技術高度化 (AIST)

太陽電池の性能表示値の信頼性は、世界市場を視野に入れた太陽光発電の飛躍的普及促進の観点から、非常に重要である。2004 年度には、太陽電池の国際認証制度 (IECEE - CB 制度の一環) がスタートし、2005 年 4 月より、認証ラベル付き太陽電池モジュールが国内市場に流通している。補助制度の必要条件とする国も出てきた。従って、その国際的な意義は極めて大きい。このような状況下において、ISO/IEC 17025 の要求事項に対する適合性認定を受けた方法で校正された基準太陽電池デバイスの使用が必要である。性能表示に関するトレーサビリティの確保と性能表示値の信頼性を確保する上で、校正技術の継続的な高度化と国際整合性の確保は不可欠であり、国際的な意義が高い。

一次基準セル校正技術高度化に関して、AIST におけるソーラシミュレータ法による一次基準太陽電池の校正の不確かさを解析し、その値が 1% 以内であることを明らかにした (この値は、ISO/IEC17025 に対する適合性認定審査でその妥当性が第三者評価されている)。以上により、わが国の一次校正が国際最高レベルであることを明らかにして初期の目標を大幅に達成した (図 2.1.2-1)。

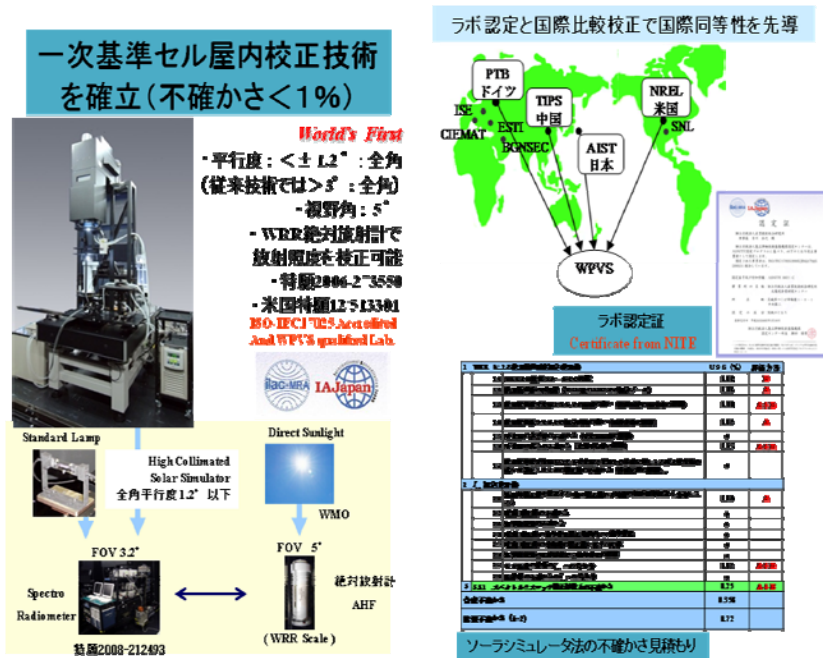


図 2.1.2-1 一次基準セル屋内校正技術の確立

次世代校正方法の要素技術として、プローブ光として用いる単色光が従来の 5 倍の均一度、2 倍の放射照度を、9 倍の面積で照射可能な高強度・高均一単色光照射機構を開発した。

ドイツの計量研究所が実用化している絶対分光感度法 (DSR 法) は、基準太陽電池デバイスの校正コストと不確かさを改善する手法として有力である。そのキーテクノロジーは、プローブ光の高均一化である。従来、わが国が開発してきた分光感度測定技術では主に回折格子を用いて分光したプローブ光を用いてきたことから、十分な均一性が実現できず、絶対値としての精度が不十分であった。本開発により、絶対分光感度法のキーテクノロジーを開発でき、本法による今後の一次基準太陽電池の校正を可能とする技術的な目処を得た。(図 2.1.2-2)。

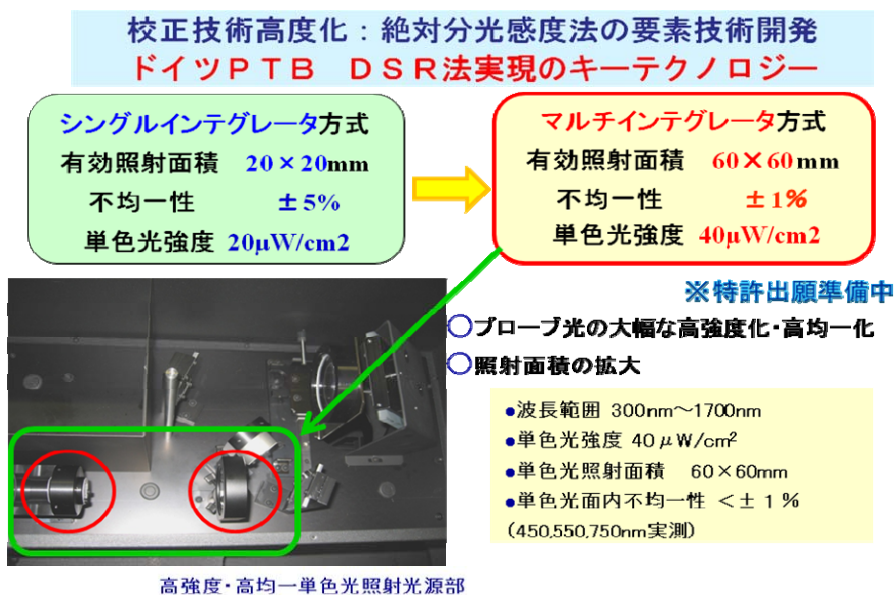


図 2.1.2-2 校正技術高度化:絶対分光感度法の要素技術開発

結晶シリコン系二次基準モジュールの屋内校正技術を世界で初めて確立した。温度制御装置を開発し、繰り返し測定の不確かさ目標 0.5%を大幅に上回る 0.2%で測定できる手順を確立した (図 2.1.2-3)。また、二次基準モジュール法の不確かさ解析の一環として、モンテカルロ・シミュレーションによる各種解析を実施した (図 2.1.2-4)。その成果は、JIS C 8921「二次基準シリコン結晶系太陽電池モジュール」にも活用され、初期の目標を大幅に達成した。

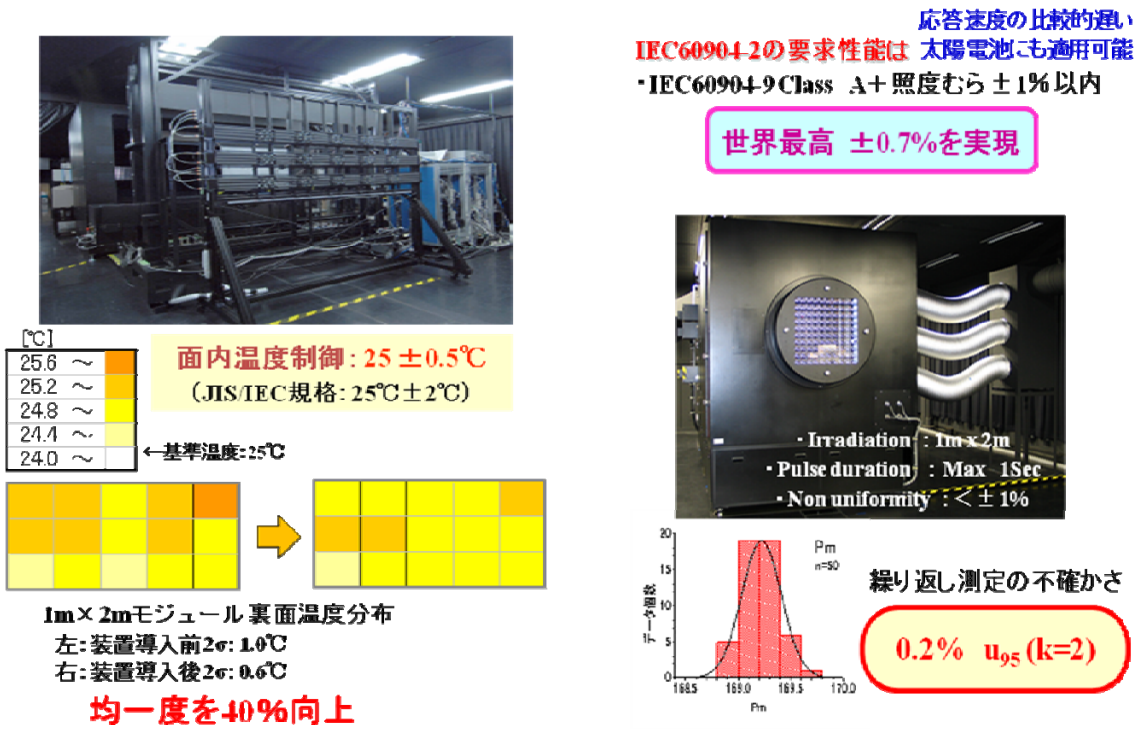


図 2.1.2-3 二次基準モジュールの屋内校正技術, 及び温度制御装置 (特願 2007-315385)

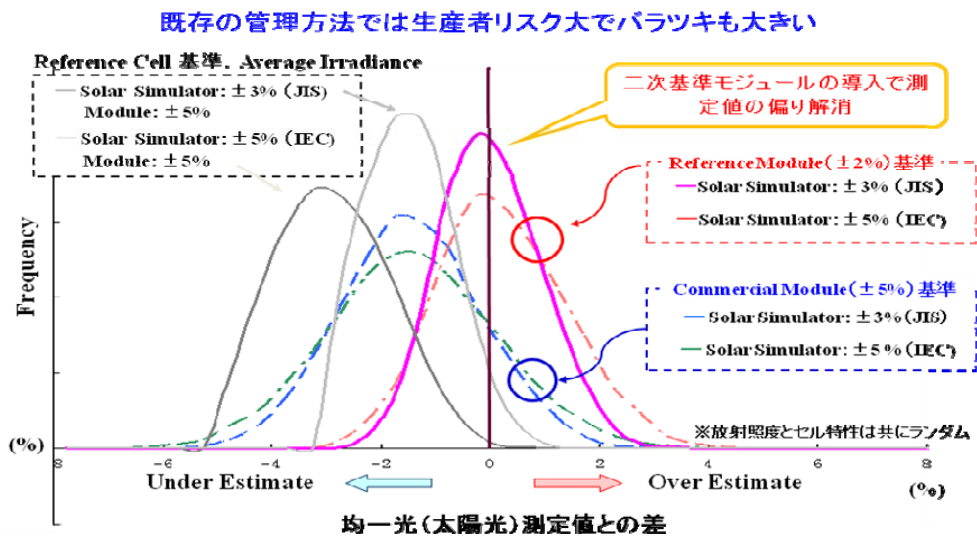


図 2.1.2-4 モンテカル法による基準モジュール法の導入効果の解析

2.1.3 信頼性評価技術 (AIST/JET)

2.1.3.1 複合加速試験

長期信頼性試験に関する業界・団体等の要望を把握・整理するために、太陽電池メーカー4社 (SH、ME、SA、KC) 並びに、中古太陽電池を扱う業者1社にヒアリング調査を実施した。中立機関による試験方法の確立の必要性、要望は各社から得られた。また、劣化判定のための性能指標としては、モジュール出力の初期からの低下量が適切であること、主な故障・劣化症状としては、ガラスの割れ、セルの割れ、電極はがれ、EVAの変色であることを確認した。

複合加速試験に用いるモジュールの選定としては、結晶 Si 系であること、入手しやすいことなどを考慮して、モジュール A (国内 A 社製、多結晶 150mm 角セル 12 枚、W345×L972mm)、モジュール B (国内 B 社製、多結晶 150mm 角セル 42 枚、W990×L1,165mm) を選定し、主として前者のもので検討を進めていく事とした。両形式のモジュールは JET にて、曝露試験を実施開始した。

より精度の高い試験を行うために、現有の複合加速試験装置の改造を実施した。具体的には、複合加速試験装置の扉部内側形状の改良・内部気体循環部の気流整流板の追加により温度分布が改善され、試験部モジュール温度分布を所定の範囲内に抑えることが可能となった。さらに恒温槽付減光板精密移動装置の開発し、測定走査時間の短縮などが改善された。これら試験装置・評価装置を用いて、モジュール A (国内 A 社製、多結晶 150mm 角セル 12 枚、W345×L972mm) を対象とし、3SUN90°C、3SUN75°C、1SUN90°C の条件下で複合加速劣化試験を実施し、加速係数算出に必要な活性化エネルギー値を算出した。東京における平均積算日射量との比較では、3SUN90°C 加速試験は加速係数 (暫定) 160 が得られた。最終的な加速係数の算出には屋外暴露データとの照合が必要であるため、暫定値ではあるが、現行市販モジュールにても十分有効な値が得られ、当初の目標が達成された。

さらに、高温時光照射・温度サイクル試験を実施し、モジュール A でのデラミネーション発生 (図 2.1.3-1)、モジュール C (国内 B 社製、多結晶 125mm 角セル 16 枚、W330×L1,212mm) での裏面ふくらの発生とそれぞれの症状の成長を確認した。

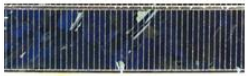
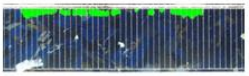
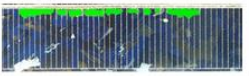
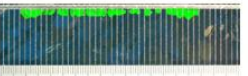




	0時間(試験前)	50時間後	150時間後	250時間後
セルNo.1				
セルNo.12				

図 2.1.3-1 デラミネーション (剥離) の成長の様子。モジュール A の剥離面積成長を試験前、試験後 50、150、250 時間後に観察した様子。図は剥離面積をわかりやすくするために緑色に着色して表示。

宮古島にて暴露中のモジュール A では、1 年経過ものにはデラミネーションが見られないが、2 年経過ものにはデラミネーションが多数見られ、温度サイクル試験のストレスを考慮するときの参考となる知見が得られた (図 2.1.3-2)。

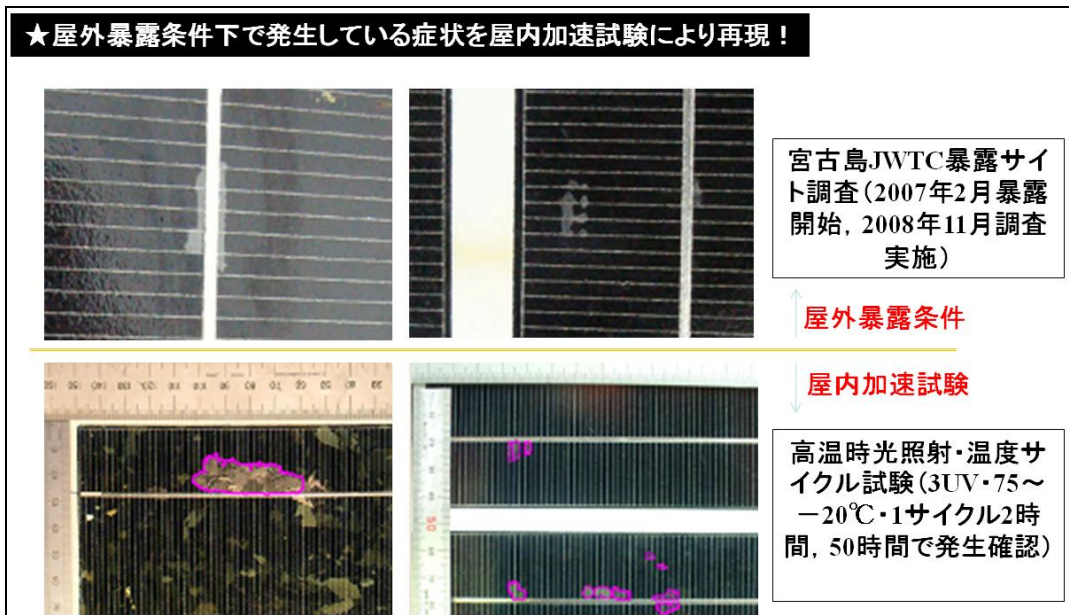


図 2.1.3-2 屋外暴露と屋内加速試験の比較結果とその類似性

不具合事例調査として産総研メガソーラータウンの約半分のシステムについて全数外観検査を行い、システム（メーカー）別、不具合発生割合とその傾向をとりまとめた。システムにより差はあるが不具合事例としては、デラミがもっとも多くみられ、そのほかにコゲ、クラック、変色などが観察された。更なる加速劣化因子探索のための要素技術として、太陽電池セルまたはモジュールに周期的に変化する順方向・逆方向の電圧を印加することで、セルーインターコネクタ間へストレスを与える劣化試験に着手した。逆バイアス降伏試験の結果から、破壊後の IV カーブは4つ程度（シャント抵抗減少型、直線型、疑似健全型、その他）のパターンに分類されることがわかった。降伏後点に見られたコゲは屋外運転中のモジュールでも見られ、類似の症状を確認した。この劣化・不具合モードに対して、逆バイアス電圧印加を取り入れた加速試験が有効であることが明らかになった（図 2.1.3-3）。



図 2.1.3-3 要素技術（更なる劣化因子）開発における類似性の確認

暴露試験は、以下に示す気象的に特徴を持つ3地点で、平成3年3月に北見市、平成4年2月に鳥栖市、平成5年3月に宮古島で試験を開始した。

- ・冬場の最低気温が -15°C にも達する低温地域で、かつ、しばしば夏場の最高気温が 30°C を超える高気温差地域である北海道北見市
- ・年間最低気温が 13°C を下回ることが稀な高温地域である沖縄県宮古島
- ・我が国の平均的な気象条件地域としての佐賀県鳥栖市

一方、試験モジュールは、c-Si、p-Siの結晶シリコン系モジュールとともに、モジュール製造者の協力により1990年代前半の薄膜系(a-Si、a-Si/a-SiGe)の最新モジュールを含め、8機種計24台(北見市)、10機種計30台(鳥栖市)、11機種計33台(宮古島)のモジュールに対する試験を開始した。平成20年度末における暴露試験モジュールは、平成18年度に最新モジュール等を追加し、250台である。

また、暴露サイトでは、気象環境とモジュール劣化の関係を求めるため、南中時にI-V特性の測定、日射強度、UVA、UVB、気温・湿度の気象データを連続して収集した。

さらに、暴露モジュールの正確な出力を求めるために、前段の試験を中断し、暴露サンプルをJETに持ち込み、ソーラシミュレータを用いたモジュールの特性測定、絶縁抵抗の測定、外観検査等からなる定期評価(1回/年)を実施した。

●モジュール出力低下の原因

暴露試験における出力低下の原因を求めるために、モジュール出力(P_m)と出力指標値(I_{sc} , V_{oc} , $F.F$)との関係を比較した。比較結果は、モジュール出力の低下は、 I_{sc} の低下、 V_{oc} の低下、 $F.F$ の低下、 $I_{sc} \cdot F.F$ の低下、 $V_{oc} \cdot F.F$ の低下に分類される原因によって出力が低下した。この暴露試験において、特徴的な出力変化を見せたモジュールの内、暴露試験開始時を1.0とした時、最長15年の暴露試験後、 I_{sc} が0.8程度まで低下し P_m が0.7に至ったモジュール、 V_{oc} が0.8程度まで低下し P_m が0.5に至ったモジュール、 $F.F$ の低下を見せたモジュールのI-Vカーブの例を図2.1.3-4に示す。

●等価回路パラメータ変化比率

等価回路パラメータの変化比率は、冷暗所に保管しておいたモジュール(以下、「リファレンスモジュール」という)と、暴露試験後のモジュールとの太陽電池等価回路パラメータを比較した結果(度数分布)を図2.1.3-5に、特徴を以下に示す。なお変化比率の算出において、 I_{ph} , R_{sh} が1を超える値、 R_s が1以下の値は、異常値として扱い、平均値等の算出には用いなかった。

- ・ I_{sc} の低下に至る I_{ph} (光誘起電流)の低下率は、リファレンスモジュールに比べ、平均で約3%低下した値を示した。サイト別の低下率は、宮古島が最も大きい低下率を示し、次いで鳥栖、北見の順である。この低下率の順位は、気象観測における日射量、UVA量、UVB量、月別平均気温の比率の順位と同一であった。さらに、度数分布にあつては、鳥栖・宮古島と北見との間に差を認めた。
- ・ $F.F$ (高電圧域の電流)の低下に至る R_s (直列抵抗)の上昇率は平均で約30%、上昇率の順位は鳥栖、北見、宮古島の順であった。この上昇率の順位は、気象観測における日射量と月別平均最高温度から算出されるモジュール最高温度と、月別平均最高気温と年間気温差から算出されるモジュール最低温度によって求められるモジュール温度差と同一であった。さらに、度数分布は、宮古島と北見・鳥栖との間に差を認めた。
- ・ $F.F$ (低電圧域の電流)の低下に至る R_{sh} (並列抵抗)の減少率は平均で約40%、低下の順位は鳥

栖, 宮古島, 北見の順であった。この減少率の順位は, 気象観測における月別平均湿度と同一であった。さらに, 度数分布は, 北見と鳥栖・宮古島との間に差を認めた。

・Vocの低下に至るN(ダイオードパラメータ)の低下は, ほとんど認められなかった。

これらの結果から, 結晶系Siモジュールの出力は, I_{ph} (光誘起電流)の低下は紫外線, モジュール温度、 R_s (直列抵抗)の増大はモジュールの温度と温度差の相乗効果、 R_{sh} (並列抵抗)の低下は, 相対湿度, の効果を主たる結果として得た。

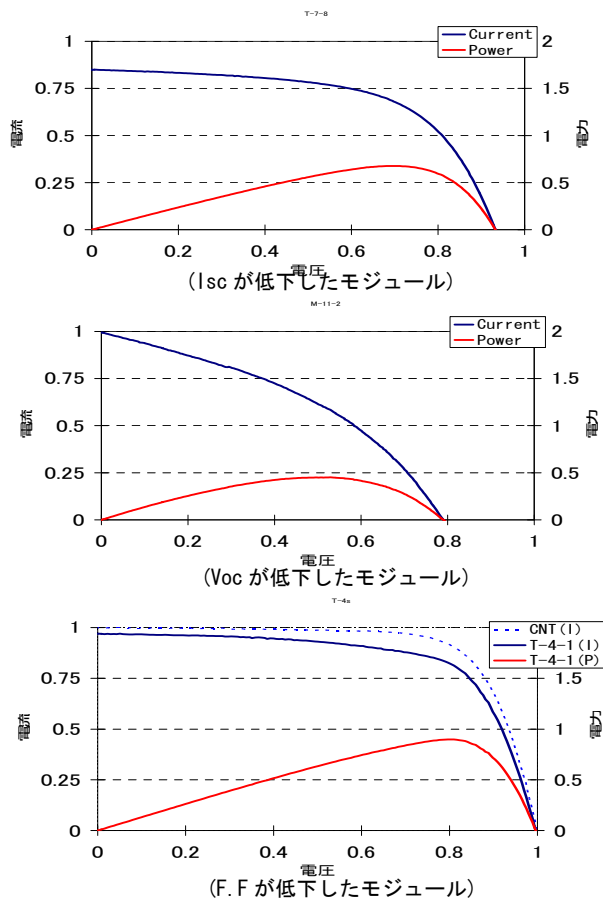


図2.1.3-4 出力の変化したI-Vカーブ

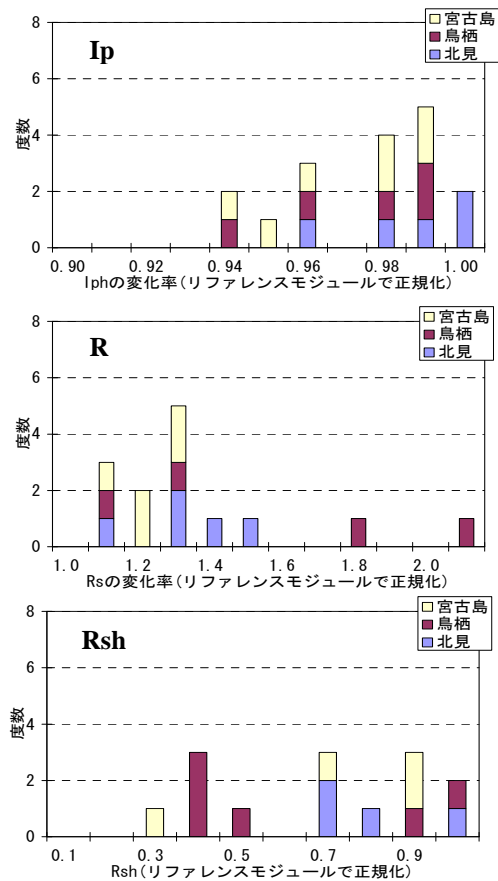


図2.1.3-5 等価回路パラメータ度数分布

2.1.3.2 PVS調査

暴露試験では, 限定されるサンプル数, 種類, 試験期間, 試験環境の補間を目指した国内外の PVS を調査した。国内太陽光発電システムは, 多様な運転期間を求め, 図 2.1.3-6 に示すとおり, 述べ 25 サイト, 40,000 モジュールを実施した(平成 20 年度末現在)。この結果, バックシートの変色, 封止材の褐色化, 封止材の剥離現象, モジュール内への水分の浸入, バスバー相互接続部加熱現象等の発生を認めた。一方, 海外太陽光発電システムでは, 多様な気象条件下で運転されたモジュールを求め, 第 2.1.3-7 図に示す通り, 述べ 10 サイト, 2,800 モジュールの調査を実施した(平成 20 年度末現在)。この結果, バックシートの変色・裂け, 封止材の褐色化, 封止材の剥離現象等が主たる劣化現象であった。

次に, 先の調査結果を表 2.1.3-1 に示すとおり, 劣化事象を5+1の6段階(レベル)に分類し, 記録するとともに, レベル2以上の事象発生率を求めた。

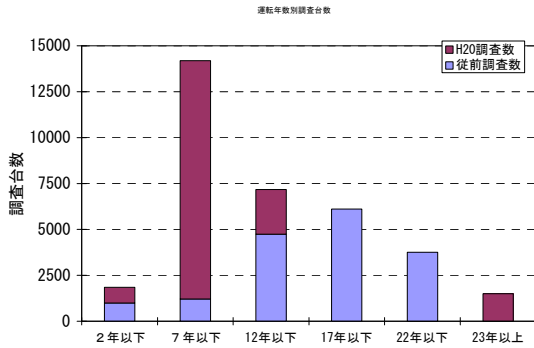


図2.1.3-6 運転年数別調査数
(海外調査分を除く)

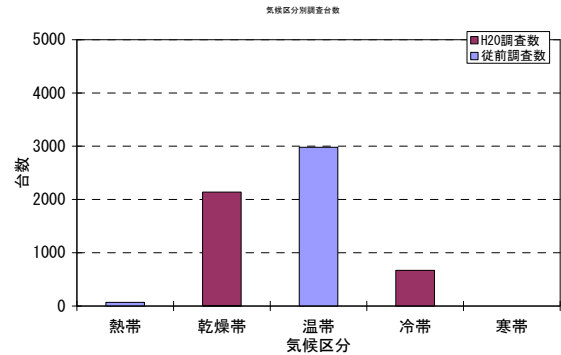


図2.1.3-7 気候区分別調査数
(国内調査分を除く)

表 2.1.3-1 劣化事象のレベルと事象内容

L0	劣化の発生なし
L1	微小・微細な劣化事象を認めた
L2	顕著な劣化事象を認めた
L3	出力又は、安全性に影響を与えている恐れのある事象を認めた
L4	出力又は、安全性に影響を及ぼしている事象を認めた
L5	発煙・発火事象に至る恐れのある事象を認めた

さらに、劣化箇所を、セルとEVAとの界面、EVAと受光面との界面の異常を示す「剥離」、セルの封止材の異常を示す「EVA」、モジュール内部の導電部異常を示す「導電部」、セルの異常を示す「セル」、上記、以外の異常を示す「その他」の部位に、分類し集計した。

また、調査サイト間の比較を、定量的に比較を可能とするために、モジュールに加わり・劣化事象に至ると考える日射量、気温、相対湿度から、表 2.1.3-2 に示すストレス係数、あるいはストレス係数に運転年数を乗じたストレス量を用いて比較を実施した。

表 2.1.3-2 ストレス項目と算出方法

紫外線	UVA, UVBは、放射量のサイト間の比率	$SK_{UV} = \frac{UV_{STB}}{UV_{STA}}$
モジュール温度	モジュールの月間平均温度の値のサイト間差の10°C半減則値	$SK_{MT} = 2^{\frac{(MT_{STB} - MT_{STA})}{10}}$
モジュール温度差	モジュール温度差は、年間モジュール温度差のサイト間比率	$SK_{MTG} = \frac{\Delta MT_{STB}}{\Delta MT_{STA}}$
相対湿度	年間平均相対湿度のサイト間差の10%半減則値	$SK_{RH} = 2^{\frac{(RH_{STB} - RH_{STA})}{10}}$

注：*1 ケッペン気候区分の乾燥帯では、気温に関する要求がない。

2.1.3.3 文献調査

文献調査は、暴露試験、PVS 調査を補間するために、各種学会で発表された論文等(8文献56事例)を対象とした文献から、ケッペン気候区分*1 毎に、太陽電池モジュールの年間出力低下率を集計した。調査結

果は、第 2.1.3-8 図に示す通り、以下に示す特徴的な結果を得た。

・結晶 Si 系モジュールは、熱帯、乾燥帯、温帯、冷帯の順で出力低下率が大きくなった。つまり、結晶 Si 系モジュールは、年間気温差が大きくなる順に出力が低下する可能性を示唆した。

・薄膜 SI 系モジュールは、熱帯、温帯、乾燥帯の順で出力低下率が大きくなった。つまり、薄膜 SI 系モジュールの出力低下は、日射量が大きく影響し、次いで年間気温差が影響を与える可能性を示唆した。

注：(*1) ケッペン ((独) が、植生分布に注目した気温と降水量によって、決定される気候分類方法である。

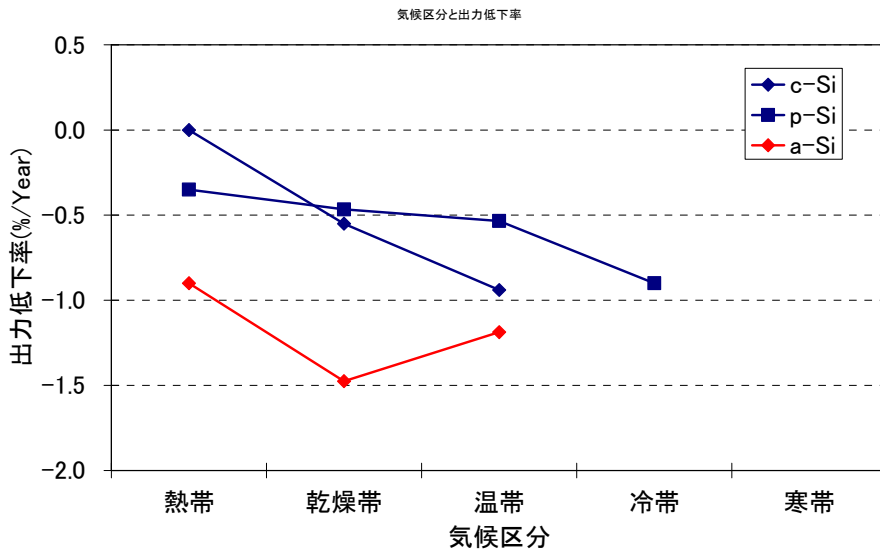


図 2.1.3-8 文献調査結果

調査文献

- 太陽光発電システムの研究開発 (平成 13 年 3 月)
- CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS WITH DEGRADATION OF FIELD-AGED SILICON PHOTOVOLTAIC MODULES
- Power and energy production of PV modules statistical considerations of 10years activity
- ANALYSIS OF WEATHERED c-Si PV MODULES
- LONG TERM RELIABILITY OF PV MODULES
- DIAGNOSTIC ANALYSIS OF SILICON PHOTOVOLTAIC MODULES AFTER 20-YEAR FIELD EXPOSURE
- Performance Degradation Rates in Commercial Photovoltaic Modules
- 10 年間屋外暴露による結晶系太陽電池モジュールの劣化要因解析

2.1.3.4 互換性標準

●PCS 動作解析

日射急上昇時のパワーコンディショナ (PCS) の日射変化時のアレイ電圧・電流の変化状況は、第 2.1.3-9 図 (A 社) 示すとおり、A 社の PCS では、通常、電圧の振幅を ±2V、8 秒周期で変化させているが。日射強度が急上昇すると、アレイ電流も急上昇するが、アレイ電圧はすぐには変化せず、20 秒程度経過してから上昇を始めている。一方、B 社の PCS では、第 2.1.3-9 図 (B 社) に示すとおり、日射強度が急上昇すると、最初に電圧を 20~30V 増加させる。これらの結果から、PCS の MPPT 制御方法は、製造者によって大きく異なることが分かった。

●異種モジュール電圧と温度

日射急変時の異種モジュールの電圧と温度の変化状況は、第 2.1.3-10 図に示すとおり、午前9時付近のモジュール電圧が急激に低下(日射が急低下)した時の、モジュール温度が急激に上昇(約 10°C)を認めた。これによって、異種モジュール挿入時の逆電圧現象および発熱現象を確認した。

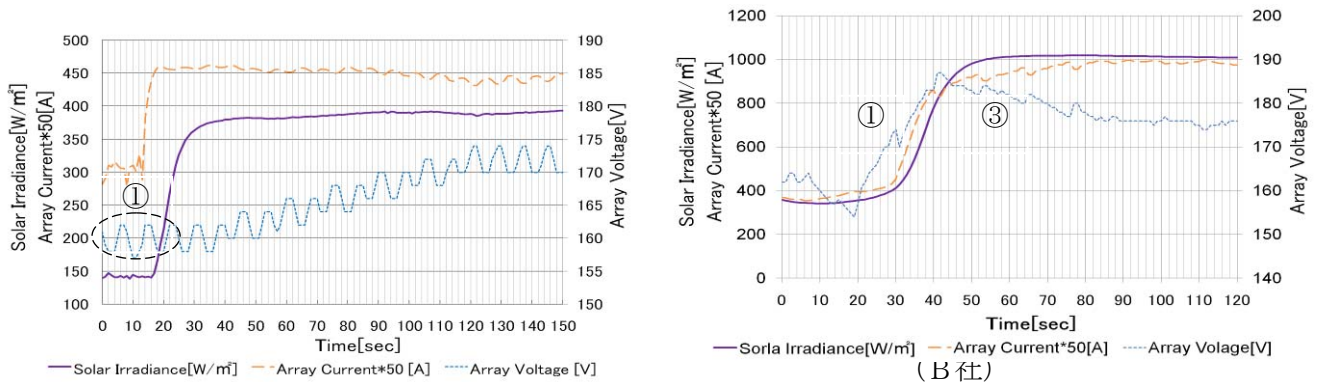


図 2.1.3-9 日射急上昇時のパワーコンディショナ (PCS) のアレイ電圧・電流の変化状況

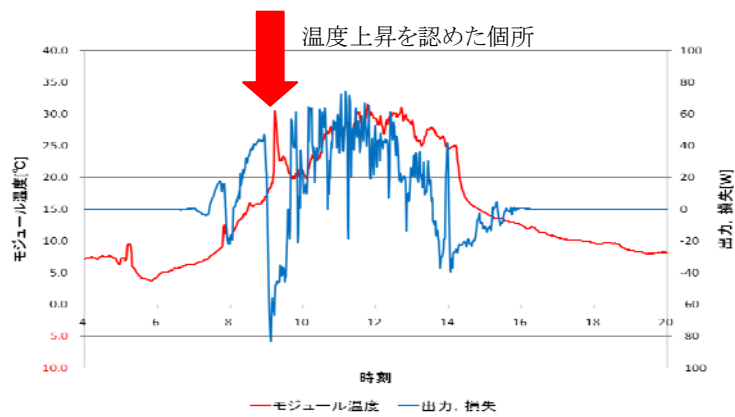


図 2.1.3-10 日射急上昇時のモジュール電圧と温度の変化状況

●シミュレーション結果

実機による日射急変時を含む実証試験におけるアレイ電圧とシミュレーションによるアレイ電圧を第 2.1.3-11 図に示す。この結果実機とシミュレーションとは、最大で4%程度の差でほぼ一致し、シミュレーションを完成した。

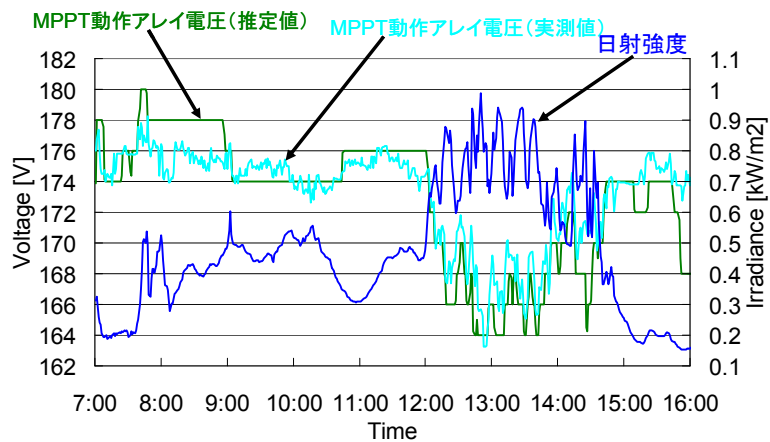


図 2.1.3-11 実証試験におけるアレイ電圧とシミュレーションによるアレイ電圧

2.1.4 成果のまとめ

表 2.1.4-1 に太陽電池評価に係わる成果をまとめる。

表 2.1.4-1 太陽電池評価に係わる成果

	H18	H19	H20	H21	計
特許出願	2	4	1		7件
論文	2	3	4	1	9件
研究発表・講演	13	17	22	9	34件
受賞実績	1				1件
新聞・雑誌等への掲載	2	2	1		5件
展示会への出展	2	2	2	2	8件
JIS規格・IEC規格等への貢献		7	3	8	18件
NEDO開発太陽電池等測定	60	70	60	30	220件

2.2 発電量評価技術の研究開発

2.2.1 発電量定格技術の開発

2.2.1.1 発電量定格方式の開発と標準化

発電量定格を目的とした国際標準規格が IEC において 61853 “PHOTOVOLTAIC (PV) MODULE PERFORMANCE TESTING AND ENERGY RATING”として審議中である。しかし、この審議では、61853 を 4 つのパートに分割して進行しているため、測定および計算の全体像が分かりづらい。そこで、61853 が 4 分割される前の 82/254/NP “Performance Testing and Energy Rating of Terrestrial Photovoltaic (PV) Modules”を原案とした上で、61853-1～4 “Photovoltaic (PV) Module Performance Testing and Energy Rating”の最新の審議動向を反映し、わが国の実情に沿うように技術的内容を変更した国内方式を開発することとした。IEC 61853 の計算方式の基本的な枠組み(図 2-1. フローチャート)は維持しつつも、わが国の標準モデルに資する実際的な測定方法の修正を行っている。特に、放射照度性能および温度性能の測定においては、幅広い放射照度と温度の組み合わせによって発電性能の表(マトリックス)を作成する必要があるが、ここを I-V 特性の線形内挿方式によって簡略化することをねらっている。線形内挿方式とは、IEC 60891(温度・照度補正法: Procedures For Temperature and Irradiance Corrections to Measured I-V Characteristics of Photovoltaic Devices)の改訂審議においてわが国が提案し、3番目の方法として採用されることになった I-V 特性の換算方式である。線形内挿方式を使う最大の利点は、幅広い日射と温度の組み合わせを僅かな I-V 特性計測値で精度良く内挿することである。事前に、太陽電池性能の温度特性等のパラメータを測定する必要がない利点が多い。

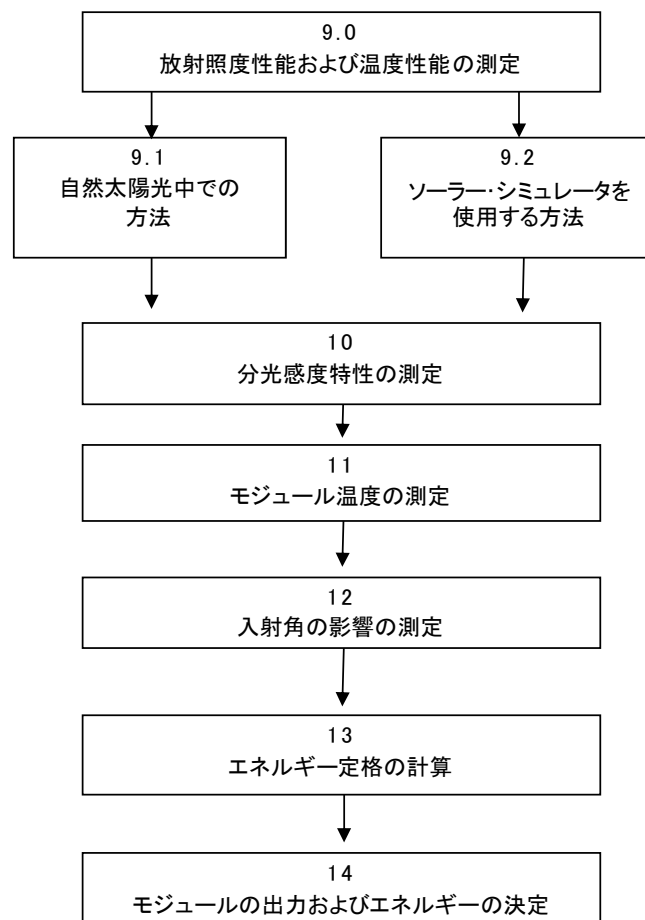


図 2.2.1-1 IEC61853 (82/254/NP)における発電量定格の計算手順

表 2.2.1-1 IEC61853 (82/254/NP)に基づく発電量定格方式の国内原案の目次

序文		11	入射角の影響の測定方法
1	適用範囲	11.1	屋外試験方法
2	目的	11.2	屋内試験方法
3	引用規格	12	モジュール温度の測定方法
4	サンプリング	12.1	試験およびデータ処理
5	マーキング	12.2	装置
6	試験	12.3	試験モジュールの取付け
7	報告書	12.4	方法
8	評価条件	12.5	評価
8.1	出力評価条件	13	エネルギー定格の計算方法
8.2	発電量評価条件	13.1	Isc、Voc および Pmax の補間
9	放射照度性能および温度性能の測定	13.2	透過率 $\tau(\theta)$ の補間
方法		13.3	分光感度特性の補間
9.1	自然太陽光中での方法	13.4	時刻毎のモジュールのピーク出力およびエネルギー出力の決定
9.2	ソーラー・シミュレータを使用する方法	13.5	基準日条件におけるエネルギー定格
10	分光感度特性の測定方法	14	出力およびエネルギーの定格
10.1	補足手順	14.1	出力定格
10.2	分光感度の補間	14.2	エネルギー定格
			解説

2.2.1.2 発電量定格用データの取得(ラウンドロビン測定実験)

2.2.1.2.1 実験概要

太陽電池モジュールの発電量計算方式を検証するために、複数地域における分光日射量実測データと太陽電池モジュールの I-V 特性データを太陽電池モジュールの屋外測定ラウンドロビン実験によって取得した。ラウンドロビン測定実験における計測装置は、データロガーシステム(クリマテック製、特注)、I-V 特性計測器(英弘精機製 MP-160)、気象観測システム(英弘精機製 MS-802, MS-710, MS-712 他)、風速計(アグリウェザー製 ウェザーバケット)により構成されている。計測時間帯は 4:00~20:00、計測間隔は I-V 特性が5分毎、分光日射強度が1分毎、風速が 10 分毎である。被測定太陽電池モジュールは、表 4.2 に示すとおり、平成 19 年8月から測定を開始した第1期において c-Si が3種4枚、a-Si が2種2枚である。平成 20 年 11 月から開始した第2期においては、c-Si が1枚、a-Si(シングル)が1枚、多接合が3種3枚、CIS が2種2枚である。図 2.1-2 には北海道における実験場のセットアップ写真を示す。

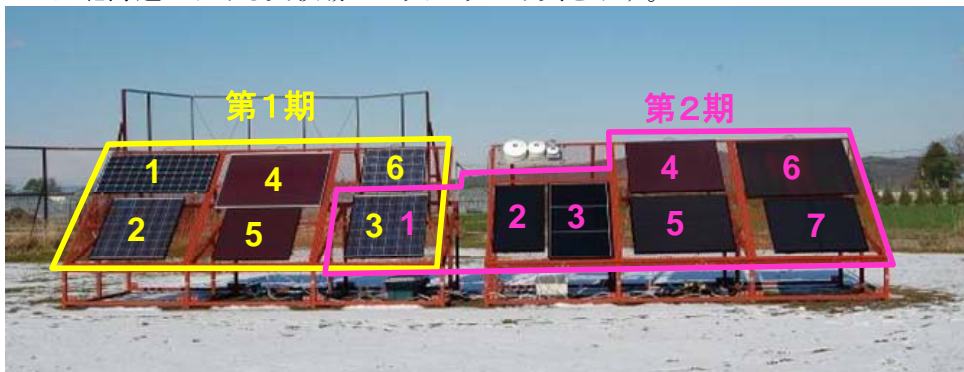


図 2.2.1-2 2008 年 11~12 月の札幌におけるラウンドロビン実験の様子

表 2.2.1-2 ラウンドロビン実験に用いている太陽電池モジュールの一覧

No.	第1期(2007年8月～2008年12月)		第2期(2008年12月～実施中)	
	太陽電池種別	製造年	太陽電池種別	製造年
1	c-Si (ヘテロ接合)	2007/9	c-Si (多結晶)※※	2006
2	c-Si (多結晶)※	2006	CIS	2008
3	c-Si (多結晶)※※	2006	CIS	2008/8
4	a-Si	2006	a-Si	2008/10
5	a-Si	2005/9	薄膜 Si (多接合)	2008/10
6	c-Si (多結晶)	2007/9	薄膜 Si (多接合)	2008
7			薄膜 Si (多接合)	8

※ 発電量の基準値を採るために、第1期の No.2 と No.3 は同一メーカー、同一型式の結晶系モジュールを採用した。

※※ 第2期においても第1期で基準としたモジュールを採用し、第1期と第2期の測定値を間接的に比較することを目指した。

2.2.1.2.2 測定結果

表 2.1-3(a)～(d)には、太陽電池モジュールの各種測定値のまとめを示す。測定場所の地名は全てコード記号で示しており、SPR, OTS, NGW, KBE, KTG, OKE, ISH, TOS はそれぞれ、札幌、大津、中津川、神戸、葛城、沖永良部、諫早、鳥栖を意味する。表中には、それぞれの場所における気象観測値と計測期間を併載している。

日射量(Irradiation)は、期間(Period)中に観測された日射量を積算し、期間日数で割り算した日平均に対し365を掛けて、年平均値とした値である。これにより、測定場所ごとに期間日数の異なる観測値から、日射量の大小比較をわかりやすくした。

表 2.1-3(a)に示す銘板最大電力当たりの期間発電量は、5分毎にサンプリングされた I-V 特性値から最大電力(P_{max})を計算し積算した電力量を、太陽電池モジュールの銘板(公称)最大電力で割り算したものである。銘板最大電力で割って相対化することにより、電気的特性の異なる太陽電池モジュールの発電量を比較可能とした。さらに、表中では、測定場所によって期間の異なる測定値を比較可能とするために、日平均値を計算した上で365日を掛けて年平均値とした。太字で示している数値は、同一場所・期間における最大値である。

銘板最大電力当たりの期間発電量は、結晶シリコン形のモジュール A が最大となる場所・期間が多かったが、アモルファスシリコン形のモジュール E または F が最大となることもあった。デバイス構造の異なるモジュール A と E または F の発電量の逆転現象は、気温では 20℃程度を境界とし、低温の場所・期間ではモジュール A、高温の場所・期間ではモジュール E または F の発電量が上回った。

表 2.1-3(b)に示す期間発電量は、結晶シリコン形のモジュール C を基準として、各モジュールの発電量を比較した値で示している。太字で示している数値は、同一モジュールにおいて最大となった場所・期間を示している。

基準としたモジュール C と同一型式であるモジュール B の発電量は、モジュール C の発電量に対し全ての場所・期間において 1.00 ± 0.01 の値となった。このことは、発電量測定の高精度の検証となり、モジュール C(または B)の基準としての妥当性を示している。

もう一つの示唆は、基準に対する発電量比率の地域・期間差が、結晶シリコン形よりもアモルファスシリコン形の方が大きなバラツキ(表中では標準偏差)を示していることである。これは、発電量の基準としては、デバイス構造を同一とする必要性を意味している。

表 2.1-3(c)に示すモジュール出力係数は、表 2.1-3(a)の日射量と期間発電量の値を用いて計算したものである。太字で示している数値は、表 2.1-3(a)と同様に、同一場所・期間における最大値である。結果も表 2.1-3(a)と同様に、低温の場所・期間ではモジュール A、高温の場所・期間ではモジュール E のモジュール出力係数が上回った。

表 2.1-3(d)に示す加重平均モジュール温度は、同時に観測された日射強度によって加重平均されたモ

ジュール裏面温度の測定値である。加重平均モジュール温度を平均気温との関係で簡単に表すと、平均気温 + 20 数°C程度となった。

表 2.2.1-3 ラウンドロビン実験第1期の測定結果の一覧

(a) 銘板最大電力当たりの期間発電量

Site Information			Yield [Wh/Wp/y]						Period [days]	
CODE	Irradiation [kWh/m ² /y]	Air Tmpr [C°]	c-Si				a-Si			
			A	B	C	D	E	F		
SPR	1901	24.9		1601	1598			1885	1907	9.0
OTS	1466	20.4	1339	1282	1289	1203		1422	1428	39.8
NGW	1486	11.0	1443	1311	1328	1208		1327	1319	25.2
KBE	1284	9.3	1245	1102	1160	1139		1100	1097	22.1
KTG	1119	5.2	1122	1039	1042	1001		978	945	19.1
OKE	1632	16.1	1578	1457	1455	1397		1489	1449	21.2
ISH	1665	14.6	1587	1454	1463	1399		1541	1520	36.1
TOS	1593	21.7	1513	1388	1370	1329		1494	1486	66.8
OKE	2219	29.6	2006	1825	1820	1748		2233	2224	59.5
SPR	913	0.9	685	639	637	570		616	632	30.9
Average	1528	15.3	1391	1310	1316	1222		1409	1401	330

(b) 期間発電量の基準モジュール(C)に対する比率

Site			Relative Yield						Period [days]	
CODE	Irradiation [kWh/m ² /y]	Air Tmpr [C°]	c-Si				a-Si			
			A	B	C	D	E	F		
SPR	1901	24.9		1.00	-			0.77	0.52	9.0
OTS	1466	20.4	1.36	0.99	-	0.56		0.72	0.49	39.8
NGW	1486	11.0	1.42	0.99	-	0.55		0.65	0.43	25.2
KBE	1284	9.3	1.40	0.99	-	0.59		0.62	0.41	22.1
KTG	1119	5.2	1.41	1.00	-	0.58		0.61	0.40	19.1
OKE	1632	16.1	1.42	1.00	-	0.58		0.67	0.44	21.2
ISH	1665	14.6	1.42	0.99	-	0.58		0.69	0.45	36.1
TOS	1593	21.7	1.44	1.01	-	0.59		0.71	0.48	66.8
OKE	2219	29.6	1.44	1.00	-	0.58		0.80	0.54	59.5
SPR	913	0.9	1.41	0.99	-	0.54		0.63	0.43	30.9
Average	1528	15.3	1.41	1.00	-	0.57		0.69	0.46	330
St.Dev			0.03	0.01	-	0.02		0.06	0.05	

(c) モジュール出力係数 (Performance Ratio)

Site			Performance Ratio						Period [days]	
CODE	Irradiation [kWh/m ² /y]	Air Tmpr [C°]	c-Si				a-Si			
			A	B	C	D	E	F		
SPR	1901	24.9		0.84	0.84			0.99	1.00	9.0
OTS	1466	20.4	0.91	0.87	0.88	0.82		0.97	0.97	39.8
NGW	1486	11.0	0.97	0.88	0.89	0.81		0.89	0.89	25.2
KBE	1284	9.3	0.97	0.86	0.90	0.89		0.86	0.85	22.1
KTG	1119	5.2	1.00	0.93	0.93	0.89		0.87	0.84	19.1
OKE	1632	16.1	0.97	0.89	0.89	0.86		0.91	0.89	21.2
ISH	1665	14.6	0.95	0.87	0.88	0.84		0.93	0.91	36.1
TOS	1593	21.7	0.95	0.87	0.86	0.83		0.94	0.93	66.8
OKE	2219	29.6	0.90	0.82	0.82	0.79		1.01	1.00	59.5
SPR	913	0.9	0.75	0.70	0.70	0.62		0.68	0.69	30.9
Average	1528	15.3	0.93	0.85	0.86	0.82		0.90	0.90	330

(d) モジュール裏面温度

Site Information			Weighted PV Temperature [C°]						Period [days]	
CODE	Irradiation [kWh/m ² /y]	Air Tmpr [C°]	c-Si				a-Si			
			A	B	C	D	E	F		
SPR	1901	24.9		51.5	52.3			49.7	50.0	9.0
OTS	1466	20.4	43.8	43.5	43.0	40.9		39.1	39.8	39.8
NGW	1486	11.0	40.0	40.8	41.0	39.1		36.3	37.9	25.2
KBE	1284	9.3	25.9	26.0	26.5	26.2		23.0	24.2	22.1
KTG	1119	5.2	23.3	24.9	24.7	22.7		21.4	21.5	19.1
OKE	1632	16.1	33.2	35.7	35.6	33.4		32.2	31.8	21.2
ISH	1665	14.6	41.4	40.5	39.8	39.1		36.2	37.9	36.1
TOS	1593	21.7	41.8	41.3	40.4	40.5		38.2	39.0	66.8
OKE	2219	29.6	49.9	50.5	52.1	46.3		47.0	46.8	59.5
SPR	913	0.9	24.0	23.4	23.6	21.8		18.8	21.5	30.9
Average	1528	15.3	36	38	38	34		34	35	330

2.2.2.3 発電量定格方式の検証

発電量定格は、ある場所、ある期間における発電量を基にし、太陽電池の性能を比較可能とする格付け方式である。その目標精度は、気象変動と同等程度を上限とすることが実用的に思われる。さらに、長期間にわたって測定された発電量と日射量等の気象観測値を重回帰式によって結びつけ、統計的に算出可能な推定方式に対して上回る精度を有している必要がある。

気象の統計的には、年間発電量の年較差は、PVSystem.net 発電量シミュレーションによれば過去 13 年間の標準偏差で3~5%程度であった。一年未満・数日以上以上の期間発電量については、四季変化によって年間より大きな標準偏差のために、モードとしては不適と思われる。一日発電量については、年間の同順位の値を取ることで年較差は2, 3% (晴天)5~8% (曇天)程度となるため、モードの期間として適切である。そこで、モードは、年間または一日発電量とする。精度は年間および一日発電量については5%程度を目標とするのが適切に思われる。

重回帰式による発電量推定方式によって、測定方式の観点から精度目標を算出した。この方式の利点は、モードのデータセットとして日射量、加重平均温度、波長重心の一組/日を持てば良く、簡便であることである。重回帰式は以下の通りである。

$$\begin{aligned}
 Y_m &= f(Y_r, T_{WA}, \lambda_{WA}) \\
 &= PR \cdot Y_r \\
 &= c_1 \cdot Y_r + c_2 \cdot Y_r \cdot T_{WA} + c_3 \cdot Y_r \cdot \lambda_{WA} \quad (1)
 \end{aligned}$$

沖永良部島(OKE)における春と夏の実験の前後に行われた鳥栖(TOS)における実験データを用いて重回帰式のモデルパラメータを決定し、これを用いてOKEでの日発電量を推定した。その結果、図 2.1-3 に示すとおり、c-Si については推定精度に影響はないものの、a-Si については OKE の夏季における恐らくアニール効果と思われる性能改善の効果が取り込めていないために、10 数%程度の過小評価をすることが分かった。

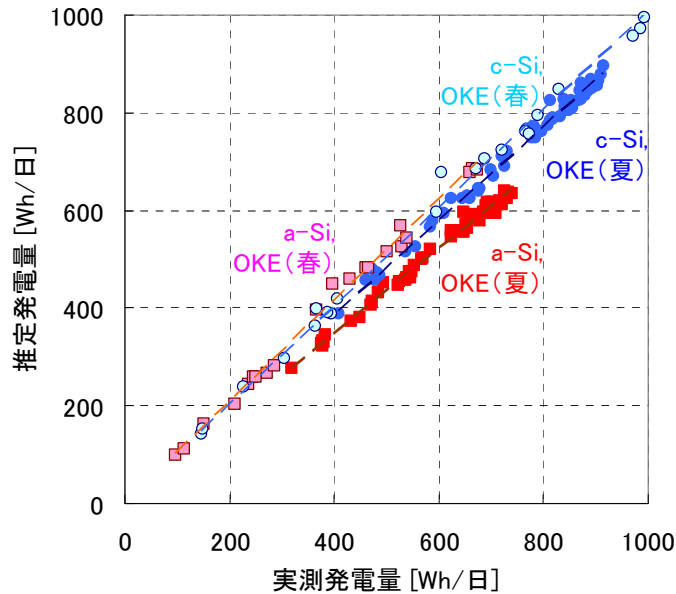


図 2.2.1-3 Estimation results of energy yield of c-Si & a-Si PV module with regression models by using model parameters from a different site.

2.2.2 実フィールドにおける実運転性能データベースの構築

AIST 等が開発する発電量評価技術を検証するため、平成9年度から平成 17 年度まで NEDO が実施していた「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」において、全国約 100 箇所に展開された住宅用太陽光発電システム(以下「PV システム」という。)のデータ計測サイト(以下「サイト」という。)から、日射気候区、設置環境等の諸条件を考慮し 47 サイト程度に整理し、PV システムの実フィールドにおける運転データ(以下「実運転データ」という。)を計測・収集し、実運転性能データベースを構築する。なお、サイトを受け継ぐにあたり、平成 9 年度から平成 12 年度に設置された 30 サイトを対象に、新たに計測装置の仕様を見直し、従前の計測項目を継承したデータ計測システム(A)に加え、モジュール温度の多点計測機能を追加したデータ計測システム(B)を開発し、データ計測システムを刷新する。今回計測するモジュール温度は、太陽電池出力を決定する重要な環境因子であるが、その計測方法は任意のモジュール裏面1点をもってアレイ代表温度としており、その妥当性を検証するため、データ計測システム(B)の計測データを基に、実フィールドにおけるアレイの温度分布を把握し、データ計測システム(A)のモジュール温度測定方法について、その妥当性を検証するための基礎データを構築する。

2.2.2.1 実運転性能データベースの構築

発電量評価技術の検証に必要な基礎データとなる実運転性能データベースを構築するため、平成 9 年度から平成 17 年度まで NEDO が実施していた「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」において、全国約 100 箇所に展開された PV システムのサイトを受け継ぎ、日射気候区、設置環境等の諸条件を考慮して必要となる 47 サイトに整理(図 2.2.2-1)した。

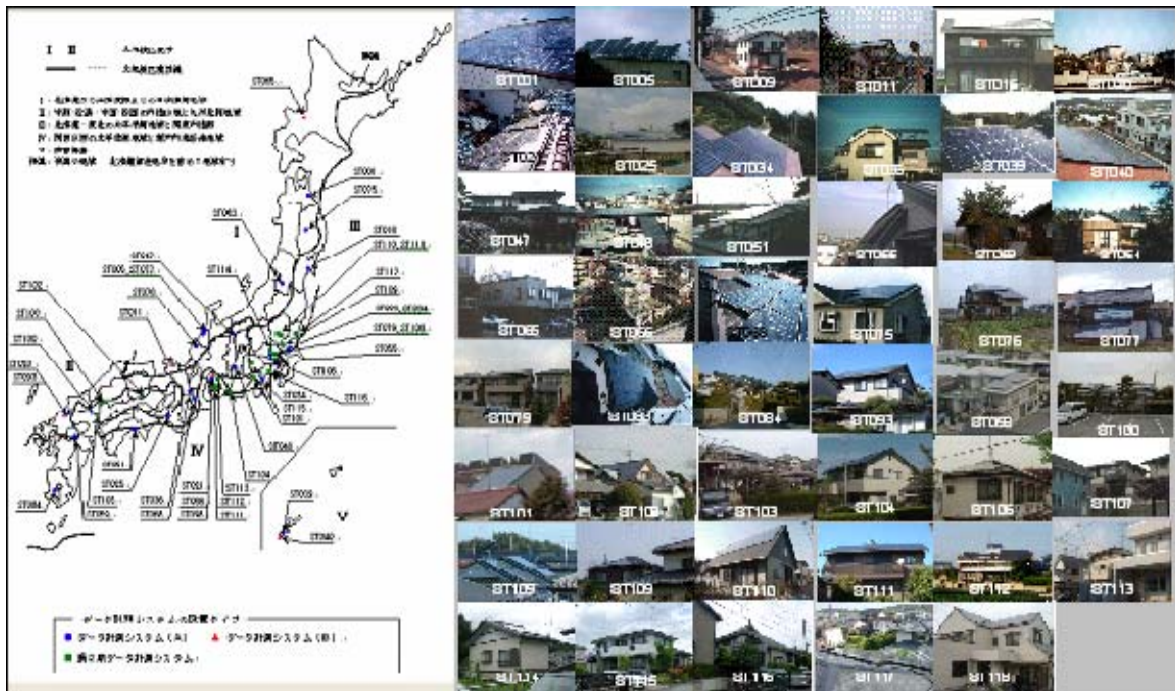


図 2.2.2-1 実運転データ取得サイト(分布及び外観)

平成 9 年度から平成 12 年度に設置された 30 サイトを対象に、新たに機器仕様を見直し、従前の計測項目を継承したデータ計測システム(A)に加え、モジュール温度の多点計測機能を追加したデータ計測システム(B)を開発し、これら開発したデータ計測システムを検証するため、平成 18 年度にデータ計測システム(A)を 2 サイト、データ計測システム(B)を 3 サイトの合計 5 サイトを設置した。図 2.2.2-2 及び図 2.2.2-3 にデータ計測システム(A)及び(B)の構成及び外観を示す。

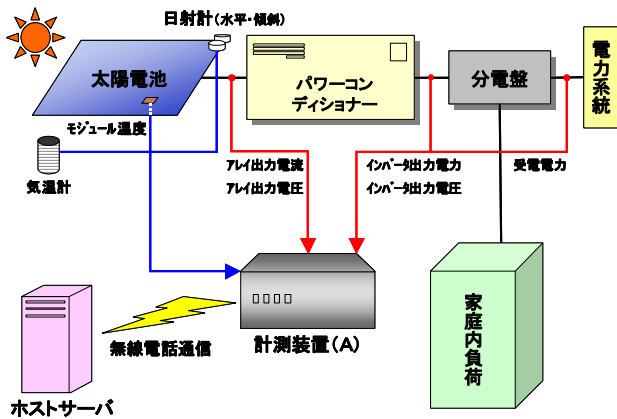


図 2.2.2-2 データ計測システム(A)の構成及び外観

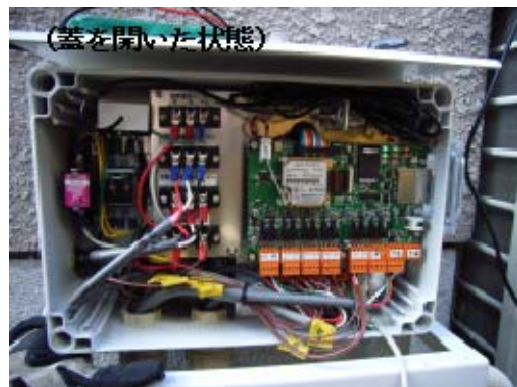
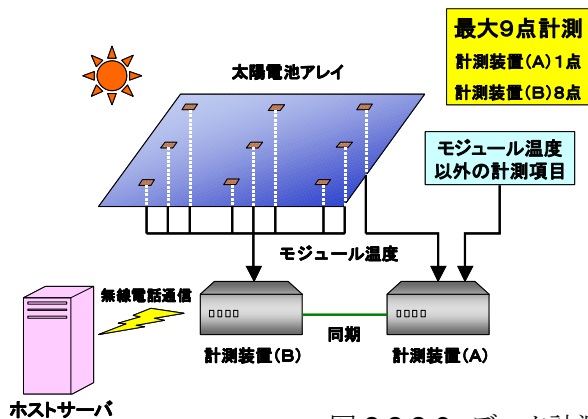


図 2.2.2-3 データ計測システム(B)の構成及び外観

データ計測システム(A)及び(B)で計測する計測項目を表1に示す。これらの計測項目を基に、一部演算させて表 2.2.2-1 に示すデータ項目を実運転性能データベースとする。

表 2.2.2-1 データ計測システム端末の計測項目

		計測項目名
計測システム(A)	1	水平面日射強度
	2	傾斜面日射強度
	3	外気温度
	4	モジュール温度
	5	アレイ出力電圧
	6	アレイ出力電流
	7	インバータ出力電力
	8	受電電力
	9	インバータ出力電圧
計測システム(B)	10	モジュール温度2
	11	モジュール温度3
	12	モジュール温度4
	13	モジュール温度5
	14	モジュール温度6
	15	モジュール温度7
	16	モジュール温度8
	17	モジュール温度9

表 2.2.2-2 データベースとして構築する項目

	データ項目名	備考
1	年	
2	月	
3	日	
4	時	
5	分	
6	水平面日射強度	
7	傾斜面日射強度	
8	外気温度	
9	モジュール温度	
10	アレイ出力電圧	
11	アレイ出力電流	
12	アレイ出力電力	演算(10×11)
13	インバータ出力電力	
14	受電電力	
15	負荷電力	演算(13+14)
16	インバータ運転時間	閾値で判定
17	インバータ故障時間	閾値で判定
18	インバータ運転回数	閾値で判定
19	インバータ出力電圧	
20	モジュール温度2	
21	モジュール温度3	
22	モジュール温度4	
23	モジュール温度5	
24	モジュール温度6	
25	モジュール温度7	
26	モジュール温度8	
27	モジュール温度9	

また、平成 18 年度に開発・検証したデータ計測システム(A)を 23 サイト、データ計測システム(B)を2サイト、合計 25 サイトを平成 19 年度に設置し、全国 47 サイト(図 2.2.2-3)における PV システムの実運転データを計測・収集して実運転性能データベース(図 2.2.2-4)を構築した。

【サイト情報】

サイト名	北九州市-2
所在県名	福岡県
システム容量	4 kW
太陽電池容量	4.192 kWp
モジュール最大出力	131 W
モジュール数	32 枚
アレイ面積	30.8 m ²
太陽電池直列数	8
太陽電池並列数	4
太陽電池種類	単結晶
アレイ設置場所	切妻屋根上
アレイ固定方法	屋根置形
アレイ設置方位	180°
アレイ傾斜角	25°
緯度	33.9°
経度	130.8°
日射気候区	II
絶縁変圧器	有
太陽電池設置日	1999/9/6
計測開設日	2000/9/21

【実運転データ】

時刻	日射強度	傾斜面日射強度	外気温度	モジュール温度1	アレイ出力電圧	アレイ出力電流	アレイ出力電力	インバータ出力電力	受電電力	負荷電力	モジュール温度2	モジュール温度3	モジュール温度4	モジュール温度5	モジュール温度6	モジュール温度7	モジュール温度8	モジュール温度9
0901	0.000	0.000	16.4	13.2	0.000	0.000	0.000	205.2	13.4	13.4								
11:56	0.469	0.699	27.1	63.4	146.5	19.37	1279.6	206.6	98.9									53.6
11:59	0.469	0.697	27.1	63.1	147.0	19.35	1210.0	206.7	98.7									53.3
1200	0.501	0.696	27.0	63.1	146.7	19.36	1174.9	206.9	98.7									53.1
1201	0.504	0.695	26.6	62.9	146.7	19.36	1079.6	207.2	98.4									52.9
1202	0.504	0.671	26.6	63.0	147.0	19.45	1219.6	206.6	98.5									52.9
1203	0.505	0.671	26.9	63.2	146.9	19.39	1210.0	206.7	98.6									53.2
1204	0.510	0.674	26.9	63.2	146.7	19.37	1174.7	206.5	97.7									53.4
1205	0.504	0.670	26.6	63.6	146.6	19.21	1125.5	206.9	97.1									53.4
1206	0.474	0.642	26.9	63.5	146.6	19.19	1174.4	206.1	96.9									53.2
1207	0.479	0.644	26.6	63.2	146.6	19.16	1125.5	206.0	96.6									52.9
1208	0.476	0.623	26.1	63.0	146.9	19.16	1174.1	206.2	96.6									52.9
1209	0.462	0.629	26.9	63.0	147.0	19.31	1202.2	206.3	96.7									53.0
1210	0.465	0.621	27.1	63.1	147.0	19.26	1174.7	206.4	96.9									53.1
1211	0.469	0.621	27.0	63.3	147.1	19.49	1210.0	206.5	97.0									53.2
1212	0.462	0.628	27.0	63.5	147.1	19.49	1212.2	206.7	97.1									53.3
1213	0.461	0.675	26.6	63.4	147.2	19.52	1224.4	206.6	96.9									53.1
1214	0.474	0.648	26.2	62.7	147.0	19.69	1223.3	206.6	96.6									51.6
1215	0.461	0.622	26.1	62.2	147.1	19.57	1223.2	206.6	95.4									51.3
1216	0.462	0.622	26.0	61.9	147.1	19.59	1225.5	206.7	95.0									50.6
1217	0.445	0.671	25.6	61.5	147.3	19.54	1229.0	206.7	94.8									50.4
1218	0.445	0.671	25.6	61.5	147.2	19.51	1229.1	206.7	94.9									49.9

図 2.2.2-4 実運転性能データベースのイメージ

2.2.2.2 発電量評価技術の検証方式の開発

構築した実運転性能データベースの運転データを活用して AIST 等が開発する発電量評価技術を使った発電量推定モデルについて、その推定精度を検証する方式を AIST と共同で開発 (図 2.2.2-5) するとともに、当該発電量推定に必要となる検証対象サイトでの太陽電池アレイの I-V 特性(4条件)等を現地で実測により取得する装置を開発した。図 2.2.2-6 に太陽電池アレイ I-V 現地測定装置のイメージを示す。

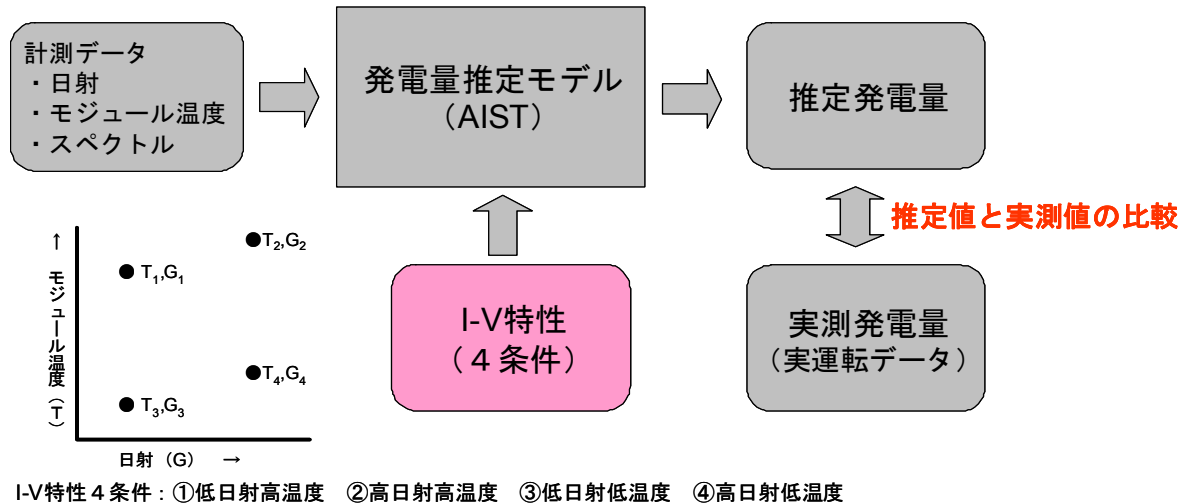


図 2.2.2-5 発電量評価技術の検証方式

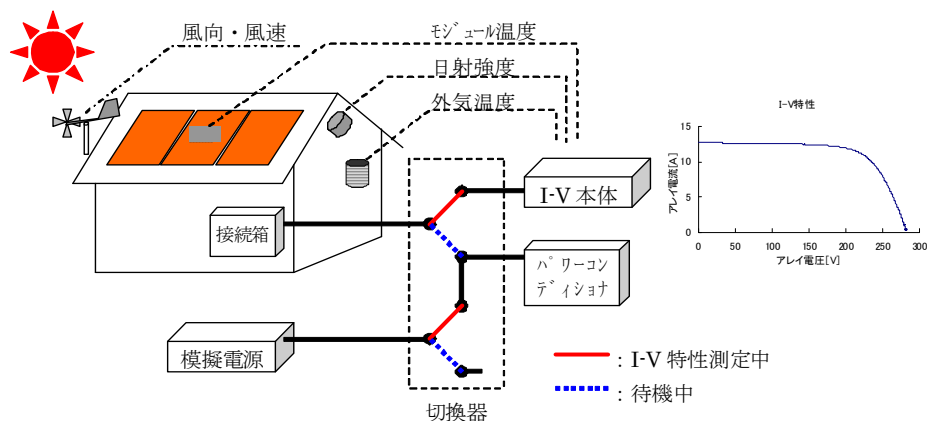


図 2.2.2-6 太陽電池アレイ I-V 現地測定装置のイメージ

また、検証対象サイトで太陽電池アレイの I-V 特性(4条件)等を現地測定で取得 (図 2.2.2-7) し、発電量推定モデルによって算出された推定値と実測値(実運転性能データベース)の比較から、その推定精度を検証した。

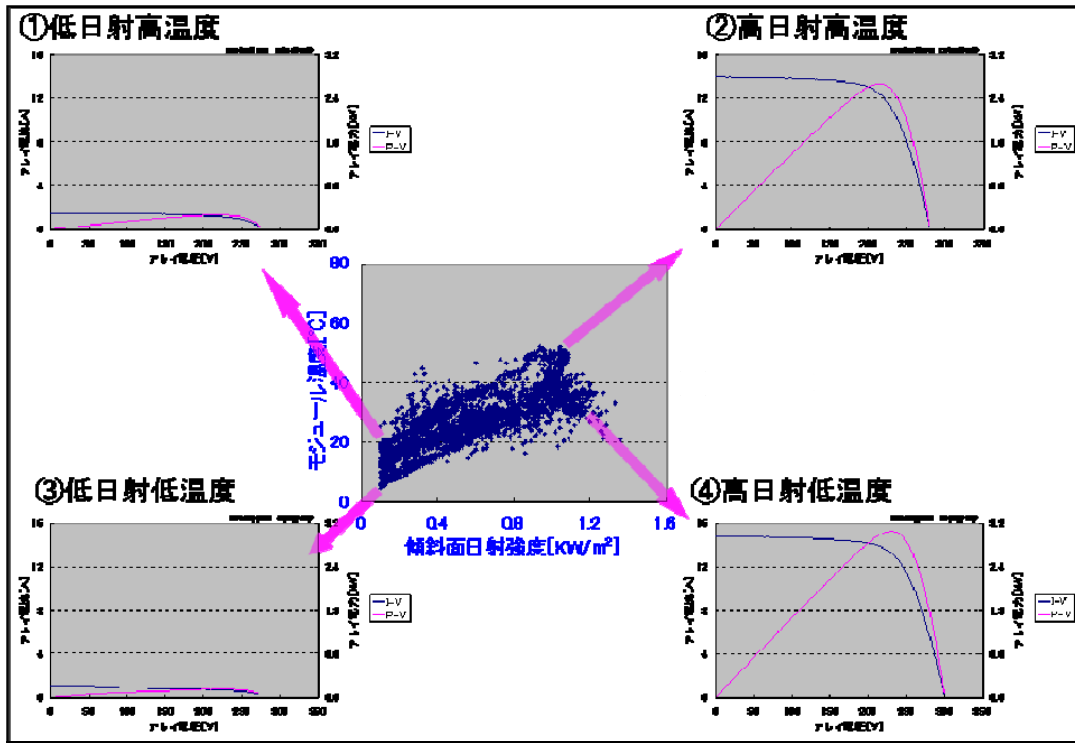


図 2.2.2-7 取得した I-V 特性のモジュール温度-日射の分布及び I-V・P-V 特性例

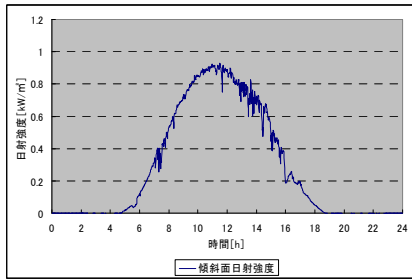
2.2.2.3 モジュール温度測定方法の妥当性の検証

データ計測システム(B)の計測データを基に、実フィールドにおけるアレイの温度分布を把握し、データ計測システム(A)のモジュール温度測定方法について、その妥当性を検証するための基礎データを構築した。なお、アレイの温度分布に大きく影響があると想定される風向・風速については、平成 19 年度に試験的に風向・風速計を一ヶ所の計測サイトに設置(図 2.2.2-8)した。

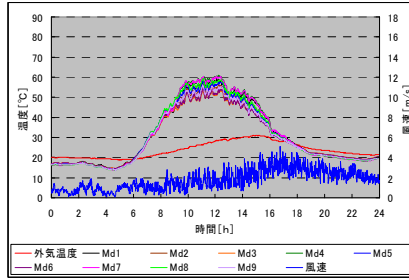


図 2.2.2-8 風向・風速計の設置

データ計測システム(B)の計測データを基に、実フィールドにおけるアレイの温度分布の時系列変化(図 9)、バラツキ及びモジュール温度の測定位置による精度への影響(図 2.2.2-10~図 2.2.2-12)等を把握した。



傾斜面日射強度（1分値）



各モジュール温度・外気温度・風速（1分値）

風上のモジュール温度が低く、風下が高い傾向にある。

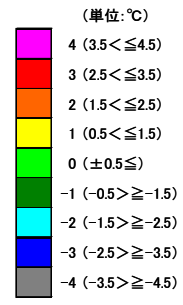
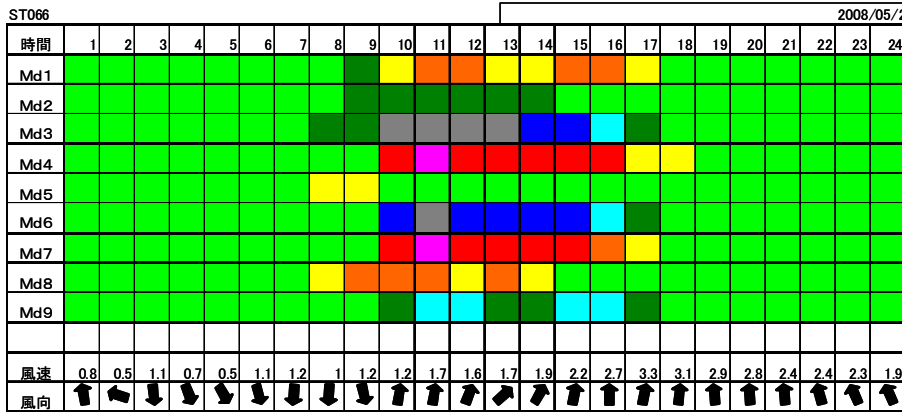
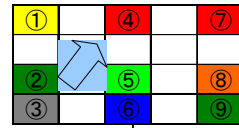
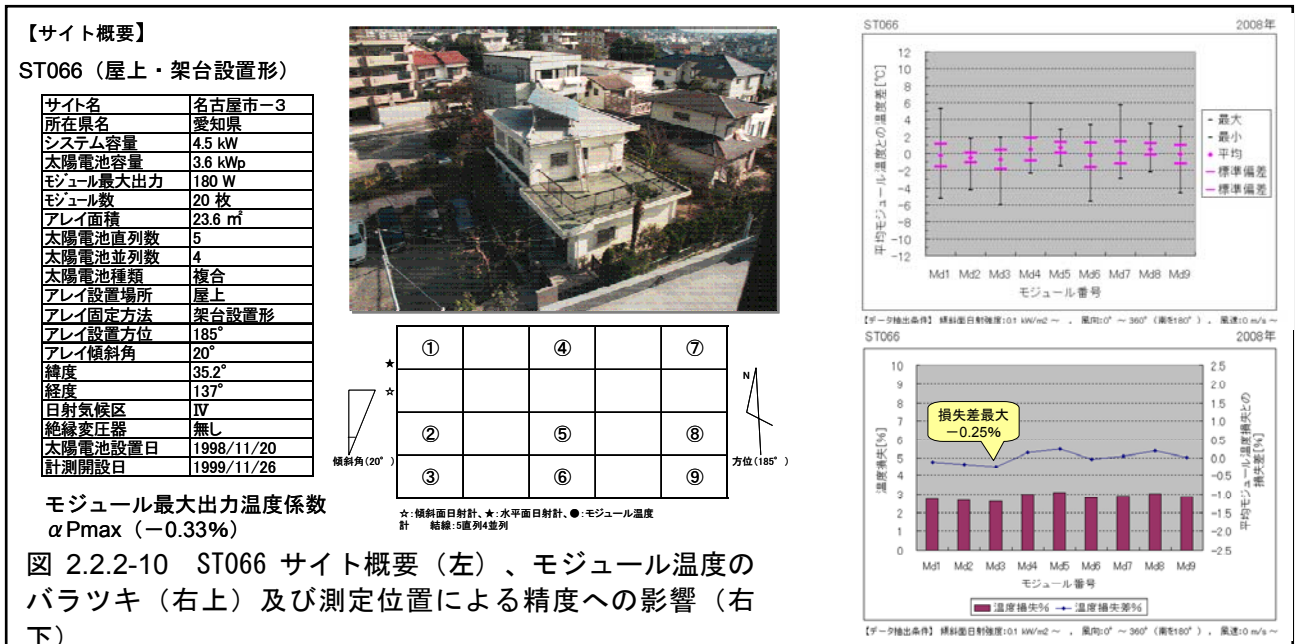


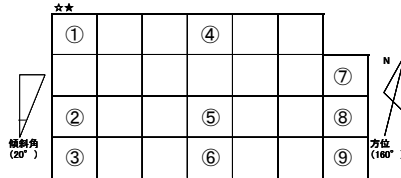
図 2.2.2-9 各モジュール温度の時系列変化(1時間値)



【サイト概要】

ST040 (切妻屋根上・屋根置形)

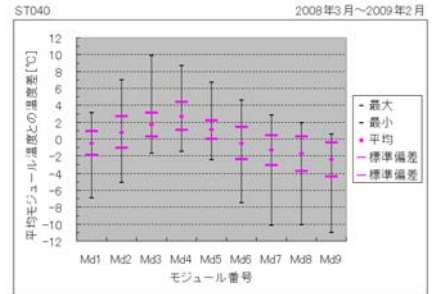
サイト名	糸満市
所在県名	沖縄県
システム容量	4.4 kW
太陽電池容量	3.915 kWp
モジュール最大出力	145 W
モジュール数	27 枚
アレイ面積	28.6 m ²
太陽電池直列数	9
太陽電池並列数	3
太陽電池種類	多結晶
アレイ設置場所	切妻屋根上
アレイ固定方法	屋根置形
アレイ設置方位	160°
アレイ傾斜角	20°
緯度	26.1°
経度	127.7°
日射気候区	V
絶縁変圧器	無し
太陽電池設置日	1998/3/5
計測開設日	1998/11/24



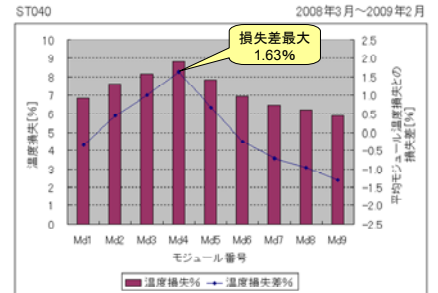
☆☆:傾斜面日射計、★:水平面日射計、●:モジュール温度計
 総線:9直列3並列

モジュール最大出力温度係数
 αP_{max} (-0.5%)

図 2.2.2-11 ST040 サイト概要 (左)、モジュール温度のバラツキ (右上) 及び測定位置による精度への影響 (右下)



【計測条件】 傾斜面日射強度:0.1 kW/m²、風向:0° ~ 360° (南:180°)、風速:0 m/s ~

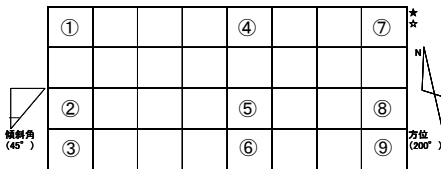


【計測条件】 傾斜面日射強度:0.1 kW/m²、風向:0° ~ 360° (南:180°)、風速:0 m/s ~

【サイト概要】

ST065 (片流れ屋根上・屋根置形)

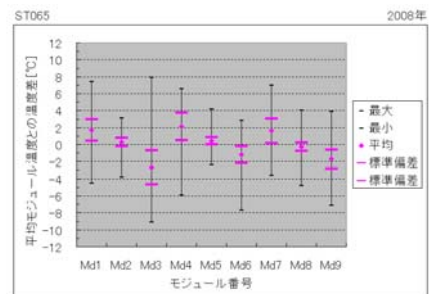
サイト名	札幌市-2
所在県名	北海道
システム容量	4 kW
太陽電池容量	4 kWp
モジュール最大出力	125 W
モジュール数	32 枚
アレイ面積	32.3 m ²
太陽電池直列数	8
太陽電池並列数	4
太陽電池種類	多結晶
アレイ設置場所	片流れ屋根上
アレイ固定方法	屋根置形
アレイ設置方位	200°
アレイ傾斜角	45°
緯度	43.1°
経度	141.3°
日射気候区	I
絶縁変圧器	無し
太陽電池設置日	1998/12/8
計測開設日	1999/2/26



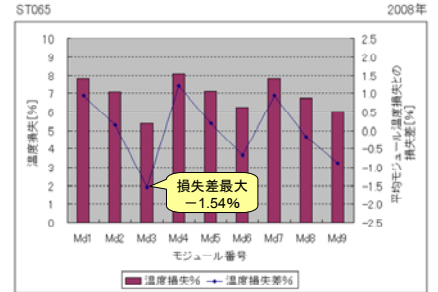
☆☆:傾斜面日射計、★:水平面日射計、●:モジュール温度計
 総線:8直列4並列

モジュール最大出力温度係数
 αP_{max} (-0.4%)

図 2.2.2-12 ST065 サイト概要 (左)、モジュール温度のバラツキ (右上) 及び測定位置による精度への影響 (右下)

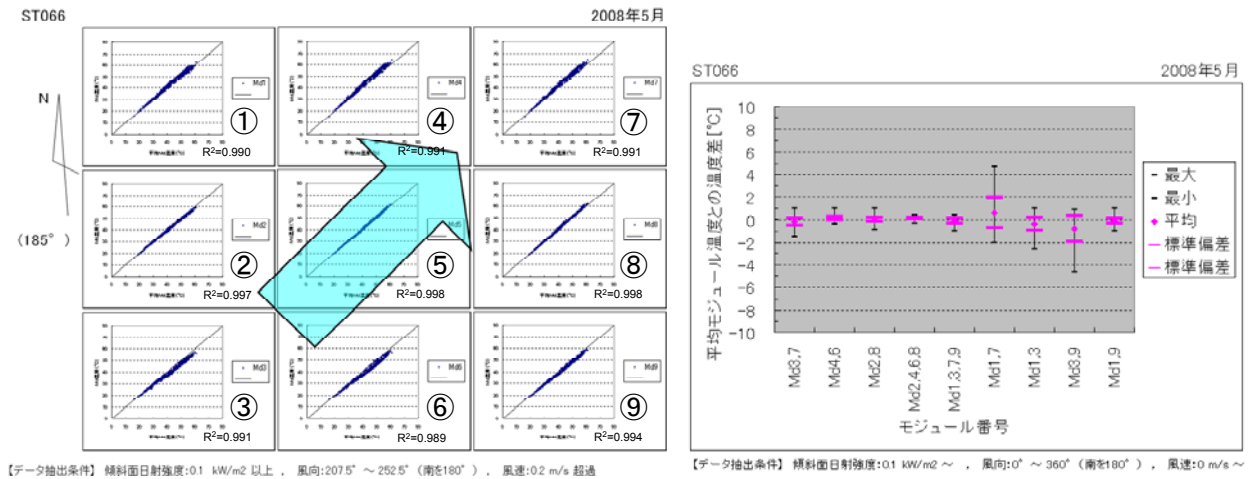


【計測条件】 傾斜面日射強度:0.1 kW/m²、風向:0° ~ 360° (南:180°)、風速:0 m/s ~



【計測条件】 傾斜面日射強度:0.1 kW/m²、風向:0° ~ 360° (南:180°)、風速:0 m/s ~

また、住宅用 PV システムの場合、オンサイトでアレイの中心付近を測定することが困難なケースが多々あるため、測定可能な箇所代替測定(補正方法を含む)できる方法を、平成 19 年度から計測を開始した風向・風速データを参考にしながら検討(図 2.2.2-13)し、図 2.2.2-14 に示すオンサイトでのモジュール温度測定方法(指針)としてまとめた(予定)。なお、ここで得られた成果は、JIS C 8953 の改訂等、標準化検討時の基礎データともなる。


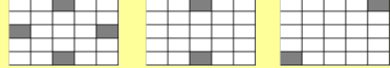
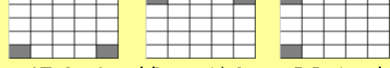


風によるアレイ温度分布の変化

代替測定箇所(モジュール組合せ平均温度)における平均モジュール温度との温度差

図 2.2.2-13 代替測定方法の検討

オンサイトでのモジュール温度測定方法（指針）イメージ

1. モジュールの中央付近を測定する。

2. 中央が測定できない場合は、中央を基準に対象となるよう複数箇所測定する。
 良い例 
 悪い例 
3. 端部 1 点しか測定できない場合は、補正（例：+0°C）する。

備考：年間での評価では補正の必要は特にない。ただし、設置環境等、風の影響以外にアレイ温度分布に片寄りが生じる要因がある場合はこの限りでない。

図 2.2.2-14 オンサイトでのモジュール温度測定方法(指針)イメージ

2.2.3 日射気候区別の分光日射データベースの構築と分光日射量推定のための統計モデルの開発 (JWA)

2.2.3.1 精密観測の実施

分光日射計等を用いた精密観測地点として、以下の 5 地点を選定し、平成 19 年 4 月 1 日より観測を開始した。図 2.2.3-1 に日射気候区毎の観測点の位置図を、表 2.2.3-2 に日射気候区毎の観測地点と傾斜角を示す。

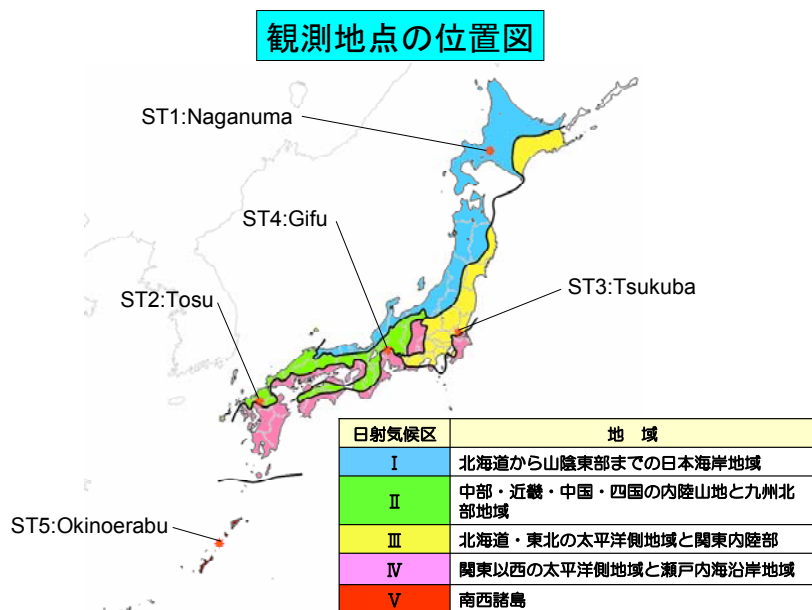


図 2.2.3-1 日射気候区毎の観測地点の位置図

表 2.2.3-1 日射気候区毎の観測地点と傾斜角

日射気候区	地 域	観測地点	傾斜角
I	北海道から山陰東部までの日本海岸地域	北海道長沼町 北海道立中央農業試験場	36°
II	中部・近畿・中国・四国の内陸山地と九州北部地域	佐賀県鳥栖市 AIST 九州センター	26°
III	北海道・東北の太平洋側地域と関東内陸部	茨城県つくば市 AIST つくばセンター	15°
IV	関東以西の太平洋側地域と瀬戸内海沿岸地域	岐阜県岐阜市 岐阜大学	32°
V	南西諸島	沖永良部島 関西ペイント敷地内	22°

観測項目の一覧を表 2.2.3-2 に示す。また観測点の外観写真を図 2.2.3-2 に示す。

表 2.2.3-2 観測項目の一覧

観測項目	備 考
分光日射	傾斜面で測定 測定波長領域(350~1700nm)
全天日射	水平面及び傾斜面で測定
直達日射	日照時間も算出、大気透過率の算定
気温	飽和水蒸気量の算出にも利用
湿度	水蒸気量の推定に利用
風向・風速	分光日射データベースの収録項目



図 2.2.3-2 観測点の外観写真（沖永良部地点 左：全景写真、右：各種日射計）

2.2.3.2 分光データベースの構築

分光データベースとしては、分光データだけではなく、関連する気象データやエアマス、太陽入射角等についても併せて収録した。収録間隔は 10 分間隔とした。表 2.2.3-3 に収録した主なデータ項目を示す。

表 2.2.3-3 分光データベース掲載項目の一覧

掲載項目	備考
観測要素	表 2 に示される観測項目の各要素
太陽高度	太陽光入射の状態の評価に使用する
太陽方位角	太陽光入射の状態の評価に使用する
エアマス	太陽光入射の状態の評価に使用する
太陽入射角	分光計に対する入射角の評価に使用する
晴天指数	日射条件（天候）の評価に使用する
散乱比（水平面、傾斜面）	直達日射量と散乱日射量の評価に使用する
大気透過率	雲、エアロゾル量などの簡易的な評価に使用する

また、データの公開に際しては、測器のトラブルや停電等による欠測の扱い、カラスの飛翔や地物からの反射光によると思われる特異データの扱いについても可能な限り対応した。

図 2.2.3-3 は冬季に長沼で観測された日射データの一例である。近隣にあるビニールハウスからの反射光の影響を受け、12:30 頃に斜面日射が上昇している現象が捉えられている。また、分光日射データにも影響が現れている。この現象については、水平面と傾斜面の散乱比を比較することで、ある程度の判別が可能である。

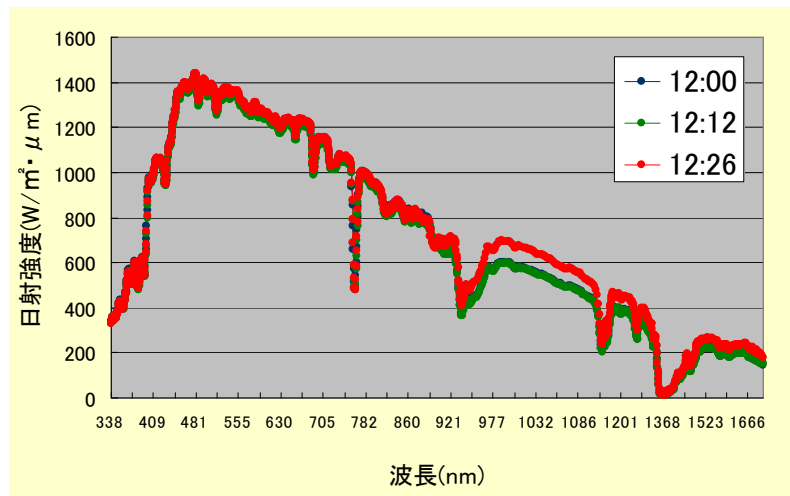
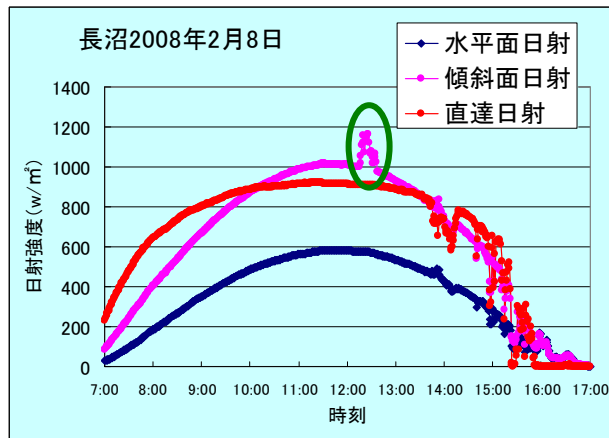


図 2.2.3-3 長沼地点における観測データ (2008 年 2 月 8 日)
 上：直達日射、水平面・傾斜面日射データ
 下：分光日射データ

2.2.3.3 分光日射量推定モデル (統計モデル) の開発

(2)で構築した観測値に基づく、長期間の分光日射データベースは世界でも類を見ないものであるが、観測値がない地点における日射スペクトルを全天日射から推定できれば便利である。そこで、以下に示す「変換係数」を導入して様々な日射状況における日射スペクトルの形状を解析した。以下に解析結果を例示する。

変換係数: $P(\lambda)$ の定義 $I(\lambda) = I \cdot P(\lambda)$	$P(\lambda)$ の計算方法 $P(\lambda) = I(\lambda) / I$
$I(\lambda)$: 波長(λ)の日射強度 ($W/m^2 \cdot \mu m$) I : 全天日射強度 (W/m^2) $P(\lambda)$: 全天日射強度からの変換係数 ($1/\mu m$)	

図 2.2.3-4(a) は、沖永良部における晴天日の時刻別の分光日射強度、図 2.3-4(b) は各時刻の「変換係数」を図示したものである。これによると、太陽高度の上昇によって大きく変動しているように見える分光日射も「変換係数」で表すとその形状が類似しており、晴天日においては、全天日射から分光日射を推定できることが示唆される。

なお、図中にある AM とは、大気路程（エアマス：Air Mass）と呼ばれ、太陽光が大気中を通過する距離を表し、数値が大きいほど、大気中を通過する距離が長くなる。

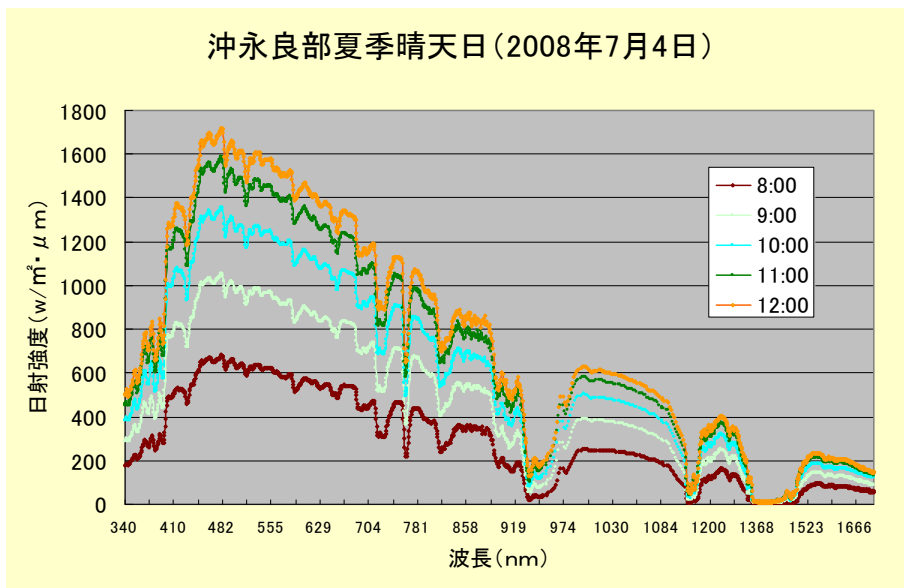


図 2.2.3-4(a) 沖永良部の夏季晴天日の時刻別分光日射強度

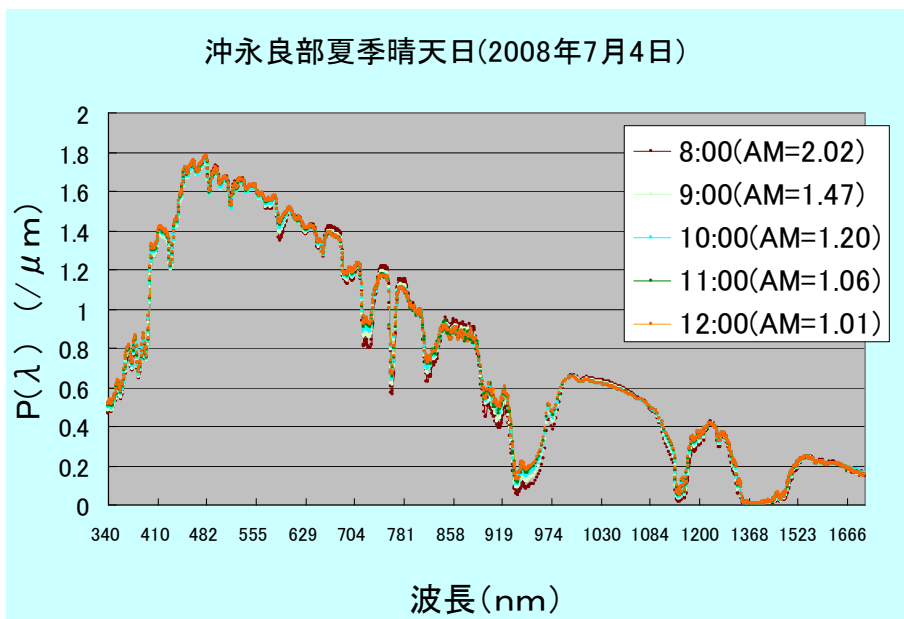


図 2.2.3-4(b) 上記時間帯の時刻別変換係数

図 2.2.3-5 は、同様の解析を午後の時間帯について行った結果を示したものである。これによると、エアマスが 2 以下（太陽高度 30 度以上）の時は変換係数の形状が類似しているが、太陽高度が低くなった 18:00 の形状は大きく異なっている。これは、大気による散乱の影響と考えられる。

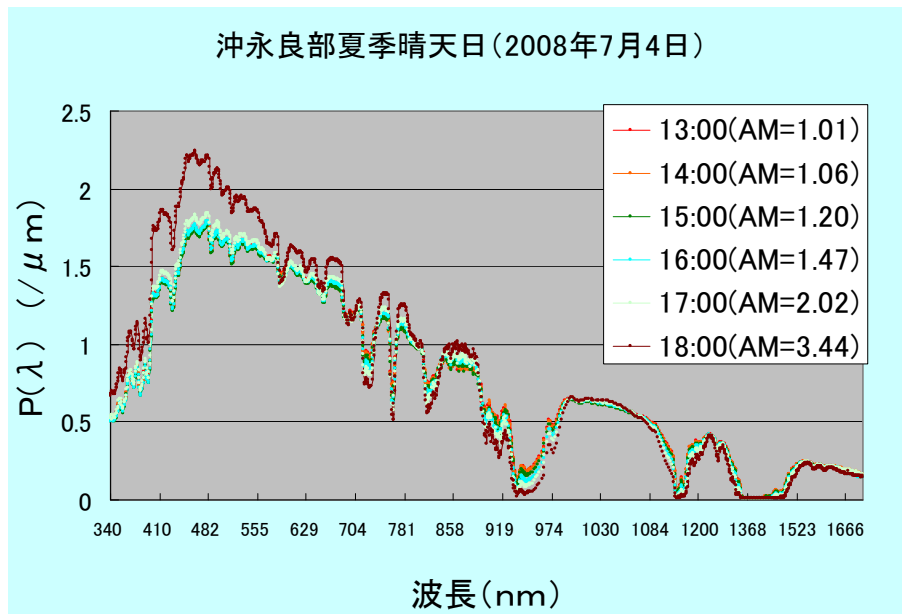


図 2.2.3-5 沖永良部の夏季晴天日の時刻別変換係数

図 2.3-6 は、短時間に日射状況が大きく変動した時の分光日射を示したもののだが、この図を「変換係数」を用いて表すと図 2.3-7 のようになる。日射状況の急変は雲の通過によるものと考えられる。これを表す定量的な指標として各時刻の散乱比（散乱日射強度/全天日射強度）を括弧内に付記した。これによると、晴天時（10：14）と雲に覆われた曇天時（10：22）では、明らかに分光日射の形状が異なっている。両者の中間的な日射状況である 10：13 の「変換係数」を見ると、480nm 付近の peak を境に長波側では曇天時、短波長側では晴天時に類似した形状を示しているように見える。

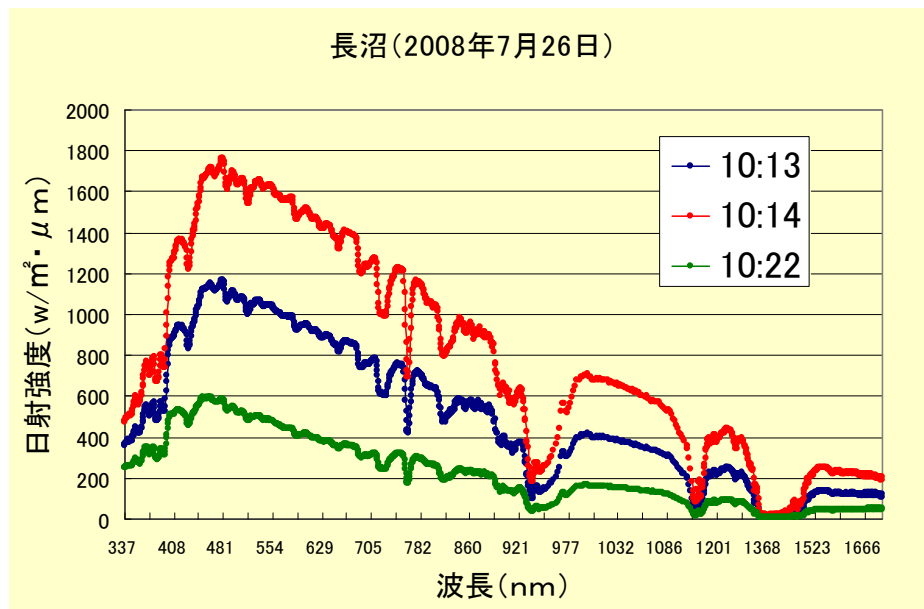


図 2.2.3-6 短時間に日射状況が急変した場合の分光日射強度
(長沼 2008 年 7 月 26 日)

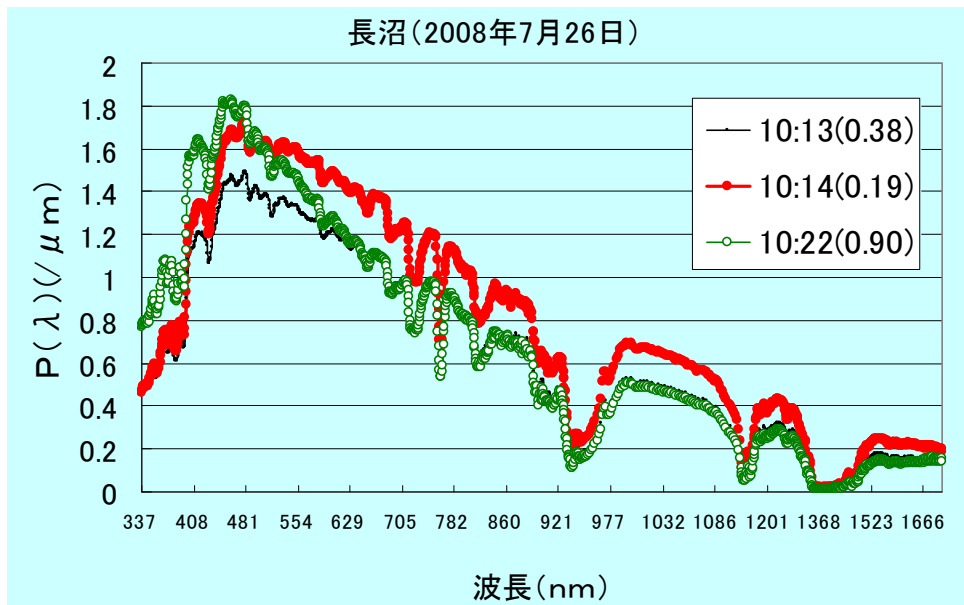


図 2.2.3-7 短時間に日射状況が急変した場合の変換係数(長沼 2008 年 7 月 26 日)
括弧内の数値は散乱比(散乱日射強度/全天日射強度)を表す

上記のような解析結果を踏まえ、エアマスや散乱比を指標として、全天日射から分光日射を推定する統計モデルを開発した。

2.2.4 分光日射量推定モデルの開発 (岐阜大学)

本研究開発は(独)産業総合技術研究所、(財)電気安全環境研究所、(財)日本気象協会、岐阜大学の4者によって行なわれる、研究開発「発電量評価技術の研究開発」の一部であり、太陽光発電システムの発電量を計算機上で評価・予測可能な数値モデルの開発を担っている。

本研究開発では、現在の物理気象モデルを日射強度推定のために雲粒子情報を提供できる「雲微物理改良気象モデル」を構築する。そして雲粒子情報ははじめとする気象モデルからの気象情報を用いて、地表に達する日射を光学過程に従ってスペクトル成分で推定する「分光日射モデル」を構築する。この雲微物理改良気象モデルと分光日射モデルを用いることにより、任意地点・任意日時での分光日射強度を推定できる。一方、物理モデル構築と平行して、ライダーによる大気および雲中の微粒子計測、および上空観測用カメラによる雲移動解析を行う。これらの計測結果、および(財)日本気象協会から提供される分光日射強度計測の結果は、二つの物理モデルの構築に対してモデルの検証と改良のために利用する。

ここで物理気象モデルとは、大気の運動や雲の生成・移動・消散過程、降雨や気温変化などを流体力学や熱力学などの方程式に従い忠実に再現したコンピュータ・シミュレーション・モデルである。この物理気象モデルで再現される大気物理過程の概念図と、再現された中部地方の雲の分布および陸上・海上の風の様子を図 2.2.4-1, 2 に示す。この図の通り、物理気象モデルは上空大気の様子を忠実に再現できるモデルである。一方、分光日射モデルも大気や雲中の水粒子などによる太陽光の反射・散乱・吸収過程を光学的に忠実に再現して地表に達する分光日射強度を推定する物理モデルである。従って、統計モデルに比べてモデル構築に労力や時間を要するが、本物理モデルは分光日射強度推定について以下のメリットがある。

- ・ 日射強度推定に、過去の観測結果を必要としない。
したがって、測器の購入・設置・維持管理などの費用・労力・時間を必要としない。
- ・ 任意の地点、日時での日射強度を推定できる。

したがって、観測データのない地点や海外でもピンポイントで日射強度推定が可能。

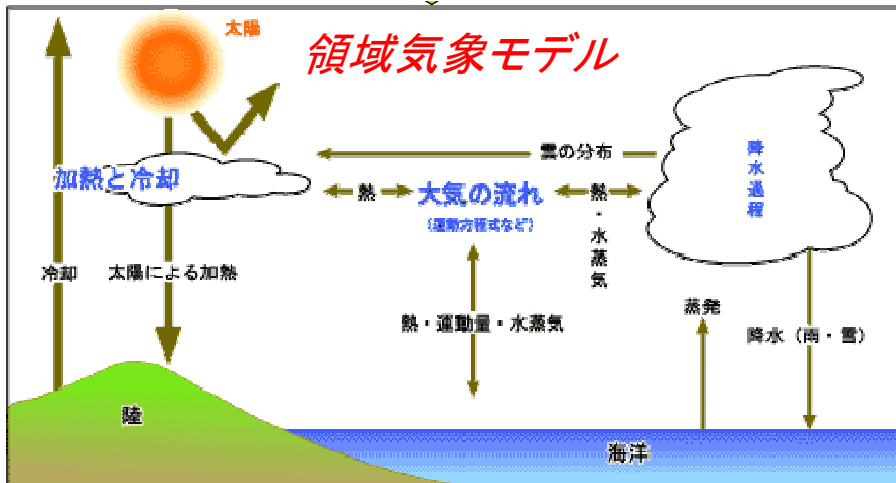


図 2.2.4-1 気象モデル内物理課程の概念図

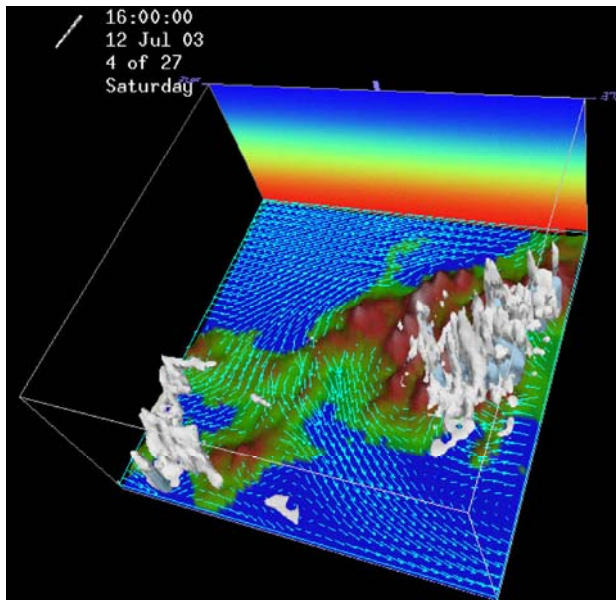


図 2.2.4-2 物理気象モデルによって再現された雲と風の様子

- ・ 日射に関する環境が変化しても日射強度を推定できる。
統計モデルでは環境変化時には再度計測を実施，モデルの再構築が必要となる。
- ・ 日射強度のほか，気温や風速など，モジュール発電効率に関する気象情報も提供できる。
- ・ 物理気象モデルでは，大気の状態をそのまま再現しているために，日射強度だけでなく，モジュール温度に関する気温や風向風速，降雨などの気象情報も計算しており，その結果を提供できる。

雲微物理改良モデルや分光日射強度モデルは物理モデルであるため，日射強度推定には特に雲やその構成などの再現性が特に重要である。そこでミクロスケールで雲を構成する水粒子の粒径や総量を計測するライダーや，マクロスケールで雲分布やその移動を追跡する上空観測用カメラを用いて，同時刻に存在する雲に関する情報を多角的に収集し，その計測結果を物理モデルの検証や推定精度の改良のために提供する。また，(財)日本気象協会が実施する分光日射強度計測の結果も物理モデルの検証・改良に活用する。研究要素の構成は図 2.2.4-3 の通りである。

本研究開発では雲微物理改良気象モデルと分光日射モデルを構築することにより，以下のことが可能となる。

- ・ 任意の地点，日時での日射強度を推定できる。
分光日射強度観測が不要で，地点と日時の情報からピンポイントで日射強度の推定が可能とな

- る。また地点を選ばないので、海外地点でも分光日射強度が推定可能である。
- 分光日射強度が推定できる。
スペクトル特性の異なる各種発電モジュールに対して、その発電量を高精度に推定できる情報を提供できる。
 - (財)日本気象協会が実施する分光日射強度計測の計測結果および統計モデルに対して、物理的な裏付けができる。
分光日射強度計測結果の特徴を大気・日射特性から説明でき、計測結果の妥当性を示せる。そして各地の大気・日射特性から統計モデル適用の妥当性検証ができる。
 - 日射強度のほか、太陽光発電効率に関する気温などの気象情報も提供できる。
分光日射強度のほか、気温や風向風速、降雨など、発電モジュールの発電効率に関する気象情報も、地点と日時でピンポイントに提供できる。

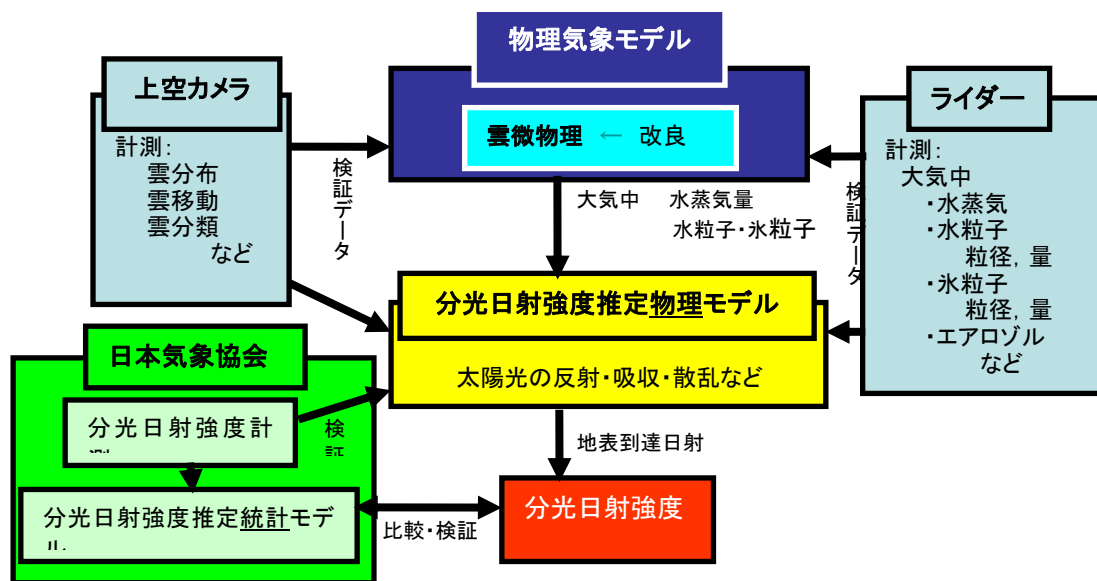


図 2.2.4-3 研究開発の構成

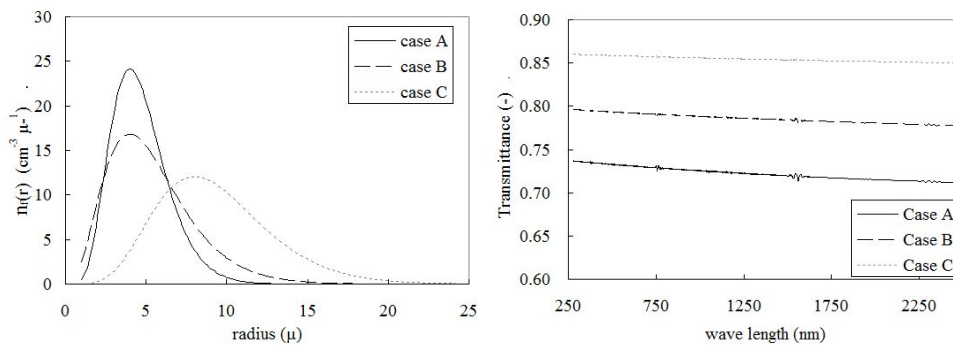
以上により、物理モデルの構築により、各種太陽光発電システムでの実効発電量を推定するために必要な気象データを提供できる。また将来的には、この物理モデルを用いて分光日射強度や気温などの計算結果をデータベースとして整備することにより、簡便かつ瞬時に必要な情報を提供できるようになる。

2.2.4.1 雲微物理過程を改良した物理気象モデルと分光日射強度推定物理モデルの開発

2.2.4.1.1 雲微物理を改良した物理気象モデルの開発

大気中を透過・散乱する太陽光の特性は大気中に存在する水粒子・氷粒子の量だけではなく、その粒子の粒径分布にも依存している。その一例として、総水分量は同じで異なる雲粒分布による透過率の変化を理論的に求めた結果を図 2.2.4-4 に示す。この図のように同じ水分量でも、粒径によって透過率が異なっている。このため、大気中水分の量の推定はもちろん、その構成粒子の粒径まで把握することが分光日射強度推定では必要となる。

分光日射強度を光学的に推定するには、大気や雲中で太陽光を反射・散乱・吸収する水粒子などの粒径・分布特性を把握する必要がある。そこでここでは、これまで用いている物理気象モデルの雲微物理を改良し、大気や雲中に存在する水粒子・氷粒子の粒径やその分布特性を正確に再現する物理モデルを構築した。この物理モデルでは大気や雲の物理過程を忠実に再現するために、流体力学や熱力学などの様々な方程式を解く必要があり、計算負荷が大きい。そのため、このモデルの開発・運用には並列計算機が必要不可欠である。



(a) 粒径分布 (b) 透過率の分光特性
 図 2.2.4-4 異なる粒径分布による透過率の分光特性

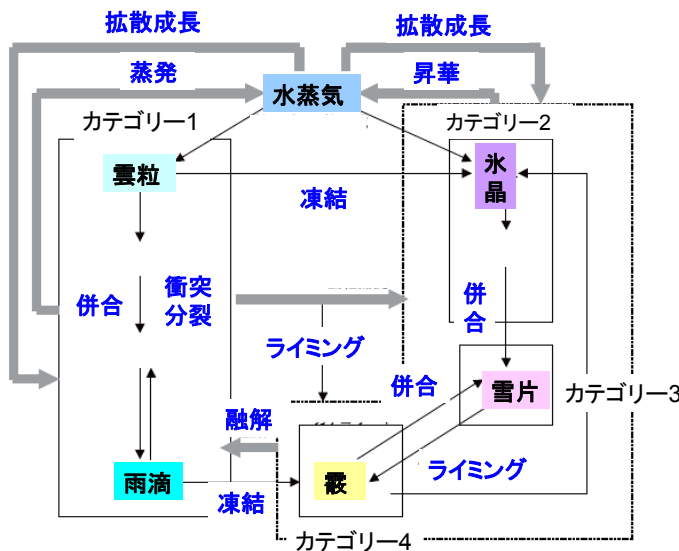


図 2.2.4-5 ビン法雲微物理過程モデルの模式図

本物理モデルのうち、特に分光日射強度推定に関係する改良型雲微物理過程モデルの概要を図-2.2.4-5 に示す。モデル中では図に示すとおり、大気中水分を雨粒、氷晶、雪片、霰の категорияに分け、それぞれのカテゴリは最小 $3 \mu\text{m}$ から最大 8mm まで 35 種類の粒径サイズの粒子 (bin) として構成されている。そして異なる粒径間での拡散成長・衝突併合や、カテゴリ間での昇華・蒸発・凍結・融解、および降水の各プロセスを再現している。このモデルによる計算結果の一例として、大気中水分の高度別粒径分布を図 2.2.4-6 に示す。図中、気圧高度 $1,000 \text{hPa}$ 、 850hPa 、 720hPa はそれぞれ地表面付近、約 $1,500 \text{m}$ 、約 $2,800 \text{m}$ の高度に対応している。この図から、高高度から地表面に近づくに従って、大気中水分は大きな粒径で構成されるようになることが再現されている。

このように雲微物理過程を改良し分光日射強度推定に特化した物理気象モデルを開発した。そしてこれによって大気中水粒子を詳細に再現することが可能となった。またここでは、後述の観測機器による計測結果を用いた検証を行い、精度向上を試みた。

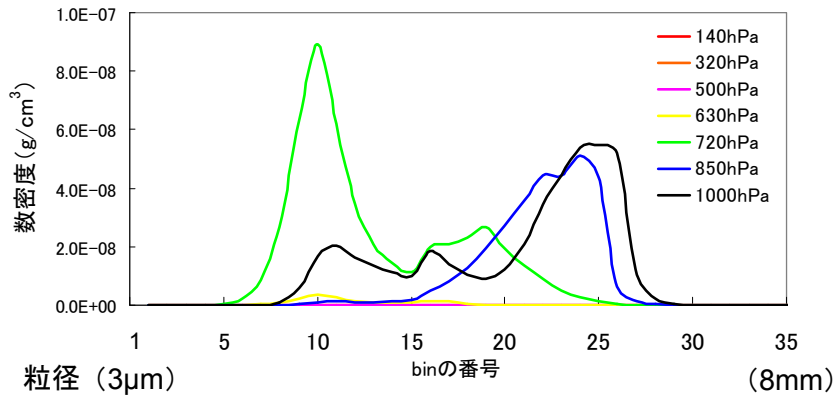


図 2.2.4-6 雲粒の各高度における粒径分布（岐阜市上空，物理気象モデルによる解析結果）

2. 2. 4. 2 分光日射強度推定物理モデルの開発

前節で述べた物理気象モデルによって推定される大気中の水蒸気量や水粒子・氷晶などの粒径の情報を用いて，地表面への日射強度をスペクトルレベルで推定できる分光日射強度推定物理モデルの開発を行った。

開発した分光日射強度推定モデルの構成を図 2. 2. 4-7 に示す．このモデルは米国再生可能エネルギー研究所（National Renewable Energy Laboratory : NREL）と Gueymard ら（Florida Solar Energy Center）により開発された大気放射モデル SMARTS2（Simple Model of the Atmospheric Radiative Transfer of Sunshine）に，新たに構築した Cloud モデルを結合している．SMARTS2 は太陽光が大気中を透過する際に生ずるレイリー散乱やオゾンなどによる散乱・吸収を考慮し，地上に到達する太陽光スペクトルを推定するモデルであり，現在広く活用されているモデルの一つである．しかし SMARTS2 には雲による太陽光の散乱・吸収が考慮されていない．地上に達する日射強度やスペクトルは雲に大きく影響されており，特に日本などの雲による天候の変化の大きい地域ではこの影響を無視することはできない．そこで Cloud モデルでは，雲微物理改良気象モデルにより推定された大気中の雲水や水蒸気量などの雲パラメータを元に，雲の光学的厚さなどを推定する．そしてその結果を SMARTS2 に取り込み，最終的に雲の存在を考慮した太陽光スペクトルを推定している．

この分光日射強度推定モデルを運用する際の流れを図 2. 2. 4-8 に示す．地上に到達する分光日射強度を推定するには，気象庁から配信されるデータを元に物理気象モデルで推定された大気中の雲水や水蒸気量などの気象因子情報を提供するバックグラウンドシステムをあらかじめ用意する必要がある．このバックグラウンドシステムがあれば，ユーザは推定対象となる日時や場所（地点）を指定すれば，その日時・場所での地上に達する分光日射強度の推定値を得ることができる．

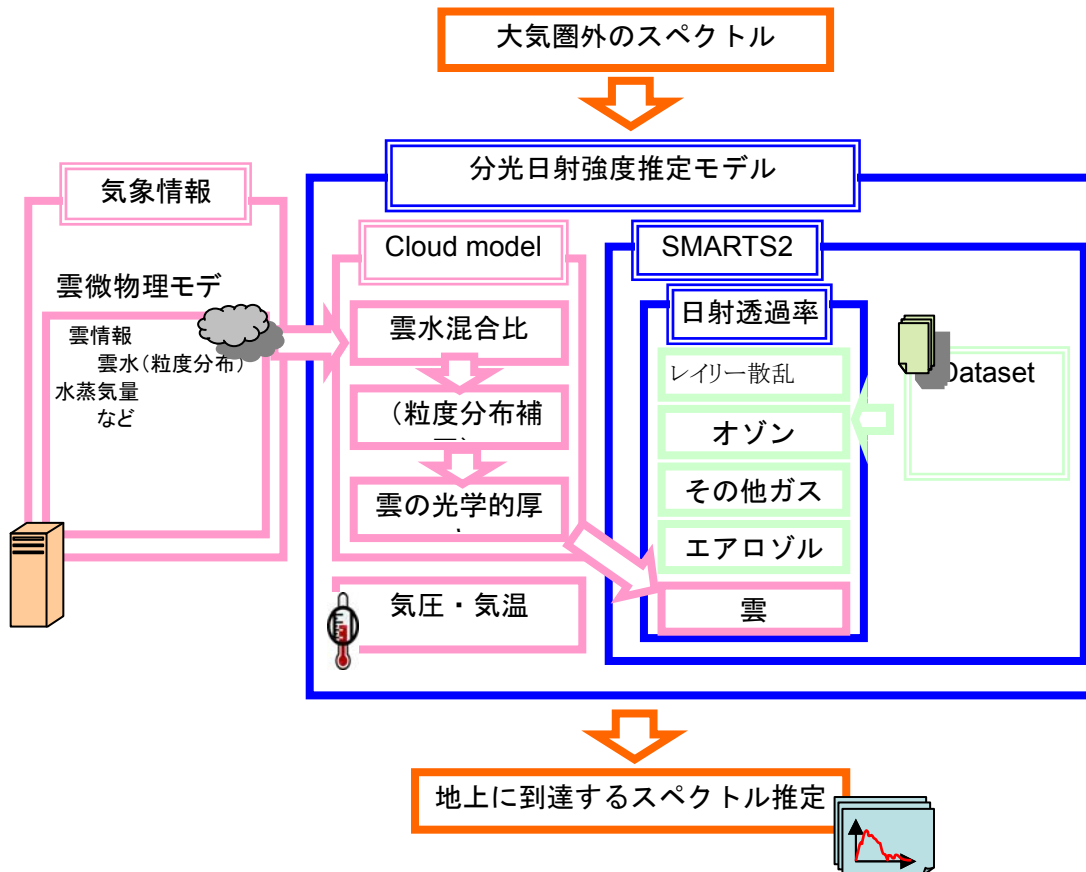


図 2.2.4-7 分光日射強度推定モデルの構成

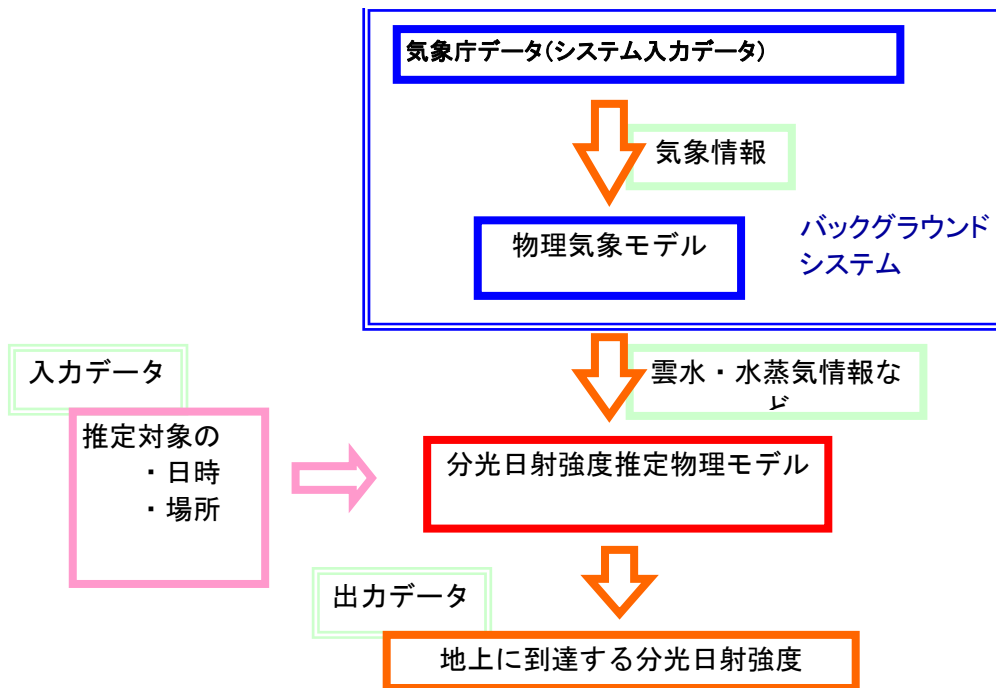


図 2.2.4-8 システム運用時の流れ

このモデルによる分光日射強度推定結果の一例を図 2.2.4-9, 10 に示す. 図 2.2.4-9 は曇天時における分光日射強度の推定結果である. 対象は 2007 年 8 月 7 日 12 時の岐阜大学地点である. このとき, 晴天指数 (大気外での日射強度と地上での日射強度の比) は 0.39 であった. 図中, 実線は本研究で構築したモデルにより推定された分光日射強度, また観測値は同地点において (財) 日本気象協会によって計測された分光日射強度である. この図に示すとおり, 本研究の推定モデルは観測値を良好に再現している.

図 2.2.4-10 は水平面における全天日射強度の時系列変化の推定結果である. 対象は 2007 年 6 月 11 日から 6 月 20 日までの 10 日間, 場所は岐阜大学である. 実線は 12 時間から 24 時間程度先の気象予報値を元にモデルを用いて推定した日射強度, また観測値は同地点において (財) 日本気象協会によって対象地点に於いて計測された日射強度である. 日射強度の変化は太陽高度の変化に対応して毎日山形に変化しており, 曇天日には 6 月 14 日の様に小さい日射強度が推定されている. また雲通過

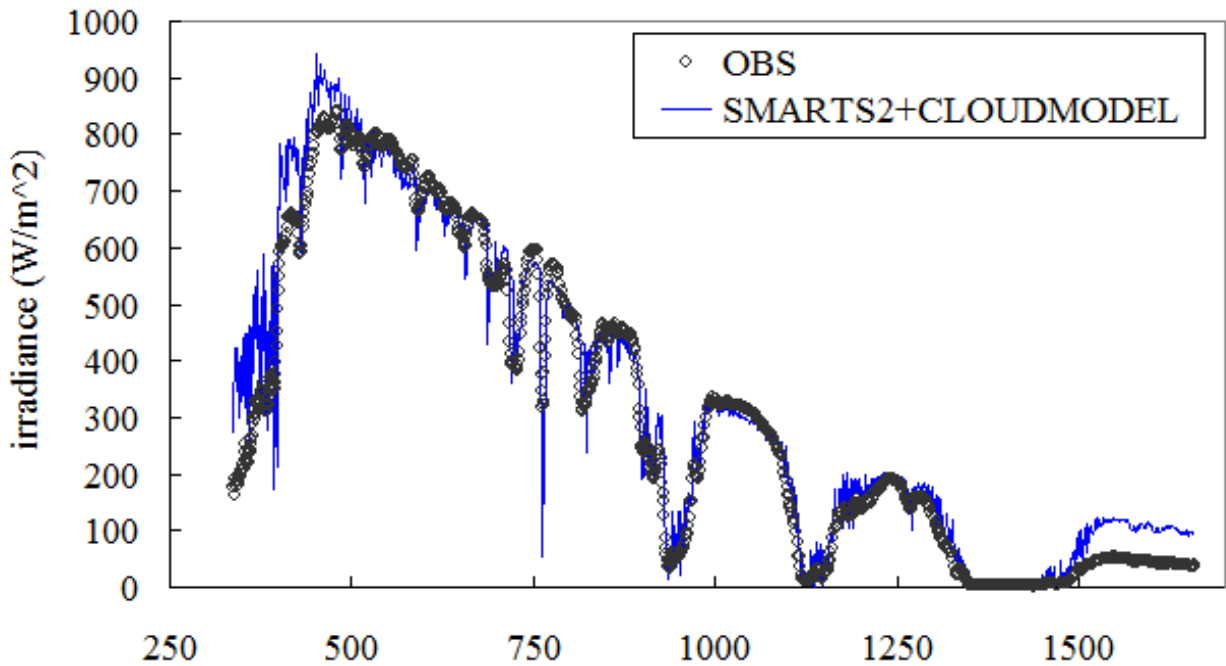


図 2.2.4-9 分光日射強度の推定結果
(2007 年 8 月 7 日 12 時 00 分, 岐阜大学)

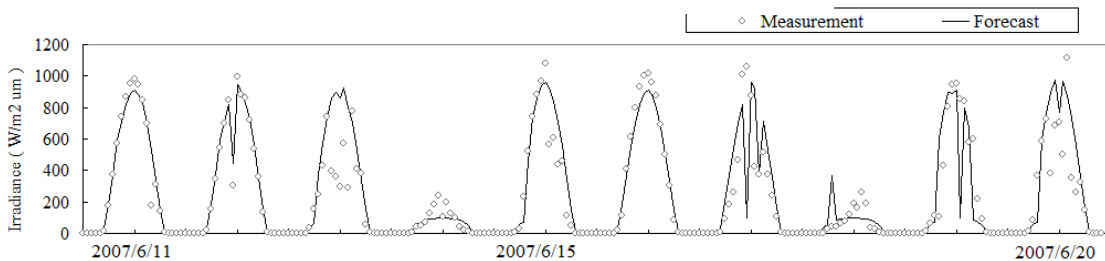


図 2.2.4-10 全天日射強度の時系列変化の推定結果
(2007 年 6 月 11 日～6 月 20 日, 岐阜大学)

時は 6 月 12 日のように一時的に日射強度が低下している様子も再現されている. この図から, 本研究の推定モデルは日射強度の時系列変化も良好に再現していることが分かる.

以上の結果から、本研究で開発した分光日射強度推定物理モデルは雲の存在を考慮して、地上に達する分光日射強度を再現しうるモデルである。しかし曇天時などで精度が低下する場合もあり、今後精度の向上、およびモデル利用の簡便化を進める必要がある。

2.2.4.3 ライダーおよび全天カメラによる上空大気計測

2.2.4.3.1 ライダーによる大気中水粒子情報の計測可能性の検証

すでに物理気象モデルの開発（2.2.1 節）でも述べた通り、大気中を通過する太陽光の再現を試みる本研究開発では大気中に存在する水粒子や氷晶の再現が重要である。ここでは物理気象モデルで再現された水粒子や氷晶の粒径や分布特性を検証するための、実大気中の情報を得るために本研究開発ではライダーを用いた。

ライダーは地上より上空に向けてレーザ光を照射し、大気中や雲中の水粒子などからの散乱光を受信することにより、リモートセンシング的に水粒子などの粒径や分布特性を計測するシステムである。このライダーの概念図とレーザ光照射の様子を図 2.2.4-11 に示す。

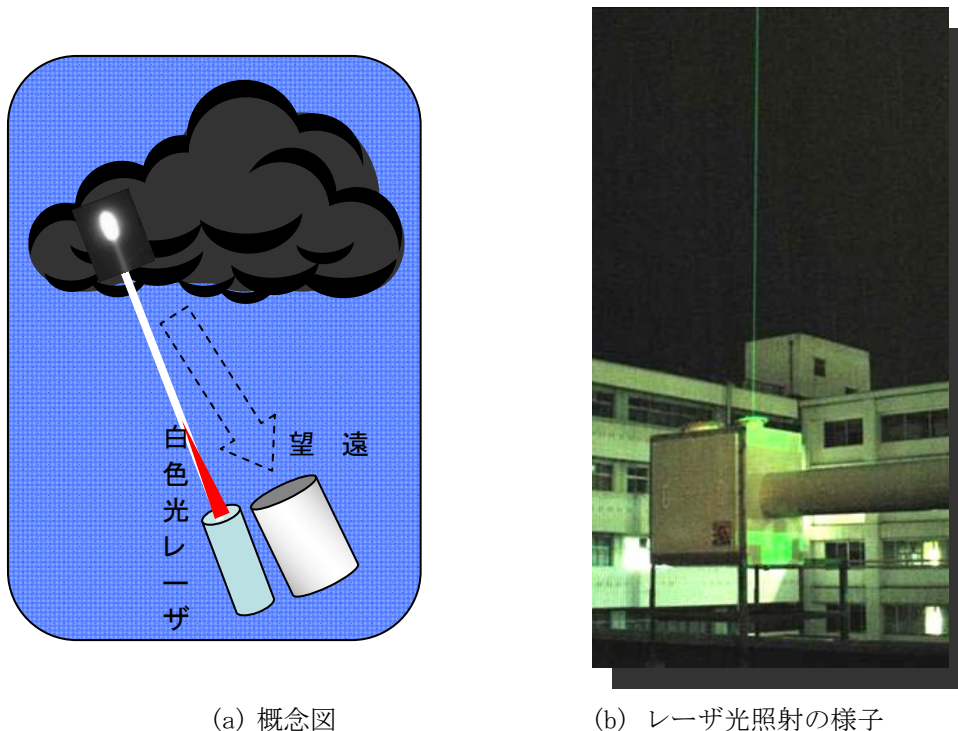
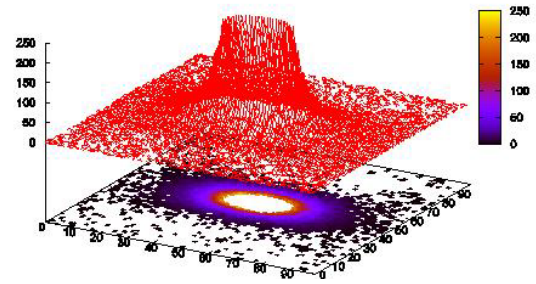


図 2.2.4-11 ライダーによる観測

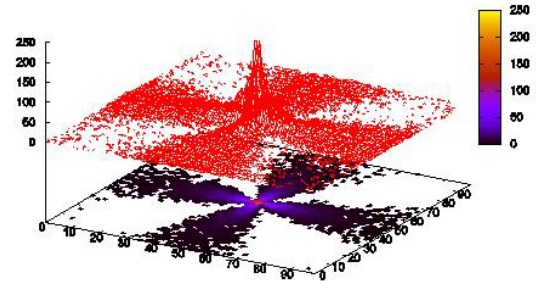
ライダーによって得られる、散乱光の様子を図 2.2.4-12 に示す。この図には粒径が異なる 3 種類の大気を対象とした散乱光の再現計算結果である。この図の通り、粒径により散乱の様子が異なるため、散乱光の広がりから大気中の水粒子・氷晶の粒径が推定できる。実際に計測された散乱光を図 2.2.4-13 に示す。

本研究開発ではこのライダーにより、大気中の水粒子・氷晶の大まかな粒径が計測できた。しかし、当初の目的である、物理気象モデルの計算結果の検証に用いるには、精度は十分ではなかった。これは、ライダーのレーザ光の出力が弱いため、十分な散乱光を受講できなかったためである。物理気象モデルのための検証データを提供するには今後この点を改良する必要がある。

平均粒径 $0.1 \mu\text{m}$



平均粒径 $1 \mu\text{m}$



平均粒径 $10 \mu\text{m}$

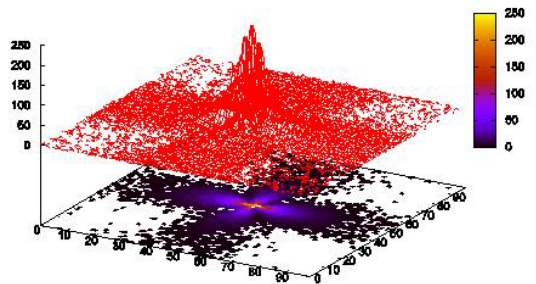


図 2.2.4-12 ライダーによって得られる散乱光の概念

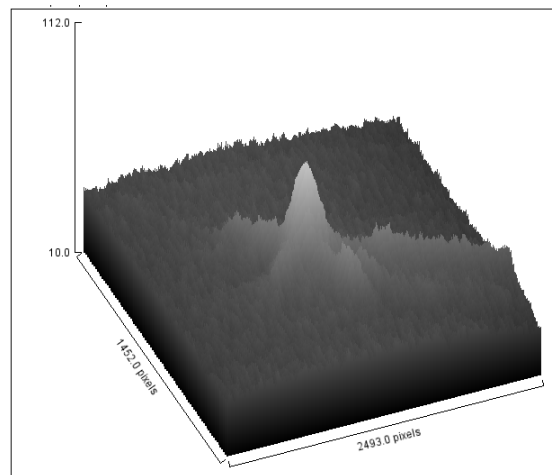


図 2.2.4-13 ライダーによって計測された散乱光

2.2.4.3.2 上空観測用カメラを用いた全天雲情報の計測

地上での日射強度の変化は上空の雲による遮蔽等の影響が大きい。したがって物理気象モデルによるこの雲の生成・移動・消散過程の再現、および日射強度推定モデルによる雲の太陽光の遮蔽・散乱過程の評価が、地表面での日射強度推定で重要となってくる。これら数値モデルの検証のために、本研究開発では上空観測用カメラを導入し、上空の雲の分布特性やその移動などの情報を収集し、数値モデルに提供した。

上空観測用カメラは魚眼レンズを備えたカメラと、それを制御し画像を取得するパソコンから構成されている。これにより全天の様子を取得できる。このカメラの前傾と、それによって得ら

れる雲画像の一例を図 2.2.4-14 に示す.

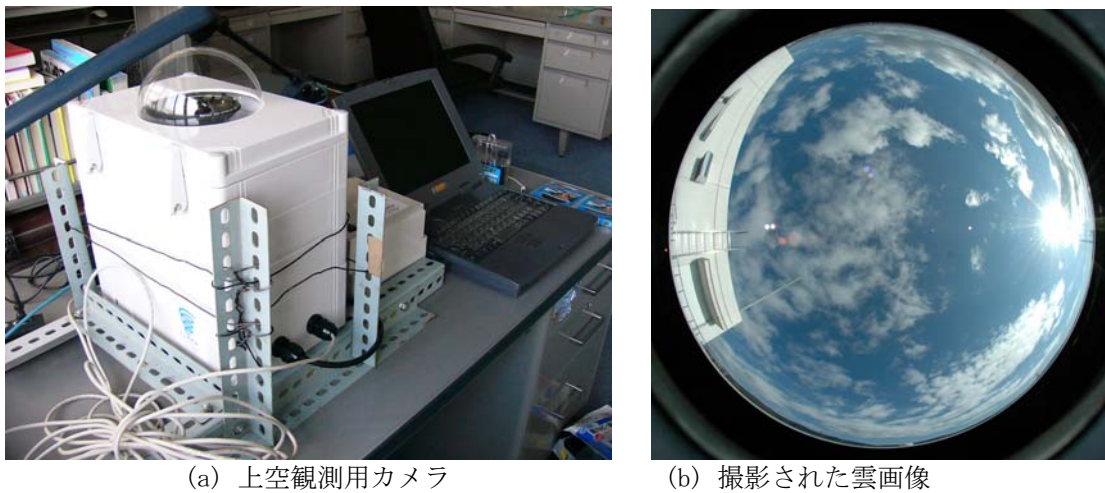


図 2.2.4-14 上空観測カメラと雲画

本研究開発では特に雲量（雲被覆率）に着目し、この雲量を撮影画像から推定する解析手法を確立した。その結果の一例を図 2.2.4-15 に示す。雲量は 0（快晴）から 10（曇天）の数値で表される。図中には岐阜大学で計測・解析された雲量とともに岐阜地方気象台発表の値を合わせて示している。今回計測・解析された値は気象台による値を良好に再現しており、今回開発した手法は妥当であったことを示している。

この上空観測用カメラによって得られた雲量などのデータも数値モデルに活用した。

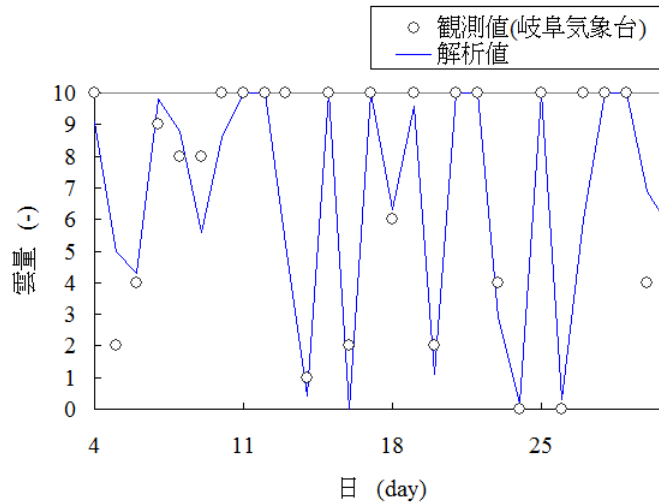


図 2.2.4-15 上空観測用カメラによる雲量の推定結果

2.2.4.3 成果のまとめ

本研究開発では雲微物理改良型局地気象モデルおよび、中間評価で変更となった分光日射強度推定物理モデルを構築した。これにより、日射強度を、直達光・散乱光ごとにスペクトル分布の形で推定することが可能となった。

具体的には以下の3つに要約することができる。

1. 雲微物理改良型局地気象モデルの構築

従来の局地気象モデルに雲微物理過程を改良したモデルを構築し、これにより大気中の雲水粒子・氷晶の粒径分布、鉛直高度分布などを再現することができた。

2. 分光日射強度推定物理モデルの構築

雲やオゾンなどによる太陽光の吸収・散乱を考慮した，現実大気を対象として太陽光の直達成分・散乱成分を分離できる分光日射強度推定物理モデルを構築した．

3. ライダー・上空観測用カメラによる大気状態計測

全天カメラにより日射量変化に重要な雲分布・移動特性を把握，さらにカメラ画像と分光日射特性との関係を導いた．白色光レーダを導入できなかったため，大気中の雲水粒子分布の把握には至らなかった。

2.2.5 成果のまとめ

表 2. 2. 5-1 に発電量評価に係わる成果をまとめる。

表 2. 2. 5-1 発電量評価に係わる成果

	H18	H19	H20	H21	計
特許出願(成立特許)	0	0	0	0	0件
論文(査読付き)	0	1	4	2	7件
研究発表・講演	0	4	16	7	27件
受賞実績	0	0	0	0	0件
新聞・雑誌等への掲載	0	1	0	0	1件
展示会への出展	1	2	6	0	9件
JIS規格・IEC規格への貢献				1	1件

2.3 PV 環境技術の開発

2.3.1 太陽光発電システム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]

本調査研究においては、太陽光発電システムのライフサイクル評価について、住宅用、公共・産業用の両方を対象とし、現在国内で市場に出ている太陽電池種類のほぼ全てを対象とした評価を行った。また、これまでの評価で実施されてこなかった太陽光発電システムの使用後処理(リサイクル・廃棄段階)についても考慮したライフサイクル全体に対する評価を実施した。

2.3.1.1 評価範囲

2.3.1.1.1 太陽電池種類

現在、市場の大半は結晶 Si 系太陽電池が占めており、今後も主流であることが想定されるが、一方で原料となるシリコン供給量の制約に対する懸念を回避するために、より一層の結晶 Si 基板の薄型化が期待されているほか、発電素子層として薄膜を用いる太陽電池の台頭も期待されている。薄膜では、高効率化と材料消費量低減の両立を図ることが可能な薄膜 Si ハイブリッド太陽電池が開発されており、Si 系以外の新たな薄膜太陽電池としても CIS 系太陽電池が注目されており、本格的な市場投入が開始されたところである。

このような現状に鑑み、本調査では、ライフサイクル評価の対象とする太陽電池種類として a)多結晶 Si 太陽電池、b)単結晶 Si 太陽電池、c)アモルファス Si/結晶 Si ヘテロ接合太陽電池、d)薄膜 Si ハイブリッド太陽電池、f)CIS 系太陽電池を選定した。

2.3.1.1.2 評価範囲

図 2.3.1-1 に太陽光発電システムの評価範囲を示す。データの収集可能性、結果に及ぼす影響等を考慮し、環境影響の大きい運用の工程をまず考慮し、製造・廃棄・販売や輸送に関する設備の製造・建設については省略した。これらの図に示した工程に加え、モジュールの製造に使用される消耗品や薬剤などのユーティリティの製造工程も考慮した。

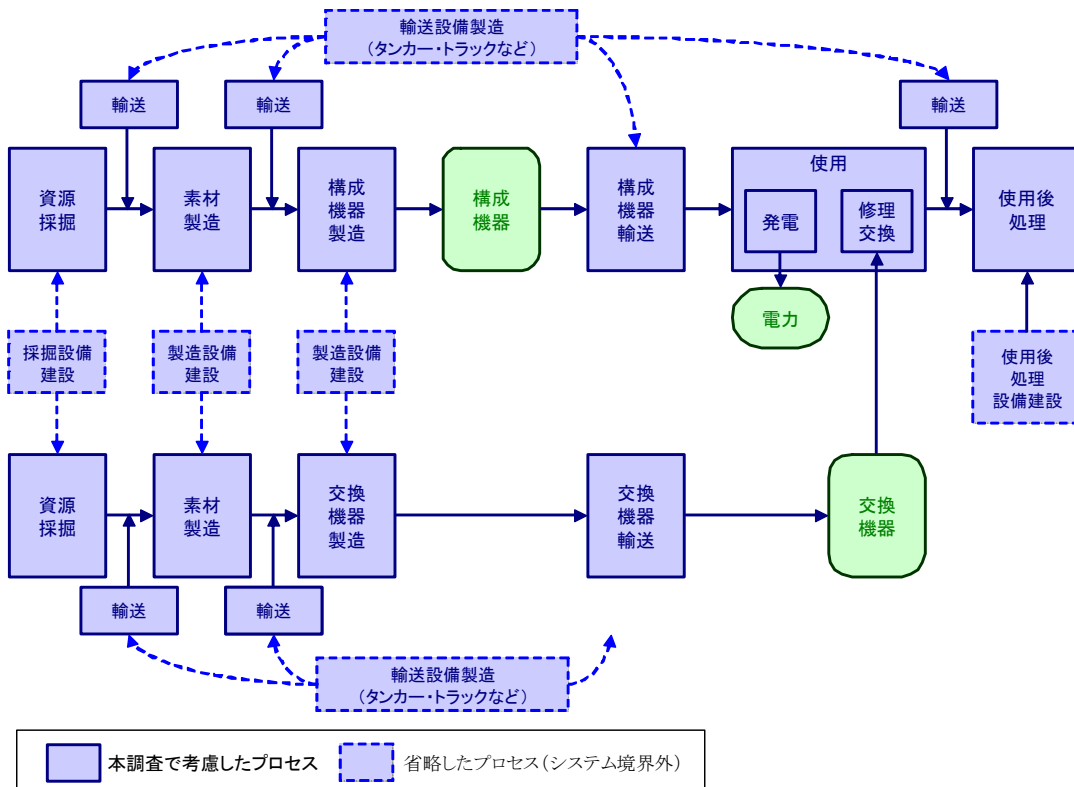


図 2.3.1-1 太陽光発電システムの評価範囲

2.3.1.2 評価結果

2.3.1.2.1 エネルギー消費量及び CO₂ 排出量の評価結果

図 2 及び図 3 に住宅用、公共・産業等用の出力 1kW あたりのエネルギー消費量、CO₂ 排出量の評価結果を示す。公共・産業等用は、エネルギー・CO₂ 共に BOS 製造の寄与度が住宅用に比べて高くなっている。

BOS 製造のエネルギー消費量、CO₂ 排出量は kW あたりのシステムの大きさによるため、効率の高い方に有利に働く。そのため、住宅用ではモジュール製造段階での負荷が大きい結晶系がエネルギー消費量も CO₂ 排出量も大きくなるが、公共・産業等用ではエネルギー消費量ではその差が詰まり、CO₂ 排出量では多結晶 Si や a-Si/単結晶 Si ヘテロ接合太陽電池が薄膜 Si ハイブリッドを逆転する結果となっている。

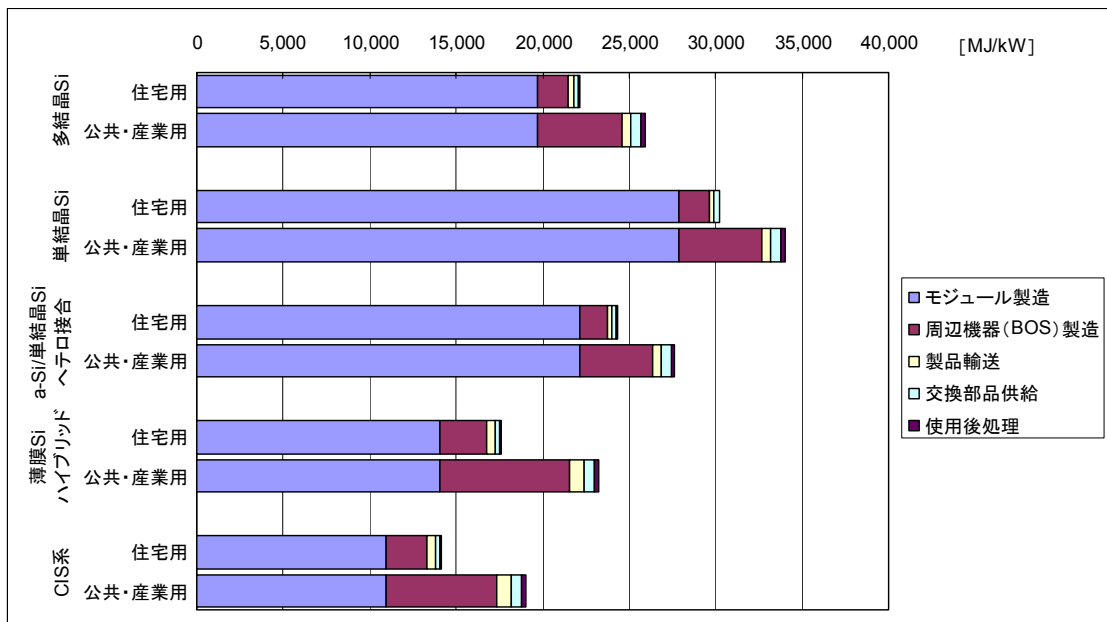


図 2.3.1-2 住宅用および公共・産業等用太陽光発電システムのライフサイクルにおけるエネルギー消費量 (MJ/kW) (基本ケース)

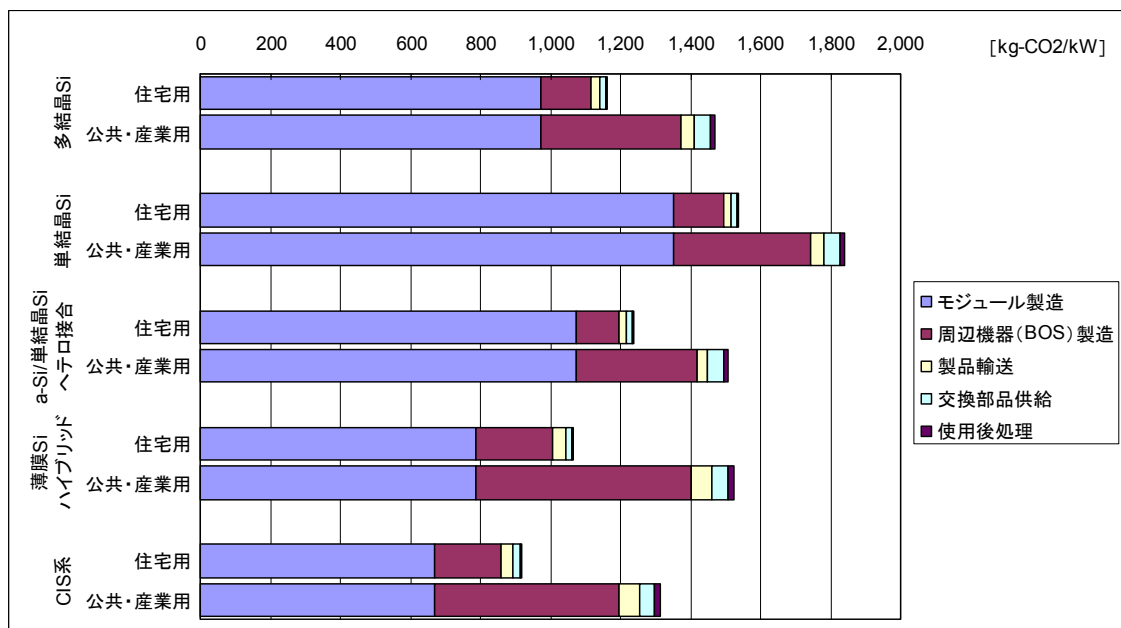


図 2.3.1-3 住宅用および公共・産業等用太陽光発電システムのライフサイクルにおける CO₂ 排出量 (kg-CO₂/kW) (基本ケース)

表 2.3.1-1 に住宅用、公共・産業等用のエネルギー・ペイバック・タイム、CO₂ ペイバック・タイム、CO₂ 排出原単位(発電 1kWh あたりの CO₂ 排出量)の評価結果を示す。エネルギー・ペイバック・タイムは住宅用で 1.4 年～3.0 年、公共・産業等用で 1.9 年～3.4 年、CO₂ ペイバック・タイムは、住宅用で 2.1 年～3.5 年、公共・産業等用で 3.0 年～4.2 年といずれも太陽光発電システムの使用年数に比べ、十分に短い結果となった。

CO₂ 排出原単位は、住宅用で 46～78g-CO₂/kWh、公共・産業等用は BOS が住宅用よりも大きいため、62～87g-CO₂/kWh となったが、いずれの太陽電池も系統電力の排出原単位に比べ十分に小さい結果となっている。本調査は、既存の評価に比べ使用後処理段階や部品交換などを加味し、環境負荷全体への影響の大

きい結晶 Si の製造方法についても精査を行ってきたが、結果としては、太陽光発電システムの環境優位性を示す結果となった。

表 2.3.1-1 太陽光発電システムのエネルギー・ペイバック・タイム、CO₂ ペイバック・タイムおよび CO₂ 排出原単位の算定結果(基本ケース)

		多結晶 Si	単結晶 Si	a-Si/単結晶 Si ヘテロ接合	薄膜 Si ハイブリッド	CIS 系
エネルギー・ペイバック・タイム (年)	住宅用	2.20	3.01	2.42	1.75	1.41
	公共・産業等用	2.58	3.38	2.75	2.31	1.89
CO ₂ ペイバック・タイム (年)	住宅用	2.63	3.48	2.80	2.42	2.08
	公共・産業等用	3.33	4.17	3.41	3.46	2.98
CO ₂ 排出原単位 (g-CO ₂ /kWh)	住宅用	58.6	77.6	62.5	53.8	46.4
	公共・産業等用	69.2	86.8	71.0	72.0	62.0

2.3.1.2.2 エネルギー消費量及び CO₂ 排出量におけるリサイクルによる効果

図 2.3.1-4 及び図 2.3.1-5 に住宅用のシステムあたりのエネルギー消費量、CO₂ 排出量に対するリサイクル効果を示す。また、図 2.3.1-6 及び図 2.3.1-7 に公共・産業等用のシステムあたりのエネルギー消費量、CO₂ 排出量に対するリサイクル効果を示す。

基本ケースに比べ、リサイクル効果考慮ケースにおけるエネルギー消費量の削減効果は、結晶 Si 系約 8% 程度に対し、薄膜 Si ハイブリッドが 17%、CIS 系が 23%と薄膜系で大きな効果が見られる。CO₂ 排出量も同様の傾向である。これは、リサイクル効果が架台の鉄やフレームのアルミなどの kW あたりの重量が薄膜系の方が大きいためである。

一方、リサイクル考慮ケースとリサイクル促進ケースを比較すると、結晶 Si セル材料の回収による効果が大きく、結晶 Si 系の低減効果が大きく出ている。

以上より、回収可能な架台など BOS のリサイクルは、エネルギー消費量、CO₂ 排出量の改善に大きな効果があること、特に結晶 Si 系については、セル材料の回収によって更なる改善が見込めることが期待される。

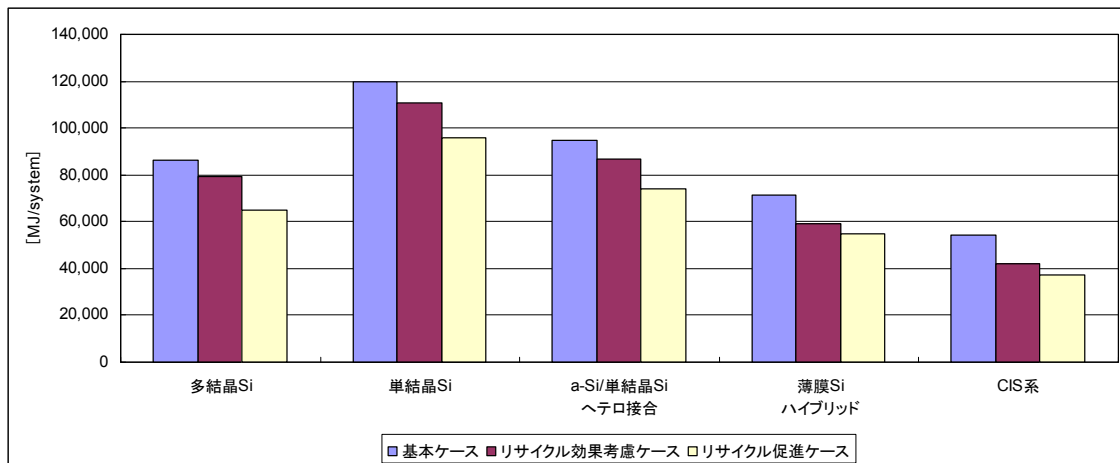


図 2.3.1-4 住宅用太陽光発電システムのライフサイクルにおけるエネルギー消費量 (MJ/システム)

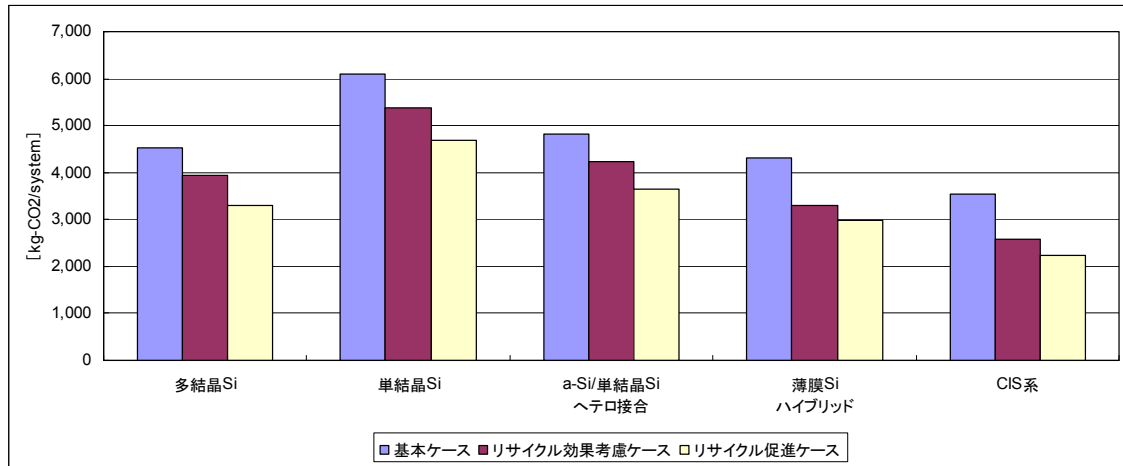


図 2.3.1-5 住宅用太陽光発電システムのライフサイクルにおけるCO₂排出量(kg-CO₂/システム)

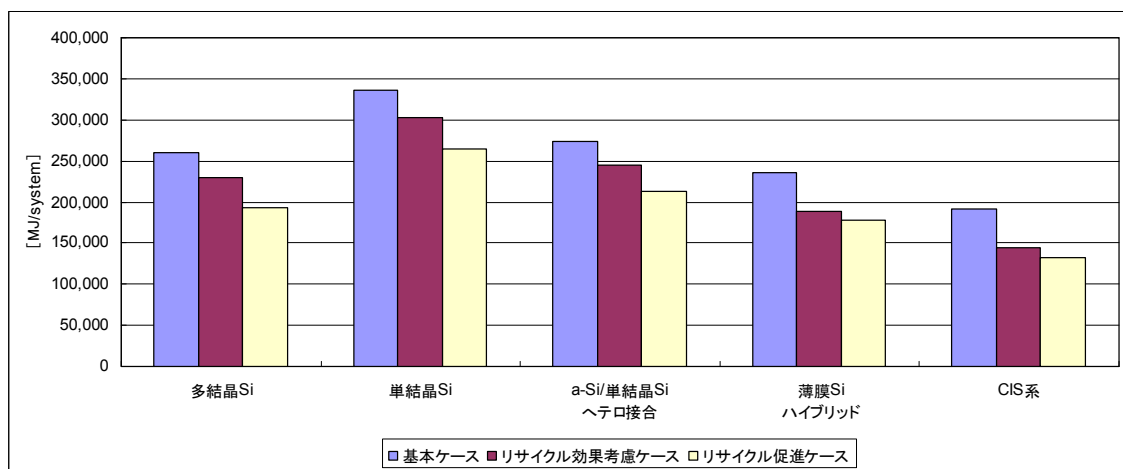


図 2.3.1-6 公共・産業等用太陽光発電システムのライフサイクルにおけるエネルギー消費量(MJ/システム)

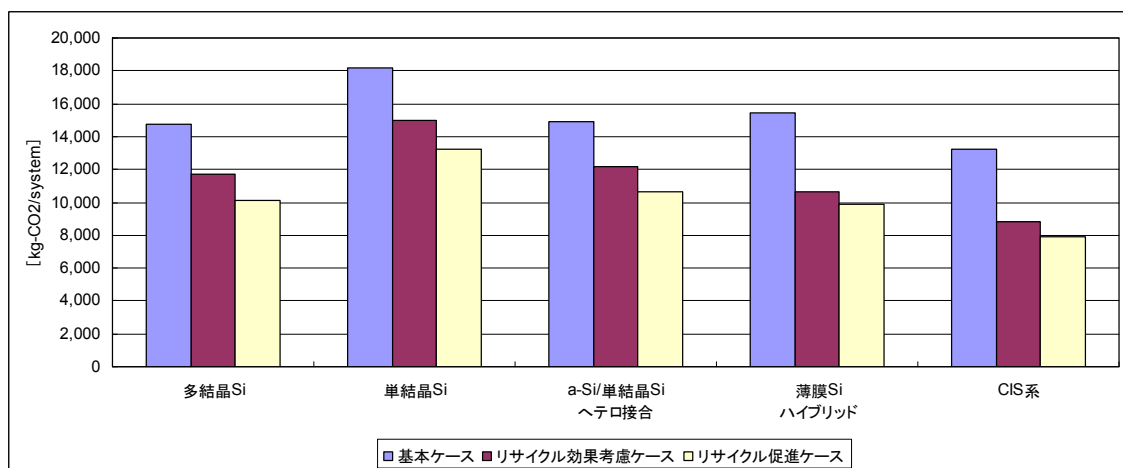


図 2.3.1-7 公共・産業等用太陽光発電システムのライフサイクルにおけるCO₂排出量(kg-CO₂/システム)

表 2.3.1-2～表 2.3.1-4 に住宅用、公共・産業等用のエネルギーペイバックタイム、CO₂ペイバックタイム、CO₂排出原単位(発電1kWhあたりのCO₂排出量)の評価結果を示す。

エネルギー・ペイバック・タイムはリサイクルを考慮することにより、住宅用で0.2～0.3年、公共・産業等用で0.3～0.5年の短縮が見込まれ、BOSの回収・リサイクルにより、さらに間接的な社会のエネルギー節約が期待できる。リサイクル促進ケースではリサイクル考慮ケースに比べ、結晶系では0.4年程度の短縮が見込まれる。

Si 回収が社会のエネルギー消費量削減へ大きく寄与することがわかる。このことは、CO₂ ペイバック・タイムや CO₂ 排出原単位でも同様である。

CO₂ 排出原単位は、リサイクルを促進し、そのリサイクル効果を考慮することで、基本ケースに比べ、住宅用で 20%～40%近く改善し、CIS 系では住宅用で 30g-CO₂/kWh を下回る結果となっている。いずれにしるリサイクルによる社会への間接的な影響は大きく、それらの活動が重要であると考えられる。

表 2.3.1-2 太陽光発電システムのエネルギー・ペイバック・タイム(年):リサイクルによる効果

		多結晶 Si	単結晶 Si	a-Si/単結晶 Si ヘテロ接合	薄膜 Si ハイブリッド	CIS 系
住宅用	基本ケース	2.20	3.01	2.42	1.75	1.41
	リサイクル効果考慮ケース	2.02	2.78	2.22	1.45	1.08
	リサイクル促進ケース	1.65	2.40	1.90	1.35	0.96
公共・産業 等用	基本ケース	2.58	3.38	2.75	2.31	1.89
	リサイクル効果考慮ケース	2.28	3.04	2.45	1.84	1.42
	リサイクル促進ケース	1.91	2.66	2.13	1.75	1.30

表 2.3.1-3 太陽光発電システムの CO₂ ペイバック・タイム(年):リサイクルによる効果

		多結晶 Si	単結晶 Si	a-Si/単結晶 Si ヘテロ接合	薄膜 Si ハイブリッド	CIS 系
住宅用	基本ケース	2.63	3.48	2.80	2.42	2.08
	リサイクル効果考慮ケース	2.29	3.08	2.46	1.84	1.52
	リサイクル促進ケース	1.92	2.68	2.12	1.67	1.32
公共・産業 等用	基本ケース	3.33	4.17	3.41	3.46	2.98
	リサイクル効果考慮ケース	2.64	3.43	2.77	2.37	1.98
	リサイクル促進ケース	2.28	3.04	2.43	2.20	1.78

表 2.3.1-4 太陽光発電システムの CO₂ 排出原単位(g-CO₂/kWh):リサイクルによる効果

		多結晶 Si	単結晶 Si	a-Si/単結晶 Si ヘテロ接合	薄膜 Si ハイブリッド	CIS 系
住宅用	基本ケース	58.6	77.6	62.5	53.8	46.4
	リサイクル効果考慮ケース	51.0	68.6	54.8	41.0	33.8
	リサイクル促進ケース	42.8	59.8	47.2	37.2	29.4
公共・産業 等用	基本ケース	69.2	86.8	71.0	72.0	62.0
	リサイクル効果考慮ケース	55.0	71.4	57.7	49.4	41.1
	リサイクル促進ケース	47.4	63.2	50.6	45.9	37.0

2.3.1.2.3 エネルギー消費量、CO₂ 排出量以外の環境負荷

表 2.3.1-5 及び表 2.3.1-6 に住宅用、公共・産業等用の発電 1kWh あたりの環境負荷の排出量を示す。従来の太陽光発電システムのライフサイクル評価においては、エネルギー消費量、CO₂ 排出量の評価が主であった。一方で海外の評価事例においては、地球温暖化問題だけではなく、大気汚染や富栄養化などの環境問題についても評価が行われている。本調査では、国内の主要な公的な評価として、これらの問題についても評価すべく、下記の項目をライフサイクルで評価した。

a) 大気汚染物質について

発電量 1kWh あたりの評価では、CO₂ やエネルギー消費量では結晶系よりも薄膜系が排出量・消費量が少ない結果であった。しかし、大気汚染物質に関しては、輸送時の重量などが大きく寄与するため、効率が高く、小型化できる太陽電池に有利な結果となっている。なお、SO_x については、日本の平均電力の原単位が非常に小さく、太陽電池に対しても優位な差の無い結果となった。PM10 などについても、差は少なくなっている。

表 2.3.1-5 住宅用太陽光発電システムのライフサイクルにおける発電 1kWh あたりの環境負荷量

			多結晶 Si	単結晶 Si	a-Si/単結晶 Si ヘテロ接合	薄膜 Si ハイブリッド	CIS 系	日本平均 電力
地球 温暖化	CO ₂	g-CO ₂ 換算	58.61	77.61	62.45	53.83	46.39	445.61
	CH ₄	g-CO ₂ 換算	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.22
	N ₂ O	g-CO ₂ 換算	0.83	1.12	0.90	0.75	0.73	5.72
	温室効果ガス計	g-CO ₂ 換算	59.46	78.76	63.38	54.60	47.14	451.55
大気 汚染	NO _x	mg	59.09	73.56	60.28	67.99	68.47	238.29
	SO _x	mg	57.87	71.37	58.32	75.63	83.79	83.54
	NMHC	mg	1.30	1.94	1.55	0.66	0.35	17.89
	PM10	mg	1.25	1.40	1.17	1.68	1.55	3.85
	CO	mg	18.22	23.11	18.92	19.97	19.88	88.90
資源	アルミニウム(Al)	mg	653.86	833.41	707.35	969.02	1,260.01	-

消費量	銅(Cu)	mg	47.19	49.94	46.42	67.46	55.35	-
	鉄(Fe)	mg	2,088.57	2,031.63	1,770.36	3,289.21	2,825.09	-
	マンガン(Mn)	mg	13.35	12.95	11.28	20.96	18.01	-
	鉛(Pb)	mg	2.82	0.03	0.04	0.03	1.07	-
	すず(Sn)	mg	6.71	24.70	14.75	26.43	3.32	-
	珪石(Si)	mg	3,907.12	3,893.55	3,234.35	4,938.51	4,530.67	-
	その他*	mg	5.27	6.37	10.66	3.44	17.31	-
埋立廃棄物量		g	4.26	4.11	3.42	7.04	7.32	-

*その他は、ニッケル、クロム、インジウム、モリブデン、セレン、ガリウムなどを含む

表 2.3.1-6 公共・産業等用太陽光発電システムのライフサイクルにおける発電 1kWh あたりの環境負荷量

			多結晶 Si	単結晶 Si	a-Si/単結晶 Si ヘテロ接合	薄膜 Si ハイブリッド	CIS 系
地球温暖化	CO ₂	g-CO ₂ 換算	74.14	92.90	76.05	77.04	66.40
	CH ₄	g-CO ₂ 換算	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02
	N ₂ O	g-CO ₂ 換算	0.89	1.18	0.96	0.85	0.81
	温室効果ガス計	g-CO ₂ 換算	75.06	94.12	77.03	77.91	67.23
大気汚染	NO _x	mg	80.71	94.89	79.31	99.89	96.06
	SO _x	mg	69.20	82.63	68.37	92.22	98.05
	NMHC	mg	1.39	2.03	1.63	0.79	0.46
	PM10	mg	2.34	2.47	2.13	3.27	2.94
	CO	mg	24.61	29.41	24.56	29.36	28.01
資源消費量	アルミニウム(Al)	mg	637.81	819.03	691.65	955.12	1,242.72
	銅(Cu)	mg	206.49	212.50	207.83	226.14	208.41
	鉄(Fe)	mg	6,217.86	6,081.58	5,364.28	9,480.17	8,206.82
	マンガン(Mn)	mg	39.66	38.76	34.19	60.42	52.31
	鉛(Pb)	mg	2.82	0.03	0.04	0.04	1.07
	すず(Sn)	mg	6.71	24.70	14.75	26.43	3.32
	珪石(Si)	mg	4,151.77	4,134.13	3,449.36	5,298.10	4,843.57
	その他*	mg	2.49	3.27	4.84	1.76	11.81
埋立廃棄物量		g	4.94	4.79	4.03	8.01	8.16

*その他は、ニッケル、クロム、インジウム、モリブデン、セレン、ガリウムなどを含む

b) 資源消費量について

システムあたりの資源消費量は、鉄が多く住宅用で 150~300kg 程度になっている。また、アルミニウムも 50~100kg と消費量は多い。また、ガラス原料となる珪石は薄膜系では 300~400kg の消費量となっている。そのほか、CIS 系ではインジウムやモリブデン、セレン、ガリウムなども消費されている。

多結晶の基本ケース(住宅用)では、鉄が 160kg、アルミニウムが 50kg 消費されている。kW あたりでは、鉄 40kg、アルミニウムは 13kg が消費されている。これを年産 100 万 kW 生産時の消費量に換算すると、鉄が 4 万 t、アルミニウムは 1 万 3 千 t の消費量となる。国内のこれら資源のマテリアルフローを見ると、鉄は日本の生産量が年間約 1 億 t でこのうち建築・土木に使用されるのは年間 600 万 t 程度になる。アルミニウムは、国内の需要が年間 350 万 t 程度で建材の利用は 70 万 t 程度となっている。年産 100 万 kW であれば、その消費量は鉄が国内建材消費の 1%に満たない数値、アルミも建材利用の 1~2%程度である。しかし、生産量が将来の予測のように 10 倍になった場合には、鉄は建材の 7%、アルミニウムは建材利用の 20%近い数値となり、

アルミニウムでは日本総需要の 3%以上となる。このようなベースメタルで無視できないレベルの消費量になるため、ガリウムやインジウムなどのレアメタルについてはさらにその重要度が増すことが考えられる。

このように今後の生産量・導入量の増加を推進していく上では、コスト面からだけでなく、資源戦略からも素材使用量の低減、材料の再利用を目指すことが重要と考えられる。

c) 廃棄物埋立量について

システムあたりの埋立量は、住宅用で 250kg～600kg、公共・産業等用では 800kg～1.6t になる。kW あたりの廃棄物量を 100kg と考えると、年産 100 万 kW で年間約 10 万 t、年産 1,000 万 t になると約 100 万 t が排出される。現在の産業廃棄物の年間最終処分量(埋立量)は 2,600 万 t(2006 年度)であり、100 万 t になると、この最終処分量(埋立量)の約 4%程度となる。

住宅用では、廃棄物のうち大きな重量を占めるのはガラスであり、この処分量を減らすことが重要である。本調査で試算したリサイクル促進ケースでは、システムあたりで埋立量は 200kg～450kg の削減となり、埋立量を約 1/5 にできる。埋立量を削減するという観点からもリサイクル促進を進めていくことが重要と考えられる。

表 2.3.1-7 太陽光発電システムのライフサイクル評価の成果のまとめ

	H18	H19	H20	計
特許出願(成立特許)	0	0	0	0件
論文(査読付き)	0	0	0	0件
研究発表・講演	0	2	0	2件
受賞実績	0	0	0	0件
新聞・雑誌等への掲載	0	0	0	0件
展示会への出展	0	0	0	0件

2.3.2 高リサイクル性新型モジュール構造の開発(昭和シェル石油)

ガラス-ガラス・サンドイッチ(合わせガラス)構造の CIS 系薄膜太陽電池モジュールを作製し、IEC61646 第2 版等の環境試験を実施し、商品化に耐え得る耐久性を確認した。

2.3.2.1 課題とその解決方法

太陽電池モジュールの設計、製造段階で、3R (Reduce、Reuse、Recycle) コンセプトのうち“簡単にリサイクル”できるモジュール構造を提案した。基本的な方針は、従来から使用してきた部材の一部を省略して構造の簡素化を図るとともに、耐候性を改良することで、信頼性を確保しつつ低コスト化とリサイクル性を確保することであった。

そのような簡素化したモジュール構造で商品化できるかどうかの検証を長期耐久性、耐候性、機械的強度等の必要条件を満足できるかどうかで判定した。

高リサイクル性新型モジュール構造の開発指針を次に掲げる。

- ・リサイクル性を考慮したモジュール構造とする、
- ・従来構造のモジュールより出力特性を高くする、
- ・信頼性試験では、IEC61646 第2 版の合格レベルを満足する、
- ・安全性では、IEC61730 に準拠する。

2.3.2.2 成果

2.3.2.2.1 モジュール基本構造の開発

簡単にリサイクルできるCIS系薄膜太陽電池モジュールをコンセプトに従来のアルミフレームやバックシートのないモジュール構造を検討した。

耐湿性能向上のために、基板ガラス端部からのデバイス部の最適な除去幅を検討し、幅15mmが有効であることを確認した。この結果に基づき試作したガラス-ガラス・サンドイッチ（合わせガラス）構造のCIS系薄膜太陽電池モジュールに対して、IEC61646 第2版のダンプヒート試験（1000時間）を実施した。1000時間後の P_m は初期値の80%であり、 $1.5\text{kWh}/\text{m}^2$ の光照射により98%まで回復した。これはIEC61646 第2版の判定基準に合格のレベルであった。また、ヒートショックを頻繁にしかも長期間与えることを目的に、200サイクルまでのJIS C8917 温湿度サイクル試験を実施した。200サイクル後の光照射 $1\text{kWh}/\text{m}^2$ で、 P_m は初期値の96%まで回復した。

以上より、本研究で開発したデバイス部の15mm幅除去がモジュールの耐久性確保に有効であることを確認した。

2.3.3.2.2 高耐久性エッジシール材の選定とその適用方法の開発

濡れ性が高い金属を同一サイズのカバーガラスと基板ガラスの側端部に塗布したガラス-ガラス・サンドイッチ（合わせガラス）構造のCIS系薄膜太陽電池モジュールを試作した。1000時間ダンプヒート試験を実施し1000時間後の P_m は初期値の79%であったが、光照射により、 P_m は初期値の96%まで回復した。これはIEC61646 第2版の判定基準に合格のレベルであり、本研究で選択した金属がエッジシール材として有効であることを確認した。

2.3.3.2.3 基板エッジ周辺部処理方法の開発

基板ガラス側端部から15mm幅のデバイス部を除去することで、3000時間までのダンプヒート試験に合格できるレベルであることを確認したので、物理的方法であるサンドブラスト法を提案した。デバイス部除去やラミネーションによって変換効率は若干低下したが、 $1\text{kWh}/\text{m}^2$ の光照射により回復傾向にあることがわかった。この結果から、サンドブラスターは加工精度を高精細にできるため、基板ガラス側端部からデバイス部を除去する手段になり得ると結論した。

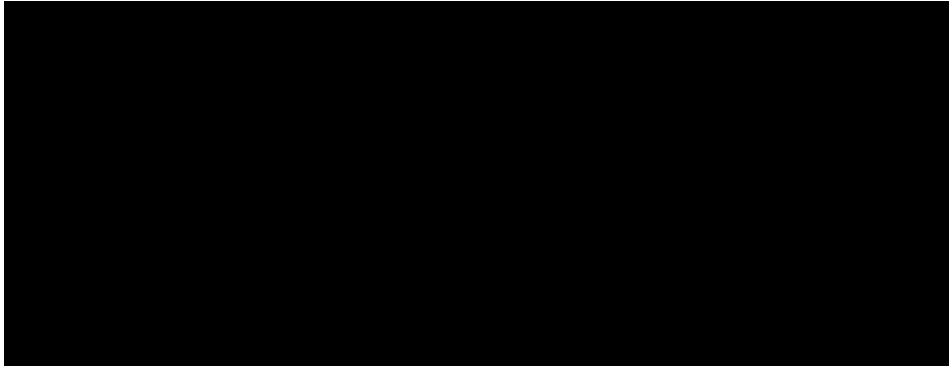
2.3.3.2.4 電極リボン取り出し構造および取り出し端部処理方法の開発

ガラス-ガラス・サンドイッチ構造の太陽電池モジュールの架台取り付け時に接続箱が邪魔にならない位置として、CISデバイス部除去部分を避けた基板ガラス内側、特に電極リボン下部付近を接続箱取り付け位置とした。接続箱は、電極リボンを引き入れる開口部を持ち基板ガラス裏面に接着剤で直接取り付ける構造で延伸した電極リボン付近の一部の短辺側を含み袋状に覆う構造を提案した。

2.3.3.2.5 マテリアル・リサイクル処理技術の開発

従来型のモジュールでの問題点の洗い出しと資源リサイクル処理実験を実施した。処理量増加への対応実験の過程で、燃焼炉内でEVA樹脂を酸素なしの雰囲気加熱した場合、排ガス燃焼炉から下流部（配管）で黒色の粘度の高い酸性物質（チャーと言われる物質）が生成し、配管を閉塞させる恐れがあることを確認した。その結果、排ガス燃焼炉内での燃焼温度の高温化および下流配管の大径化と適切な冷却法の適用など、今後の解決すべき課題が明らかになった。

2.3.2-1表 高リサイクル性新型モジュール構造の開発の成果のまとめ



2.4 標準化支援事業及び IEA 国際協力事業等

2.4.1 太陽電池モジュール・アレイ及び太陽光発電システム・周辺機器の標準化に関する調査研究

2.4.2 の「包括的太陽電池評価技術に関する標準化」と分担して、標準化を推進した。標準化の体制を図 2.4.1-1 に示す。

太陽光発電システム関連の国際標準化体制

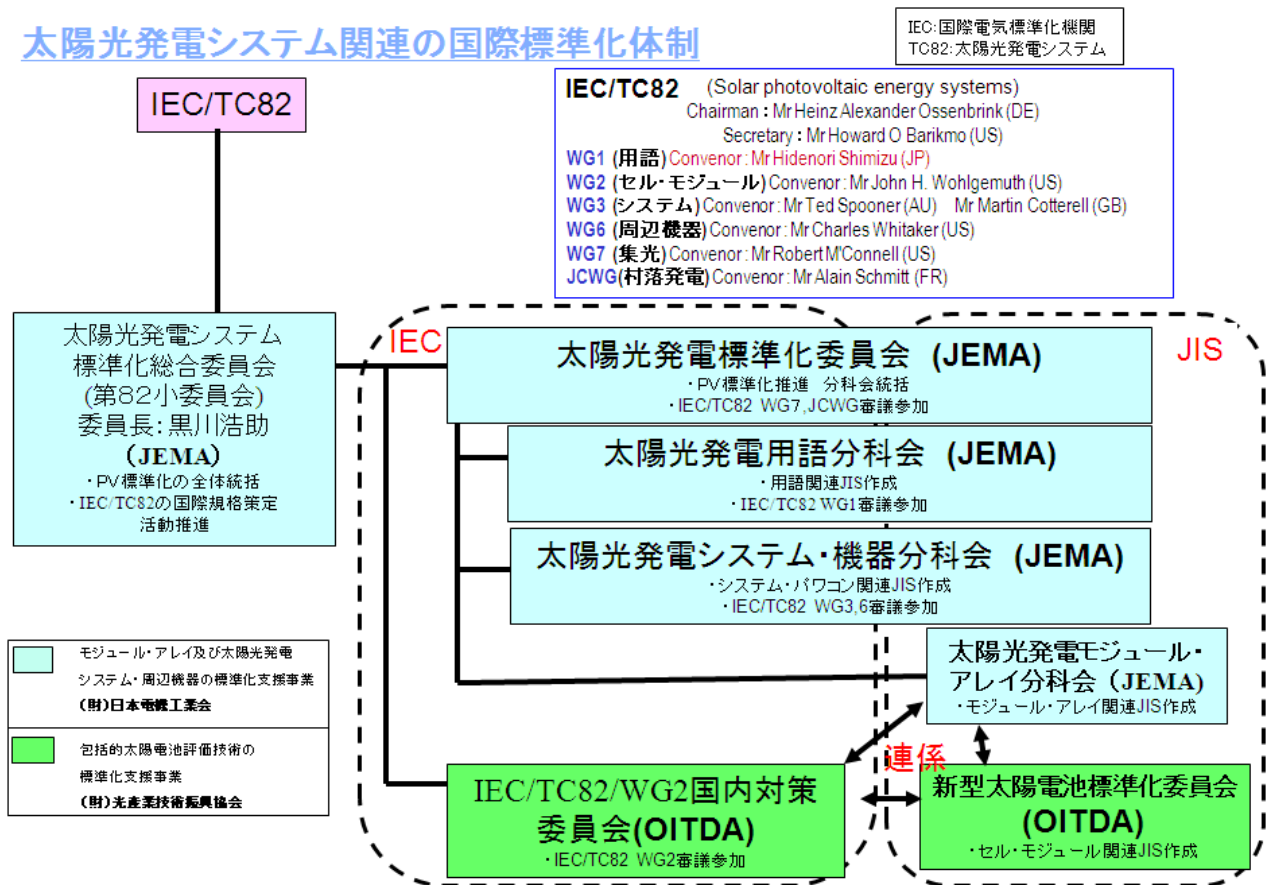


図 2.4.1-1 標準化体制図

太陽電池モジュール・アレイ及び太陽光発電システム・周辺機器の安全性、信頼性、性能、試験方法等に関し、国際規格との整合化を図り、以下の規格の検討・作成を行った。「パワーコンディショナ単独運転検出機能試験方法」については、対応する IEC 規格と整合化を図った JIS 最終素案を作成、製品認証に必要な「太陽電池モジュールの安全適格性確認」の JIS 最終素案の作成、及び

「太陽光発電システムの電磁両立性」の TS 最終素案を作成した。「パワーコンディショナ安全性設計標準」については、対応する IEC 規格の検討を行った。

太陽光発電システムの用語に関して、対応する IEC 規格と定義の整合化を図り、既存 JIS の増補・改正の検討を行った。IEC(国際電気標準会議)/TC82 (Solar Photovoltaic Energy System) /WG1 (用語)、WG3 (システム)、WG6 (周辺機器)、WG7 (集光モジュール)、JCWG (村落発電) に参画した。用語に関する標準化の整合、システム・機器に関する標準化の検討、モジュール・アレイに関する標準化の検討を行った。その結果 JIS 制定を 5 件、JIS の改訂を 6 件、IEC 規格の制定を 2 件、IE 規格の改訂を 1 件行った。

【2006 年度】

JIS 制定(2 件)

- (1) JIS C 8954 太陽電池アレイ用電気回路設計標準
- (2) JIS C 8981 住宅用太陽光発電システム電気系安全設計標準
対応国際規格：IEC 61730-2 Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part2:Requirements for testing

JIS 公表(2 件)

- (1) TS C 8992-1 太陽電池モジュールの安全適格性確認—第 1 部：構造に対する要求事項
対応国際規格：IEC 61730-1 Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part1：Requirements for construction
- (2) TS C 8992-2 太陽電池モジュールの安全適格性確認—第 2 部：試験に関する要求事項
対応国際規格：IEC 61730-2 Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part2:Requirements for testing

JIS 改正 (2 件)

- (1) JIS C 8953 結晶系太陽電池アレイ出力のオンサイト測定方法
対応国際規格：IEC 61829 Crystalline silicon photovoltaic (PV) array - On-site measurement of I-V characteristics
- (2) JIS C 8980 小出力太陽光発電用パワーコンディショナ

【2007 年度】

IEC 規格制定 (1 件)

- (1) IEC 62116 系統連系形太陽光発電システム用パワーコンディショナの単独運転防止機能の試験方法 (日本提案)

IEC 規格改正 (1 件)

- (2) IEC TS 61836 太陽光発電用語

【2008 年度】

JIS 制定(0 件)

JIS 改正 (2 件)

- (1) JIS C 8961 太陽光発電用パワーコンディショナの効率測定方法
対応国際規格：IEC 61683 SP photovoltaic systems - Power conditioners - Procedure for measuring efficiency
- (2) JIS C 8962 小出力太陽光発電用パワーコンディショナの試験方法

【2009 年度】

JIS 制定(3 件)

- (1) JIS C 8992-1 太陽電池モジュールの安全適格性確認—第 1 部：構造に対する要求事項
対応国際規格：IEC 61730-1 Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part1：Requirements for construction
- (2) JIS C 8992-2 太陽電池モジュールの安全適格性確認—第 2 部：試験に関する要求事項
対応国際規格：IEC 61730-2 Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part2:Requirements for testing

- (3) TS C xxxx 太陽光発電システム用パワーコンディショナの電磁両立性試験及び測定技術

JIS 改正 (2 件)

- (1) JIS C 8960 太陽光発電用語

対応国際規格：IEC 61836 Solar photovoltaic energy systems - Terms, definitions and symbols

- (2) JIS C 8980 小出力太陽光発電用パワーコンディショナ

IEC 制定 (1 件)

- (1) IEC 62446 Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection

【2006 年度～2009 年度】

- (1) 国際規格に反映された主要な提案

IEC TS 61836 太陽光発電用語

(提案内容：JIS からの用語追加)

IEC 62116 系統連系形太陽光発電システム用パワーコンディショナの単独運転防止機能の試験方法

(提案内容：単独運転防止機能の試験方法)

- (2) その他、審議を行なった国際規格

IEC 62253、IEC 62548、IEC 62109-1、IEC 62509

- (3) 参加した IEC/TC 82 総会及び WG 1, 3, 6 会議

2006 年 5 月 15 日～5 月 20 日 : IEC/TC 82/ WG 3, 6 オーストラリア パース会議

2006 年 10 月 16 日～10 月 20 日 : IEC/TC 82 総会及び WG 1, 3, 6 東京会議 (開催)

2006 年 11 月 21 日～11 月 22 日 : IEC/APCC シンガポール会議

2007 年 1 月 30 日～2 月 1 日 : IEC62109 カナダ バンクーバー会議

2007 年 4 月 16 日～4 月 18 日 : IEC/TC 82/WG 3, 6 スペイン パンプローナ会議

2007 年 7 月 3 日～7 月 3 日 : IEC/TC 22/Adhoc ドイツ フランクフルト会議

2007 年 6 月 27 日～6 月 29 日 : IEC/TC 82/WG 1 フランス ニース会議

2007 年 9 月 24 日～9 月 25 日 : CISPR/BWG1 オーストラリア シドニー会議

2007 年 10 月 29 日～11 月 2 日 : IEC/TC 82/WG 3, 6 スイス ブルグドルフ会議

2008 年 5 月 19 日～5 月 23 日 : IEC/TC 82 総会及び WG 1, 3, 6 米国 サンフランシスコ会議

2008 年 10 月 6 日～10 月 8 日 : JISC-CENELEC スペイン マドリッド会議

2008 年 10 月 20 日～10 月 24 日 : IEC/TC 82/WG 3, 6 韓国 釜山会議

2008 年 11 月 24 日～11 月 26 日 : IEC/TC 82/WG 1 スペイン マドリッド会議

2009 年 2 月 10 日～2 月 11 日 : CISPR/BWG1 ドイツ フランクフルト会議

2009 年 2 月 18 日～2 月 19 日 : CENELEC/TC82 ベルギー ブリュッセル会議

2009 年 9 月 28 日～10 月 7 日 : IEC/TC 82 総会及び WG 1, 3, 6 フランス エクスレバン会議

2.4.2 包括的太陽電池評価技術に関する標準化

制定、改正した規格、または作成した規格原案等は次のとおり。

2.4.2.1 JIS 関連

【2005 年度～2007 年度】

- JIS 制定(6 件): 結晶シリコン太陽電池、アモルファス太陽電池に続くシリコン系新型太陽電池の評価規格

(1) JIS C 8941 二次基準多接合太陽電池要素セル

(2) JIS C 8942 多接合太陽電池測定用ソーラシミュレータ

(3) JIS C 8943 多接合太陽電池セル・モジュール出力測定方法(基準要素セル法)

(4) JIS C 8944 多接合太陽電池分光感度特性測定方法

(5) JIS C 8945 多接合太陽電池出力電圧・出力電流の温度係数測定方法

(6) JIS C 8946 多接合太陽電池セル・モジュール屋外出力測定方法

【2006 年度～2008 年度】

- JIS 改正(1 件):
 - (1) JIS C 8990 (対応国際規格 IEC 61215:2005) 地上設置の結晶シリコン太陽電池 (PV) モジュール
—設計適格性確認及び形式認証のための要求事項
- TS(標準仕様書) 原案(5 件):化合物系新型太陽電池の評価 TS
 - (1) TS C JN01 二次基準 CIS 系太陽電池セル
 - (2) TS C JN03 CIS 系太陽電池測定用ソーラシミュレータ
 - (3) TS C JN04 CIS 系太陽電池セル・モジュール出力特性測定方法
 - (4) TS C JN06 CIS 系太陽電池分光感度特性測定方法
 - (5) TS C JN07 CIS 系太陽電池出力電圧・出力電流の温度係数測定方法注:TS 番号は仮番号

【2007 年度～2008 年度】

- OITDA 規格制定(1 件):色素増感太陽電池の評価規格
 - (1) OITDA-PV01-2009 色素増感太陽電池の性能評価方法

【2008 年度～2009 年度】

- JIS 原案(3 件):国際規格との整合を取りながら、結晶系、アモルファス系、多接合、化合物系太陽電池を包括する新しい評価規格案(国際規格への提案準備)
 - (1) JIS C 60904-2 太陽電池デバイス 第 2 部:基準太陽電池に対する要求事項
対応国際規格:IEC 60904-2 Photovoltaic devices - Part 2: Requirements for reference solar devices
 - (2) JIS C 60904-3 太陽電池デバイス 第 3 部:基準太陽光の分光放射照度分布による太陽電池測定原則
対応国際規格:IEC 60904-3 Photovoltaic devices - Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data
 - (3) JIS C 60904-7 太陽電池デバイス 第 7 部:太陽電池測定でのスペクトルミスマッチ補正の計算方法
対応国際規格:IEC 60904-7 Photovoltaic devices - Part 7: Computation of the spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices注:JIS 番号は仮番号
- JIS 改正原案(1 件)
 - (1) JIS C 8991(IEC 61646:2008) 地上設置の薄膜太陽電池 (PV) モジュール
—設計適格性確認試験及び形式認証のための要求事項

2.4.2.2 IEC(国際電気標準会議)/TC82 (Solar Photovoltaic Energy System) / WG2 (地上用太陽電池セル・モジュール) 対応

【2005 年度～2009 年度】

- (1) 国際規格に反映された主要な提案は次のとおり。
 - IEC 60891 結晶系太陽電池の I-V 特性測定のための温度および照度補正手順
(提案内容:線形補間法)
 - IEC 60904-4 太陽電池デバイス—第 4 部:基準太陽電池—校正トレーサビリティを確立するための手順
(提案内容:ソーラシミュレータ法)
 - IEC 60904-9 太陽電池デバイス—第 9 部:ソーラシミュレータの性能要求事項
(提案内容:時間的安定性)
 - IEC 61646 地上設置の薄膜太陽電池 (PV) モジュール
—設計適格性確認試験及び形式認証のための要求事項
(提案内容:ホットスポット試験法、バイパスダイオード試験)
 - IEC 61853 地上用太陽電池モジュールのエネルギーレーティング

(提案内容:線形補間法)

(2) 国際規格に将来反映される予定の主要な提案は次のとおり。

IEC 61215 地上設置の結晶シリコン太陽電池(PV)モジュール
ー設計適格性確認及び形式認証のための要求事項

(提案内容:ホットスポット試験法、バイパスダイオード試験)

IEC 61730 太陽電池モジュールの安全適格性確認

(提案内容:端子ボックス充填材燃焼試験の要求事項、バックシートの部分放電試験)

(3) その他、審議を行なった規格は次のとおり。

IEC 60904-1、IEC 60904-2、IEC 60904-3、IEC 60904-5、IEC 60904-7、IEC 60904-8、IEC 60904-10

(4) 参加した IEC/TC 82 総会及び WG 2 会議は次のとおり。

2005年5月16日～5月20日:中国北京会議 IEC/TC 82 総会及び WG 2 会議

2005年12月5日～12月9日:IEC/TC 82/WG 2 米国アリゾナ会議

2006年4月3日～4月7日:IEC/TC 82/WG 2 スペインセビリア会議

2006年10月16日～10月20日:東京会議 IEC/TC 82 総会及び WG 2 会議

2007年5月7日～5月11日:IEC/TC 82/WG 2 カナダトロント会議

2007年10月8日～10月12日:IEC/TC 82/WG 2 ドイツティティゼー会議

2008年5月19日～5月20日:IEC/TC 82/WG 2 米国サンフランシスコ会議

2008年10月6日～10月10日:IEC/TC 82/WG 2 韓国釜山会議

2009年5月18日～5月22日:IEC/TC 82/WG 2 英国ラフボロ会議

2009年9月28日～10月2日:フランスエクスレバン会議 IEC/TC 82 総会及び WG 2 会議

標準化に係る調査以下の調査を実施した

多接合太陽電池持ち回り試験

CIS 関連評価技術の調査

太陽電池標準モード出力評価方法検討

長期信頼性評価技術標準化のための予備調査

2.4.3 IEA国際協力事業

VPVS活動の目的 (国際協力活動と通じた PV の普及にむけた国際貢献)

- a)太陽光発電システムの可能性・価値に対するステークホルダーの認識を向上させる
- b)技術的・非技術的障壁の除去により、市場展開を促進する
- c)太陽光発電システムのコスト低減に貢献する
- d)非IEA加盟国との協力を促進させる

1). 実施協定の調印 (1993年3月)

NEDOが実施協定の日本国締結者として外務省から工業技術院を通じて指定。

NEDO 太陽技術開発室長(現 NEDO 新エネルギー技術開発部長)が実施契約締結者として調印。

*実施協定の業務は“太陽光発電研究開発事業”として位置づけられ、その観点で活動が推進された。

2). 各タスクの内容

表2. 4. 3-1各タスクの内容

タスク1	PV システムに関する情報交換と普及(広報)	継続
タスク2	PV システムとサブシステムの運転性能、保守及び評価 (データベース)	終了:タスク 13 に移行
タスク3	独立形及び離島用 PV システムの利用(タスク区のハード版)	終了:タスク 11 へ移行

タスク8	大規模太陽光発電に関する調査研究(タスクVIの発展的タスク)	フェーズ4延長 承認 2009 年ス タート
タスク9	PV 技術の普及:発展途上国との協力(タスク3のソフト版) [途上国 における太陽光発電サービスに名称変更:承認済]	2009 終了予定
タスク10	都市規模での系統連系 PV の応用	2009 終了予定
タスク11	PV ハイブリッド・ミニグリッド	2006 開始
タスク12	PV に係わる健康、安全、環境(HS&E)	2007 年新設

タスク13(長期信頼性)、タスク14(電力系統における普及の課題)が2010年開始予定

3). PVPS運営の経緯

3). 1 1994年～1999年

技術開発協力事業として活動するため、NEDOは各タスクのワークプランに応じた活動推進部隊の構築が必要として業務委託を実施した。

当初太陽光発電技術研究組合(PVTEC)が民間の技術開発力能力を有機的・総合的に活用し、さらに国際的な研究協力・情報交換の核となりことから、NEDOから国際協力支援事務局業務を委託し推進した。

3). 2 1999年～2007年

上記PVTECへの一括委託を見直し、各タスク毎に公募により委託先を決定。

3). 3 2008年

NEDO内にてタスク8及びタスク11の運営・事務管理の実施。

3). 4 2009年

NEDOでプロマネの促進

4). 各タスクの成果

4)-1 タスク1: PV システムに関する情報交換と普及

主な活動予定

- a)日本の太陽光発電(政策、業界動向)に関する報告書の作成
Annual report, Survey report
- b)IEA PVPS 及び加盟国の太陽光発電に関する情報収集
Trend report,
- c)専門家会議をはじめとした国際協力活動(ワークショップ、学会発表等)の参加
EU-PVSE & PVSEC-18 における発表、ワークショップ開催・運営
- d)IEA PVPS ウェブサイト 維持管理
News letter 発刊

4)-2 タスク8: 大規模太陽光発電に関する可能性研究 (2009 年～2011 年)

日本がタスクの OA(運営責任者)を担う活動

参加国:8カ国

主な活動予定

- a) OA として活動の総括的技術管理および運営管理に責任を持ち、上部機構である ExCo(執行委員会)の決定事項を実施する。ワークプランの策定。
- b)タスク活動を実施するための海外専門家の召集と専門家会議の開催運営(年2回)
ExCo(年2回)に対して専門家会議の進捗報告
Status report, Annual report
- c)専門家会議に向けた資料作成
- d)国内外国際会議におけるタスク活動の普及(発表、ワークショップ等)

成果物:

フェーズ1(1999～2002)“Energy from the desert”2003年発刊

- フェーズ2(2003～2005)“Energy from the desert II”2006年発刊
 フェーズ3(2006～2008)“Energy from the desert III”2009年9月発刊
 *2006年 幕張、2007年 EU-PVSEC、PV-Hybrid,mini-grid 2008年 RE2008
 におけるワークショップ開催
 *2009年9月 ワークショップ開催(EU-PVSEC ドイツ)

4)-3 **タスク9** :開発途上国のための太陽光発電 (2004年～2009年)

参加国:12カ国

主な活動予定

- a) 専門家会議への参加(ドイツ)
 専門家会議に臨むに当たり国内作業部会(年3～5回)を構成し日本の課題について審議し、その準備・作業を実施する
- b) 国内作業部会の運営とタスク活動管理
 2006年 成果報告書の作成
- c) 海外 OA・専門家との情報交換

成果物:

- 日本ホスト開催 パネルディスカッション開催(JICA,NEDO)
 専門家会議(タイ)におけるワークショップ
 16回専門家会議 日本の国際協力紹介「シリアにおける水供給」プレゼン
 「日本の海外援助・国際協力による給水サービスのための太陽光発電システム」のデータまとめ(CD化)
 RE2008 韓国 “PV Projects for Water Services by Japanese Organization “ の発表

4)-4 **タスク10** :都市規模での系統連系 PV の応用 (2005年～2009年)

参加国:14カ国

主な活動予定

- a) 専門家会議参加およびワークショップ(米国)
 専門家会議に臨むに当たり国内作業部会(年3～5回)を構成し日本の課題とその準備作業を実施する
- b) サブタスクリーダーとして成果報告書の創出
- c) 国内作業部会の開催・運営
- d) 成果報告書のまとめ
- e) 海外 OA・専門家との情報交換

成果物:

- * [Analysis of PV system's value beyond energy by country and stakeholder]
 (report IEA-PVPS T-10-02 : 2008)
- * 都市規模での PV 導入に関する日本のアンケート実施とそのレポート作成
- * 「Urban BIPV in the New Residential construction Industry」
- * 「Community -Scale PV: Real Example of PV Based Housing and Public Developments」
- * 書籍 「Photovoltaics in Urban Plans and Developments」 2009 発刊

4)-5 **タスク11** (2006年～2011年)

NEDO 内部に国内委員会を設置。運営管理を実施

タスク11: PV ハイブリッド・ミニグリッド

参加国:12カ国

日本:Act25 と Act43 のアクティビティリーダーを担当

レポート完成は 2010 年。アンケート調査を次回専門家会議にて依頼

主な活動予定

- a) 専門家会議参加
 専門家会議に臨むに当たり国内作業部会(年3～5回)を構成し日本の課題とその準備作業を

実施する

b)サブタスクリーダーとして成果報告書の創出

国内作業部会の開催・運営

c)国内作業部会の開催・運営

d)成果報告書のまとめ

e)海外 OA・専門家との情報交換

4)-6 タスク12: PV の環境・健康・安全 (2007 年～2011 年)

日本はタスク12について今年から参加予定 (現在8カ国)

PV モジュールのリサイクル・リユース及び LCA の共通課題を日米欧が情報を共有しステークホルダーに発信する。

2. 4. 4 太陽光発電技術開発動向等の調査

1) 調査の内容

各種太陽電池技術、システム機器、系統連系技術、評価技術、標準化など太陽光発電に関する全分野の技術を網羅し、最新の技術開発動向について調査・分析した。また、欧州諸国、米国等に加え、アジア諸国等の新興国を対象に、太陽光発電に関する研究開発プログラム等について調査するとともに、各国の技術開発の方向性を探った。さらに、太陽光発電の研究開発・技術開発に携わる各国の主要な研究機関や研究プロジェクトの動向、研究体制を調査、分析した。

上記調査結果をもとに、諸外国における太陽光発電研究開発動向について比較を行い、分析した。

- ① 海外諸国の研究開発プログラムに関する動向調査
- ② 海外における最先端の太陽光発電技術研究開発及びシステム技術開発動向調査
- ③ 研究機関、研究体制の調査
- ④ 技術開発動向の比較・分析

2) 海外諸国の研究開発プログラムに関する動向調査の結果

アメリカ合衆国、欧州連合 (EU)、ドイツ、イタリア、スイス、フランスなどにおける太陽光発電の研究開発及び普及状況を調査し、各種太陽電池の研究開発戦略や開発動向をまとめた。

アメリカ合衆国では 2006 年 1 月、大統領による先端エネルギー計画 (AEI) が発表され、柱の一つとして「ソーラー・アメリカ計画 (SAI)」が据えられた。米国エネルギー省 (DOE) 省エネルギー・再生可能エネルギー局 (EERE) の主導により、SAI では目標を 5 年前倒しして、2015 年までに従来電力と競合できる発電コスト、5～10 セント/kWh を目指す。2009 年度太陽エネルギー研究開発予算は、前年度比 79%増の 1 億 3712 万ドルが充当されている。既に、「テクノロジー・パスウェイ・パートナーシップ (TPP)」、「PV モジュール・インキュベータ」、「次世代太陽電池プロジェクト」、「再生可能エネルギー系統連系技術開発 (RSI)」などの各種プロジェクトが実施されている。

2. 4. 5 太陽光発電技術開発戦略に関する調査

本調査は、2004 年 6 月に発表した NEDO のロードマップ (PV2030: 「2030 年に向けた太陽光発電ロードマップ」) の指針に基づき、2010 年以降にその実現に必要な具体的技術開発の内容について提言することを目的に行ったものである。

PV2030 では2030 年までに、太陽光の発電コストを火力発電並にすること (発電コスト7円/kWh) が、大きなターゲットである。2007 年に出された新エネルギー対策でも、CO2 の大幅削減に向けた技術として上記の火力発電並みの経済性を持つ高効率で低コストの太陽電池の利用を加速する技術開発の必要性が出されている。(経産省: 技術戦略マップ2007) 本調査はその目的に沿ったものである。太陽光発電技術は材料としてシリコン材料を中心に化合物材料から有機系材料まで多種類にわたり、又、システムや電力系統連系技術まで広範囲に広がっている。そのため具体的な調査は「太陽光発電技術開発戦略調査委員会」(親委員会)のもとに、技術分野別に、「薄膜シリコン分科会」、「結晶シリコン分科会」、「化合物系分科会」、「色素・有機系分科会」、「PV システム分科会」、「アセスメントツール分科会」の6つの分科会を設置し、各分野別に戦略調査を行い、親委員会で各分科会の調査内容を横断的に討議した。尚、アセスメントツール分科会では、発電コストから見た技術の評価を行うツールを開発した。

戦略作成にあたっては、各太陽電池がPV2030 に向けて研究開発を進めなければならない重要な技術項目を抽出し、それらについて「国内外の最新状況」を調査し、日本に位置付けを明確化するとともに「開発目標」「開発の課題」「開発の効果」について、短期（～2015年）、中期（～2020年）、長期（～2030年）に分けて調査・検討した。更に、親委員会では、分野別の調査研究を横断的に論議するとともに、各分科会に共通する課題も討議した。

IV. 実用化の見通し

1.1 太陽電池評価技術の研究開発

本研究の実用化は、開発した太陽電池評価技術が JIS 規格・IEC 規格等の標準に採用されて産業界に使用されること、および評価技術が普及して太陽電池開発・大量導入に貢献することを指す。

①新型太陽電池性能評価技術 (AIST)

JIS 規格・IEC 規格等の標準化に技術的に貢献するために、国内・アジア地域内および欧米との比較測定・技術協力等による評価技術普及と整合性確保が重要である。

②校正技術高度化 (AIST)

基準太陽電池セルについて、ソーラシミュレータ法による校正は、2 cm 角程度のシングルセルパッケージに限って、実用化されているが、厳密な意味では被測定太陽電池モジュールとの光学特性が一致していないことと、製造方法の難易度が高い。ソーラシミュレータ法によるマルチセルパッケージの一次校正による生産ラインにおける精度向上が実用化の課題である。また、基準デバイスの従来の校正の低コスト化手法の開発が課題である。高精度化に適していながら実現できていない絶対分光感度法が次世代校正技術と位置づけられるなか、世界最高級の校正を実現するための技術開発とその実用化が課題である。

③信頼性評価技術 (AIST/JET)

現行の規格ではふるい分けができないプレミアム（高信頼性）モジュールの評価・判別ができるようになり、日本製の太陽電池の優位性を海外へアピール可能となる。また、日本国内への設置ユーザーへの補助金への正当な判断基準となる。

1.2 発電量評価技術の研究開発

a) 発電量計算方式は、IEC61853 における発電量計算を実用化する方式として取りまとめ、ラウンドロビン実験データと共に計算プログラムを配布し、国内でのデファクトとする。

発電量計算方式は、モジュール温度測定方法の妥当性の検証で得られた成果と共に、JIS C 8953「結晶シリコン系太陽電池アレイ出力のオンサイト測定方法」の改訂に供する。住宅用太陽光発電システムの場合、オンサイトでアレイの中心付近を測定することが困難なケースが多々あるため、測定可能な箇所代替測定できる方法を検討し、オンサイトでモジュール温度測定方法(指針)としてまとめる。

b) 分光日射等の気象データベースは、IEC61853-4(未審議)においてわが国からの標準データとして供与し、国際標準の発電量定格モードの策定に貢献する。

c) 発電量計算方式と気象データベースは、住宅用太陽光発電システムの竣工時検査として、年間発電量等の期間発電量を推定するのに用いる。

d) 分光日射量推定モデルと雲微物理改良型局地気象モデルは、わが国の分光日射の特性を表現するモデルとして用い、分光日射が付随しない大多数の日射観測データに分光日射情報を付加する推定方式とする。

1.3 PV 環境技術の開発

1.3.1 太陽光発電システム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]

LCA 評価は、大きく分けて、以下の3点の目的で行われる

a) 開発する技術の環境性能を証明する

国や企業が技術を開発し、その普及を目指す場合には、その技術の環境性能の高さ・環境への貢献度を明確に示すことが求められる

b) 環境性能を高めるための技術開発項目を抽出する

優れた環境性能を実現するために、環境性能を高めるための開発ポイントを抽出していく必要がある

c) 環境性能の優れた技術の普及・促進に資する資料として

環境性能の高さが証明された製品であって高価な製品を普及・促進するためには、消費者への具体的かつ明確な製品環境情報の提供が効果的である

これらを太陽光発電システムで考えていくためには、下記4点の調査が今後必要となる。

(ア) 次世代型太陽電池への LCA の適用

次世代型太陽電池を導入した場合に、既存の太陽光発電に比べ、1kWh あたりの CO2 排出量などの指標が低くならないければ開発の意義は小さくなるため、次世代型の太陽電池に LCA を適用し、その環境性能を確認及び結果から環境負荷を低くするための開発項目を抽出することが必要となる。

(イ) 既存太陽電池の環境負荷低減を目指した技術開発項目の抽出

昨年度までの評価結果を活用し、既存の太陽光発電の環境負荷をより小さくするために必要となる技術開発方向性の抽出と技術開発による環境負荷低減効果の見積を行うことが必要となる。

(ウ) 太陽光発電の LCA 評価方法の標準化

今後、消費者へのさらなる普及・啓発を目指すためには、太陽電池メーカー各社が実際の自社製品の評価を行い、その結果をカタログなどで公開することが有効と考えられる。その場合、各社で評価の条件やデータ収集方法、LCA の算定方法・表現方法の統一を図っていくことが必要となる。

(エ) 海外の検討動向との整合／対応

すでに標準化へ向けて動いている IEA task12 など海外の LCA 評価方法に関する検討動向を整理し、これとの整合／対応を図る。

1.3.2 リサイクル性新型モジュール構造の開発〔昭和シェル石油〕

実際の設置方法を想定した複数枚での屋外曝露試験やダンプヒート試験等の信頼性試験によって、本研究で提案し開発した新構造太陽電池モジュール（ガラス-ガラス・サンドイッチ（合わせガラス）構造の太陽電池モジュール）の耐久性や出力特性を評価する。設置上隣り合うモジュールの電氣的接続方法や端子箱の形状など、ガラス-ガラス・サンドイッチ（合わせガラス）構造のモジュールに相応しく、設置工事を簡略化できる接続方法を開発する。

また、ガラス-ガラス・サンドイッチ（合わせガラス）構造の CIS 系薄膜太陽電池モジュールの設置架台は、通常鋼材を折り曲げた架台や押し出し成形したアルミニウム製架台を使用することになる。このような実用的な架台との組み合わせで、本提案の太陽電池モジュールのたわみを評価することで、実用時に要求される耐久性を確保するために必要な、設置に関する条件を明確にする。必要であれば、対策を検討する。

製造コスト試算では、生産規模に応じた装置費と廃サンド処理費も検討する。また、モジュールリングコストをさらに削減するための技術開発も継続する。

1.4 標準化支援事業及び I E A 国際協力事業等

1.4.1 標準化支援

太陽電池モジュール・アレイ及び太陽光発電システム・周辺機器の標準化に関する調査研究と包括的太陽電池評価技術に関する標準化をあわせて記載する。

成果として上がった標準化案件は今後の太陽光発電産業の発展に寄与するものである。特に以下 3 点は太陽光発電が産業として拡大していくために重要である。

- (a) JIS C 8992(太陽電池モジュールの安全適格性確認:2009 年制定)はモジュールの安全性認証の根拠となるもので、導入が急増している日本におけるモジュールの安全性を担保する規格である。
- (b) IEC 62116(系統連系形太陽光発電システム用パワーコンディショナの単独運転防止機能の試験方法:2007 年制定)はパワーコンディショナの系統連系試験の基礎をなす規格であり、国際標準とすることでパワーコンディショナ産業の発展に寄与するものである。
- (c) JIS C 60904 シリーズの包括化は、セル・モジュールの測定関係における JIS と IEC 規格の体系的整合性をとることで、今後の日本からの国際標準への提案に道筋を開き、国際競争力の強化に資するものである。

今後の太陽光発電の大量導入を控え、必要となる主な標準化案件を記す。

(ア) 太陽光発電の安全性確保

モジュールの安全性の規格は制定されているが、パワーコンディショナについては、国際規格、JIS とも審議途中であり、早急な規格化が望まれる。また、モジュールについても、欧米において事故事例が報告されているため、IEC では安全性について強化する動きが目立ってきており、我が国としても対応が必要となっている。

- ・パワーコンディショナ安全設計標準
- ・太陽光発電システムの現地試験指針
- ・太陽電池アレイ設置・安全基準
- ・モジュールの更なる安全性対策（アーク対策他）
- ・モジュールの主要材料の標準化 等

(イ) 太陽光発電の評価方法

IEC 規格の体系に整合化させた、太陽電池セル・モジュール評価に係る JIS の新規整備は、国内規格と国際規格との相異からくる重荷を軽減し、我が国太陽電池産業の輸出入における競争力強化に資する。

- ・ Si 型太陽電池（結晶系、アモルファス系）
- ・ 新型太陽電池（色素増感、有機薄膜、多接合、シリコン薄膜、CIGS 系、GaAs 系）
- ・ 集光型太陽電池
- ・ 太陽電池のオンサイト測定 等

1.4.2 I E A 国際協力事業

国際協力事業で得られた成果を普及促進戦略等に活用したい。具体的に以下の項目を推進する

- (a) 技術開発の促進
 - ・ マーケットインの技術開発推進
 - ・ 技術標準への反映
- (b) 政策スキームの強化
 - ・ cool earth 50、低炭素社会
 - ・ 京都メカニズムの実施支援
 - ・ 適切な法的スキームの推進
- (c) 普及政策
 - ・ マーケティング活動および顧客の拡大推進
 - ・ 教育ツールの開発

(d) 市場投資の活性化

- ・国際金融機関等の活用
- ・プログラムのアプローチの提示

1.4.3 太陽光発電技術開発動向等の調査

欧州諸国、米国等に加え、アジア諸国等の新興国を対象に、太陽光発電に関する研究開発プログラム等について調査するとともに、各国の技術開発の方向性を探った。また、太陽光発電の研究開発・技術開発に携わる各国の主要な研究機関や研究プロジェクトの動向、研究体制を調査、分析し、その結果を毎年報告書にまとめた。

1.4.4 太陽光発電技術開発戦略に関する調査

戦略調査として以下の提言を行った。

- 産学官の連携研究の推進と強化
- 革新的な新概念の太陽電池の研究
- 基礎研究の中核的拠点の強化
- 国際協力
- 人材育成

また、開発したアセスメントツールを用いて、立案する研究戦略の有効性などの検討に活用するとともに、色素増感や化合物系の新しい太陽電池についても、ツールの開発が必要と考えられる。

添付資料

太陽光発電システム共通基盤プロジェクト

発表論文リスト

出願特許リスト

太陽光発電システム共通基盤 論文発表リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読の有無	発表年
1	菱川善博	産業技術総合研究所	太陽電池性能の測定技術 (IV特性測定技術)	太陽エネルギー 32巻6号 27~32頁		2006年
2	Y. Hishikawa (共著)	産業技術総合研究所	Solar cell efficiency tables (Version 28)	progress in photovoltaics 14巻5号 445~451頁		2006年
3	菱川善博	産業技術総合研究所	太陽電池性能の測定技術概論	太陽エネルギー 32巻5号 29~32頁		2006年
4	菱川善博	産業技術総合研究所	Precise characterization of the outdoor PV module Performance	Proceedings of the renewable energy 2006		2006年
4	猪狩真一	産業技術総合研究所	基準太陽電池校正システムの高度化	AIST Today Vol.17 No.2 22~23頁		2006年
5	Yoshihiro HISHIKAWA (共著)	産業技術総合研究所	TRANSLATION OF THE I-V CURVES OF VARIOUS SOLAR CELLS BY IMPROVED LINEAR INTERPOLATION	Proceedings of the 21st EUPVSEC		2006年
6	猪狩真一	産業技術総合研究所	太陽電池性能表示値のトレーサビリティとその信頼性	電機 702号 14~19頁		2007年
7	猪狩真一	産業技術総合研究所	基準太陽電池校正システムの高度化技術	OHM 2007年3月号 2~3頁		2007年
8	菱川善博	産業技術総合研究所	太陽電池性能の測定技術 (V各種太陽電池特性測定技術)	太陽エネルギー		2007年
9	菱川善博	産業技術総合研究所	太陽電池性能の測定技術 (VI分光放射照度測定技術)	太陽エネルギー		2007年
10	土井卓也 他	産業技術総合研究所	結晶系Si太陽電池セルへの順・逆方向電圧印加と発熱・破壊試験	太陽/風力エネルギー講演論文集 445~448頁		2007年
11	Yoshihiro HISHIKAWA (共著)	産業技術総合研究所	SPECTRAL RESPONSE MEASUREMENTS OF PV MODULES	Technical Digest of the PVSEC17		2007年
12	Yoshihiro HISHIKAWA (共著)	産業技術総合研究所	Performance Measurement Technologies for High-Efficiency Crystalline Silicon Solar Cells	Proceedings of ISES WSC		2007年
13	Yoshihiro HISHIKAWA (共著)	産業技術総合研究所	SPECTRAL RESPONSE MEASUREMENTS OF PV MODULES AND MULTI-JUNCTION DEVICES	Proceedings of the 22nd EUPVSEC		2007年
14	菱川善博	産業技術総合研究所	太陽電池性能の測定技術 (VIIIV特性補正技術)	太陽エネルギー		2008年
15	Yoshihiro HISHIKAWA (共著)	産業技術総合研究所	Solar cell efficiency tables (Version 32)	progress in photovoltaics Vol. 16 No. 5 P. 435~440		2008年
16	Yoshihiro HISHIKAWA (共著)	産業技術総合研究所	Solar cell efficiency tables (Version 33)	progress in photovoltaics Vol.17, Issue 1,		2008年

				P. 85~94		
17	Yoshihiro HISHIKAWA (共著)	産業技術総合研究所	REVISION OF THE STANDARD SOLAR SPECTRUM AND THE INFLUENCE ON THE PV PERFORMANCE MEASUREMENTS	Proceedings of RE2008		2008年
18	Yoshihiro HISHIKAWA et al.	産業技術総合研究所	Evaluation of the Translation of I-V Curves for Irradiance and Temperature from Indoor and Outdoor Measurements	Proceedings of the 33rd IEEE PVSC		2008年
19	猪狩真一	産業技術総合研究所	JIS C 8921 二次基準太陽電池モジュール	電機 721号 6~9頁		2008年
20	津野裕紀 他	産業技術総合研究所	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		2009年
21	猪狩真一	産業技術総合研究所	太陽光発電システムの実用化と標準化動向:太陽電池の性能評価	標準化と品質管理 62巻12号 4頁~12頁		2009年
22	吉野純・野村俊夫・片山純・木下佳則・安田孝志	岐阜大学	メソ気象モデルMM5によるピンポイント24時間降水量予測の精度について	水工学論文集, Vol. 51, p. 325-330	有	平成20年3月
23	橋本潤, 宇佐美景子, 小林智尚, 吉野純, 安田孝志	岐阜大学	大気放射モデルSMARTS2と局地気象モデルMM5による全天候型分光日射推定モデルの提案	太陽エネルギー, VOL. 34, No. 4, pp. 57-64	有	平成20年8月
24	Jun HASHIMOTO, Keiko USAMI, Tomonao KOBAYASHI, Jun YOSHINO, Takashi YASUDA	岐阜大学	A direct beam and diffuse solar irradiance forecasting model based on a meteorological model	ISES Solar world congress AP 2008, 10p	有	平成20年11月
25	H. Yoshida	岐阜大学	Cloud particle characterization from multiple scattering images of LIDAR	CEReS International Symposium and SKYNET Workshop	有	平成20
26	Jun Hashimoto, Koji Saito, Tomonao Kobayashi, Jun Yoshino, Takashi Yasuda, Akihiko Itagaki, Tomohisa Yamada, Yasuharu Saito	岐阜大学	Spectral solar irradiance estimation with meteorological parameters	ISES Solar world congress 2009, pp. 86-95	有	平成21年10月11-14日
27	吉野純, 野村俊夫, 安田孝志	岐阜大学	降水量予測精度向上のための位置誤差修正法に基づくレーダーデータ同化システムの開発	水工学論文集, Vol. 52, p. 379-384	有	平成21年3月
28	吉野純, 飯田潤士, 安田孝志	岐阜大学	紀伊半島に上陸する可能最大級台風に伴う降水量の地球温暖化による変化	水工学論文集, Vol. 53, (印刷中)	有	平成22年3月
29	Tetsuyuki Ishii, Kenji Otani, Takumi Takashima	産総研	Effects of solar spectrum and module temperature on outdoor performance of photovoltaic modules in round-robin measurements in Japan	Progress in Photovoltaics: Research and Applications	有	2009年
30	Tetsuyuki Ishii, Takumi Takashima,	産総研	Long-term performance degradation of various kinds	Progress in Photovoltaics:	有	2009年

	Kenji Otani		of photovoltaic modules under moderate climatic conditions	Research and Applications		
31	Tetsuyuki Ishii, Kenji Otani, Takumi Takashima, Shinji Kawai	産総研	Estimation of the maximum power temperature coefficients of PV modules at different time scales	Solar Energy Materials & Solar Cells	有	2009年

太陽光発電システム共通基盤 特許出願リスト

番号	出願者	出願番号	国内 海外 PCT	出願日	状態	名称	発明者
1	産業技術総合研究所	特願 2006-273550	国内	2006年10月5日	審査請求	ソーラシミュレータ	猪狩真一
2	産業技術総合研究所	特願 2006-309113	国内	2006年11月15日	審査請求	光束の拡がり角測定装置	猪狩真一
3	産業技術総合研究所	12/513301	米国	2007年11月6日	出願	ソーラシミュレータ	猪狩真一
4	産業技術総合研究所	102007018825.2	独	2007/04/20	出願	ソーラシミュレータ	猪狩真一
5	産業技術総合研究所	11/748141	米国	2007/05/14	出願	ソーラシミュレータ	猪狩真一
6	産業技術総合研究所	特願2007-315385	国内	2007年12月6日	出願	太陽電池モジュールの温度制御システム	猪狩真一 小椋文雄
7	産業技術総合研究所／相馬光学	特願 2008-212493	国内	2008年08月21日	出願	絶対分光放射計	猪狩真一 大倉 力
8	昭和シェル	特願 2007-124590	国内	2007/05/09	出願		
9	昭和シェル	特願 2007-125263	国内	2007/05/10	出願		
10	昭和シェル	特願 2007-126634	国内	2007/05/11	出願		
11	昭和シェル	特願 2007-304438	国内	2007/11/26	出願		
12	昭和シェル	特願 2007-297603	国内	2007/11/16	出願		

2. 分科会における説明資料

次ページより、プロジェクト推進・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。

(平成18年度～平成21年度 4年間)

『太陽光発電システム共通基盤技術研究開発』 事後評価分科会説明資料

議事4 プロジェクトの概要説明(公開)

- I. 事業の位置付け・必要性について
- II. 研究開発マネジメントについて

2009年12月18日

NEDO技術開発機構 新エネルギー技術開発部

目次

I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

III. 研究開発成果について

IV. 実用化の見通しについて

I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

III. 研究開発成果について

IV. 実用化の見通しについて

2/14

I. 事業の位置付け・必要性について — 上位施策の概要 —

事業原簿 P1~2

新エネルギー技術開発プログラム (経済産業省 2005年3月制定)

目的: 新エネルギーは各種メリットが期待できる貴重なエネルギーであるが、現時点では出力の不安定や高コスト等の課題を抱えている。このため当面は補完的エネルギーと位置づけつつ、コスト低減や性能向上等の技術開発等について、産学官関係者が協力して戦略的に取り組むことにより、長期的にはエネルギー源の一翼を担うことを目指した研究開発を実施する。

エネルギーイノベーションプログラム (経済産業省 2008年4月制定)

目的: 資源に乏しい我が国が将来に渡り持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発・導入・普及によって、各国に先んじて次世代のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。エネルギー安全保障の確立や世界全体の温室ガスを2050年までに半減するという長期目標を達成するため以下に政策の柱毎に目的を示す。

1-III 新エネルギー等の開発・導入促進: 太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーはエネルギー源の多様化や地球温暖化対策の観点から重要である。しかし、現時点では経済性や出力安定性といった普及へ向けての課題が存在する。そのため、これらの課題解決に向けた技術開発の推進及び新エネルギーの導入促進のための関連施策の実施により、更なるエネルギーの普及を推進する。

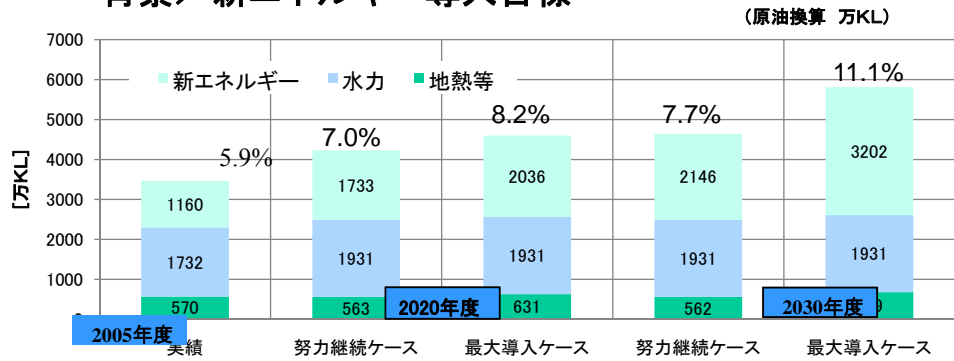
環境安心イノベーションプログラム (経済産業省 2008年4月制定)

目的: 資源制約を克服し、環境と調和した持続的な経済・社会の実現と、安全・安心な国民生活を実現するため、革新的な技術開発や低炭素社会の構築等を通じた地球全体での温室効果ガスの排出削減、廃棄物の発生抑制(リデュース)、(リユース)、(リサイクル)推進による循環型社会の形成、バイオテクノロジーを活用した環境に優しい製造プロセスや循環型産業システムの創造、化学物質のリスクの総合的な評価及びリスクを適切に管理する社会システムの構築を推進する。

3/14

I. 事業の位置付け・必要性について —背景／新エネルギー導入目標—

水力・地熱発電を加えた再生可能エネルギーは、2030年度の最大導入ケースでは、一次エネルギー国内供給の11%を占める。



	2005年度	2020年度		2030年度	
	実績	努力継続ケース	最大導入ケース	努力継続ケース	最大導入ケース
太陽光発電	35	140	350	669	1300
風力発電	44	164	200	243	269
廃棄物発電+バイオマス発電	252	476	393	338	494
バイオマス熱利用	142	290	330	300	423
その他	687	663	763	596	716
合計	1160	1733	2036	2146	3202

(出典: 2008/5月 総合資源エネルギー調査会「長期エネルギー需給見通し」)

I. 事業の位置付け・必要性について —関与の意義—

NEEDSが関与する事業の意義

エネルギー技術開発は長期間を要するとともに大規模投資を伴う一方で将来の不確実性が大きいことから、民間企業が持続的な取組を行うことは必ずしも容易ではない。
このため政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方がこの方向性を共有することで、長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能となる。
(エネルギーイノベーションプログラムより)

太陽光発電システムの大量利用や技術進展のための技術的基礎となる太陽電池の性能、システムとしての発電量評価等の基盤技術の開発、IEA-PVPSやIEC / TC82への参画など国際貢献や標準化に関する戦略的取り組みが必要である。

長期的視野に立った技術開発戦略「太陽光発電ロードマップ (PV2030+)」に沿った技術開発

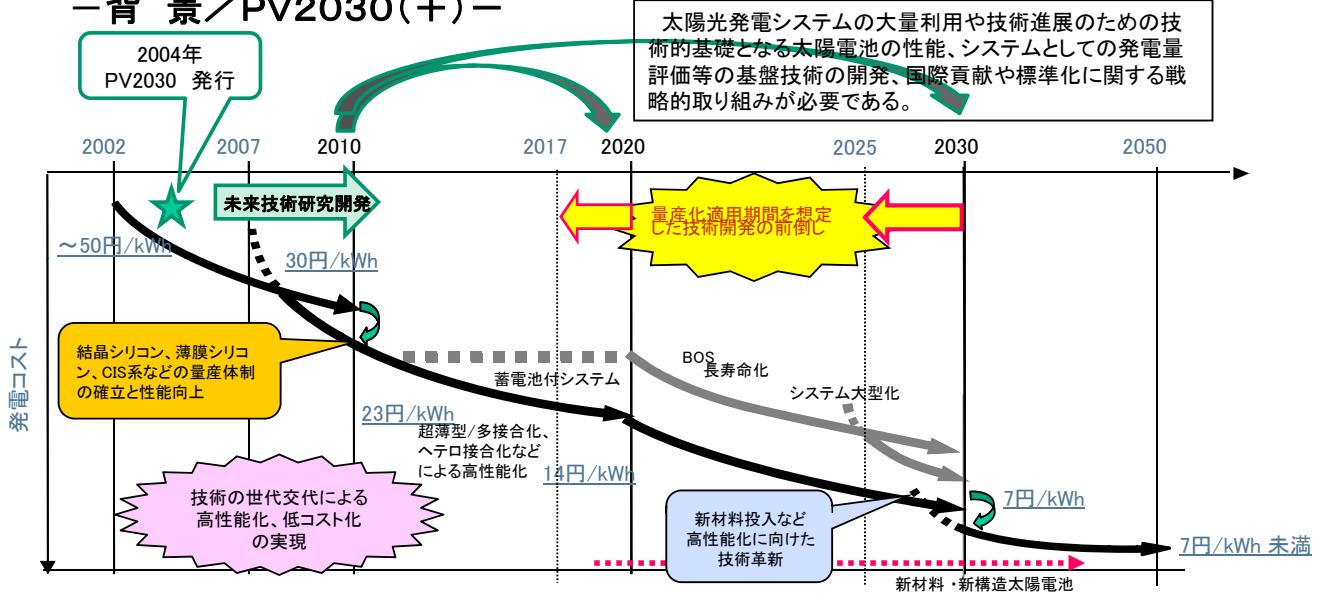
『太陽光発電システム共通基盤技術研究開発』
事業の目標
新型太陽電池(色素増感、有機薄膜、多接合、CIS系、化合物など)の普及を進めるために必要な評価方法、試験方法等を整備する。
また、太陽電池の導入を促進するために、太陽電池の環境負荷を低減することを目的に、必要な技術の開発を行う。さらに、我が国の太陽光発電分野での国際競争力を維持、向上するため諸外国の動向等を把握する。国内外の標準策定に向けた活動を行う。
(基本計画より)

I. 事業の位置付け・必要性について

事業原簿 P3



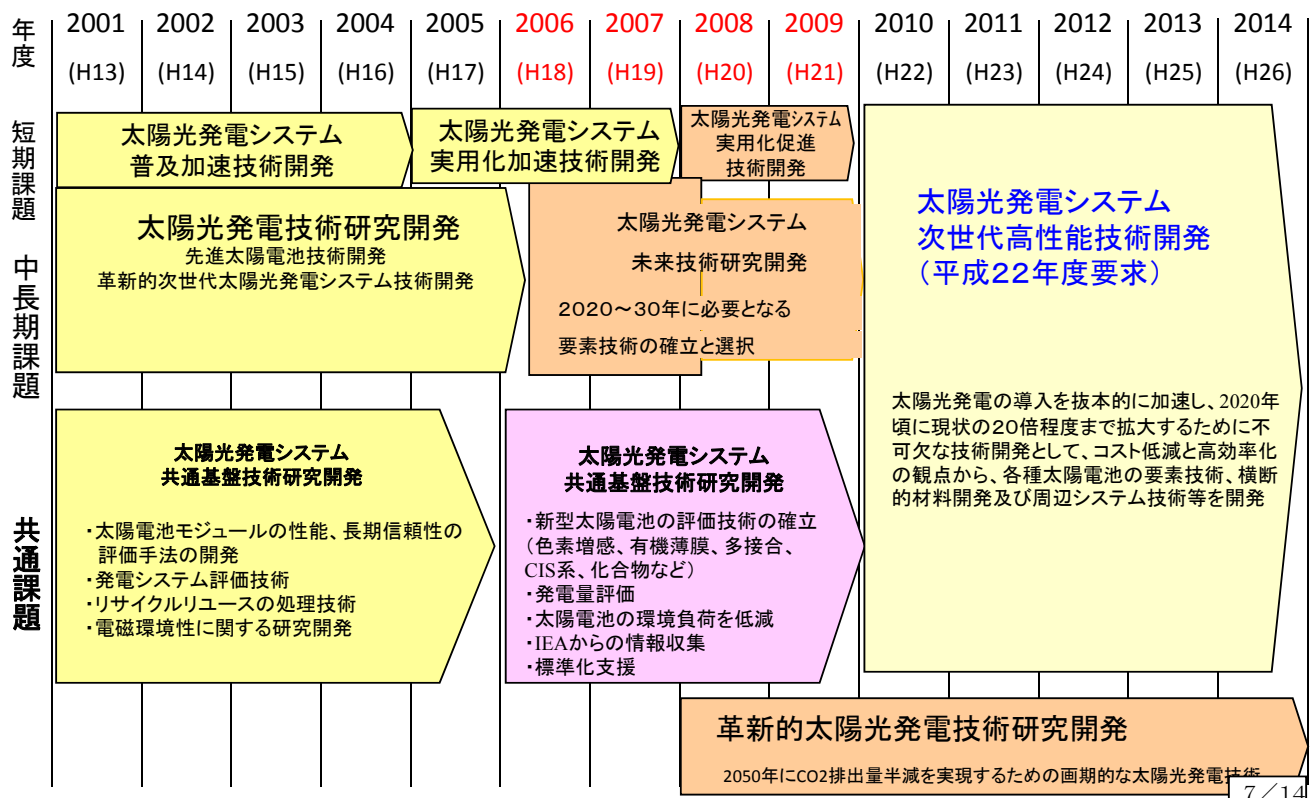
－背景/PV2030(+)－



実現時期(開発完了)	2010年~2020年	2020年(2017年)	2030年(2025年)	2050年
発電コスト	家庭用電力並 23円/kWh程度	業務用電力並 14円/kWh程度	汎用電源並み 7円/kWh程度	汎用電源未滿 7円/kWh未滿
モジュール変換効率 (研究レベル)	実用モジュール16% (研究セル20%)	実用モジュール20% (研究セル25%)	実用モジュール25% (研究セル30%)	超高効率モジュール 40%
国内向生産量(GW/年)	0.5~1	2~3	6~12	25~35
国内向生産量(GW/年)	~1	~3	30~35	~300
市場規模(億円/年) (太陽電池製造価格のみ)	2000億円/年	4500億円/年	2兆3500億円/年	16兆7500億円/年

I. 事業の位置付け・必要性について

－事業の位置づけ－



I. 事業の位置付け・必要性について

— 課題と開発項目 —



事業原簿 P1~2

課題

○新型太陽電池(色素増感、有機薄膜、多接合、CIS系、化合物など)を精緻に評価することが出来ない。
○標準条件での性能評価(W)で対応してきたが、温度や日射量、スペクトル等の異なる環境下での実際の発電量(Wh)を評価する技術がない。
○長期信頼性に関する評価手法が確立されていない。

○OPVの発展に伴い、リサイクル・リユースを念頭に入れたLCA評価が求められている。

○世界最先端の開発動向・市場動向を踏まえて、技術開発を進める必要がある。

○国際競争力を、向上させるために、国内外の標準・規格の策定への先導的に取り組みが必要である。

開発項目

・新型太陽電池の評価技術開発

・発電量評価技術開発

・信頼性評価技術

・LCAの調査

・IEA(国際エネルギー機関)での情報収集等

・標準化支援

8/14

II. 研究開発マネジメントについて



I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

III. 研究開発成果について

IV. 実用化の見通しについて

9/14

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—事業の目標—



事業原簿 P1~3

太陽光発電システム共通基盤技術開発:

地球環境の保全やエネルギーの安定供給の観点から、太陽光発電の普及拡大においては、技術基盤整備が不可欠である。

平成16年6月にNEDOが策定した「2030年に向けた太陽光発電ロードマップ(PV2030)」において、太陽光発電普及促進のための**技術基盤整備事業の必要性**を明記した。

本開発は、太陽電池セル・モジュールの規格化、標準化、環境技術等の基本技術をベースに太陽光発電の点的な展開から面的な展開を図るため、新型太陽電池/システムの性能・発電量などの評価・予測技術、システム制御技術等の基盤的技術の開発および調査と海外情報収集を行い、太陽光発電の円滑な普及拡大を支援する。

太陽光発電システム共通基盤技術開発:【技術開発への取り組み課題】

- イ) 太陽電池やモジュールの**性能、信頼性・安全性、発電量等の評価技術**の開発
- ロ) 太陽電池モジュールの**リサイクル・リユース**のための技術開発
- ハ) 環境評価(**LCA分析**)、設置環境整備・法整備等への技術面でのサポート(技術開発)
- ニ) 太陽光発電システムの利用拡大に向けた必要技術・技術最適化への技術調査・検討
- ホ) 海外市場での基盤整備、システム利用に関する戦略的共同研究開発、研究交流の実施(情報収集、基盤整備への技術支援、影響力確保、人材育成(キーパーソン育成))
- ヘ) 海外での太陽光発電システムの**技術開発動向と利用環境の調査**
- ト) **国際的な規格制定**への技術的な検証
- チ) **国際エネルギー機関の技術開発調査活動**などへの貢献と我が国からの提案活動

ロードマップ(PV2030+)より

10/14

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—開発目標—



事業原簿 P4~5

(i) 新太陽電池評価技術の開発

太陽電池評価技術

- ・新型太陽電池の性能評価技術に関して、NEDO技術開発機構開発品も含めて基礎データを収集、分析、評価し、基本的評価手法を確立する。なお、必要に応じ規格化を図る。
- ・校正技術の再現性(0.5%以内)及び基準モジュールの校正技術を確立する。
- ・大型化する太陽電池モジュールの特性を評価するための大面積化(約2×1.5m程度)に向けた技術要件を抽出・検証し、大面積化の為の技術要件を提示する。

発電量評価技術

- ・日本の気候区における気象データ(スペクトルと傾斜面日射量、その他標準的気象データ等)と実際の太陽光発電システムによる運転性能データ等を取得し、それらの関係を明確化するとともに、標準化に向けたデータベース構築等の基盤整備を図る。
- ・太陽電池モジュール及び太陽光発電システムにおける発電量定格評価に必要な評価技術等を確立する。

信頼性評価技術

- ・太陽電池モジュールや太陽光発電システムの屋外曝露試験を行い、電気的物理的な劣化状況に関するデータを収集、分析、評価等を行うとともに、太陽光発電システムも含めた劣化要因について抽出する。
- ・20~30年の屋外曝露に相当する屋内での寿命評価試験方法等について、モジュール及びシステムとして基本的な評価技術を開発し、規格化に向けた技術要件を整理する。

(ii) PV環境技術の開発

- ・新たな太陽電池にも対応したリサイクル関連技術を確立する。
- ・LCA評価の見直しを行い、廃棄を含めたLCA評価を完了する。
- ・試験・評価条件あるいは技術ガイドライン等を整備する。 → (太陽光発電フィールドテスト事業で実施)

(iii) 標準化支援事業及びIEA国際協力事業等

IEA国際協力事業等

太陽光発電に関する国際的な技術開発状況や諸外国の国家プロジェクト等について、太陽光発電技術に関する学術会議やIEA活動等から調査・分析し、諸外国の動向等を把握する。

上記活動を通して日本の研究開発の進むべき方向性や分析・評価手法等について検討しまとめる。

標準化支援事業

標準化調査研究において、太陽電池の性能評価及び太陽光発電システムに関する国内外の標準策定に向けた活動を行う。

11/14

Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

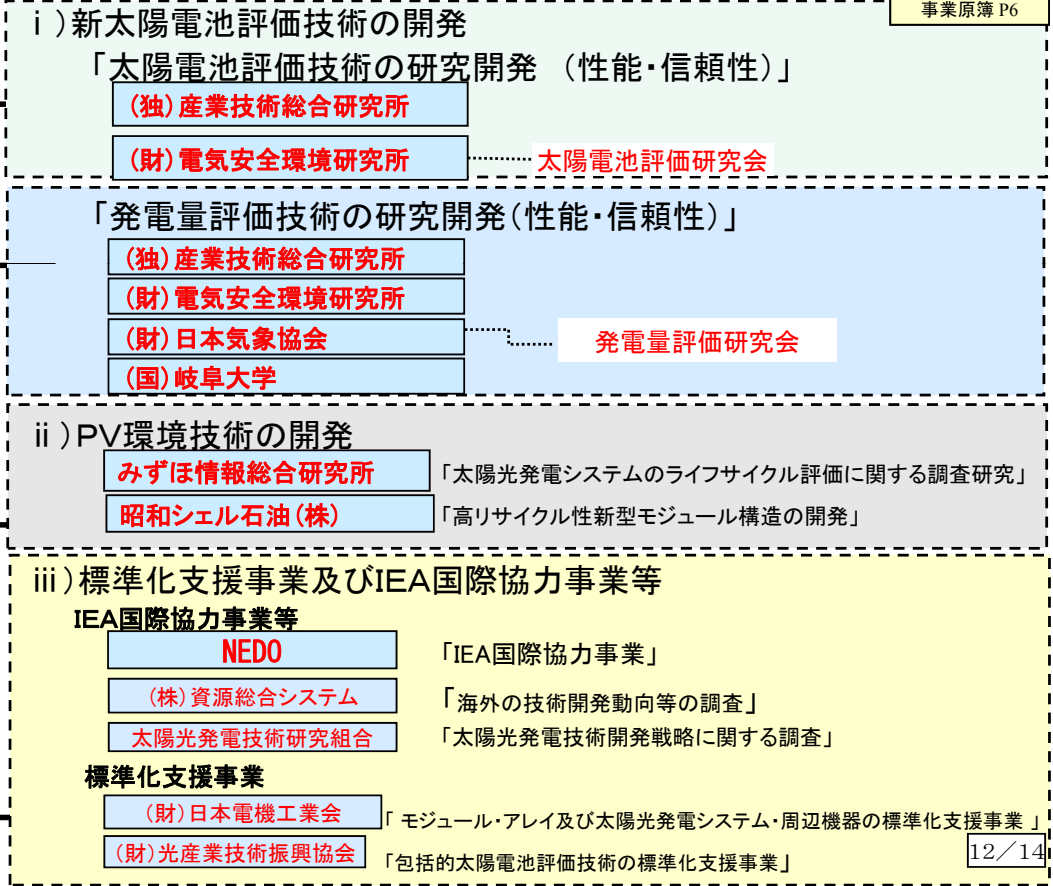
—実施体制—



事業原簿 P6

PL:黒川浩助
東工大
特任教授

N E D O



Ⅱ. 研究開発マネジメントについて

—情勢変化、中間評価への対応—

事業原簿 Piii



数字は開発費用(百万円)

		H18FY	H19FY	H20FY	H21FY	
新太陽電池評価技術の開発	太陽電池評価技術 (性能・信頼性)	・新型太陽電池の評価技術				
		・校正技術の高度化				
		・暴露サイトの設置、評価、屋内試験との比較				
		・屋内信頼性試験の評価技術				
	小計 10.8 億円		463百万円	231	231	151
	発電量評価技術 (性能・信頼性)	・I-V特性換算方式		・アレイ、システム発電量評価		
		・実フィールドサイトの設置		・サイトでの発電量評価検証		
		・日射量観測の整備、観測		・データベースの構築		
		・雲モデルの開発		・日射量推定モデルの開発		
		小計 6.5 億円		280百万円	193	71
PV環境技術の開発 小計 0.5 億円		・リサイクル評価				
		・LCA評価				
		21百万円	26	4	0	
標準化支援事業及びIEA国際協力事業等 小計 4.5億円		・国際標準化支援				
		・IEA国際協力事業				
		・技術動向調査				
		・技術戦略調査				
		159百万円	151	75	61	
		総計 22 億円				

総計
22
億円

13/14

(平成18年度～平成21年度 4年間)

『太陽光発電システム共通基盤技術研究開発』 事後評価分科会説明資料

議事4 プロジェクトの概要説明(公開)

Ⅲ. 研究開発成果について Ⅳ. 実用化の見通しについて

2009年12月18日

NEDO技術開発機構 新エネルギー技術開発部

Ⅲ. 研究開発成果について

I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

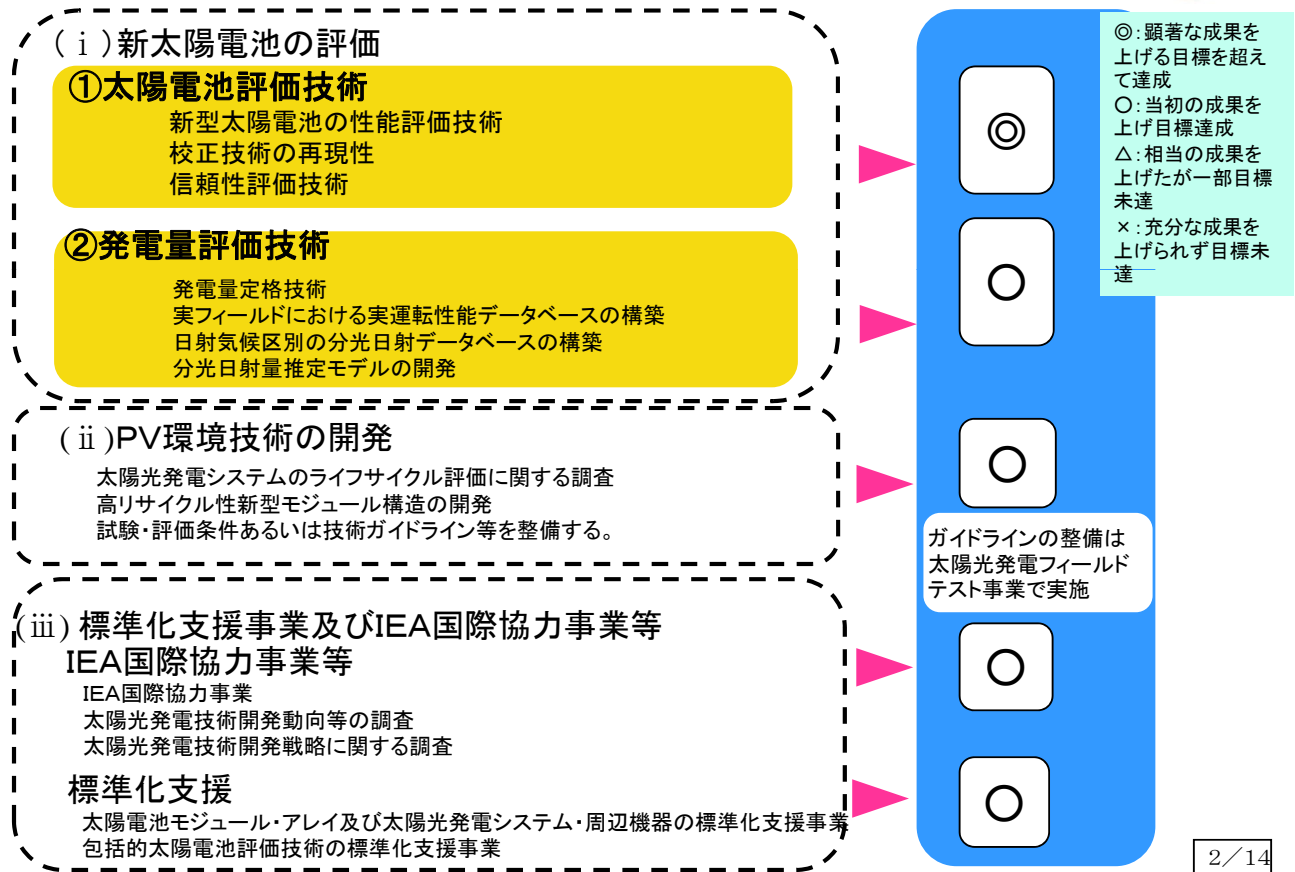
Ⅲ. 研究開発成果について

IV. 実用化の見通しについて

Ⅲ. 研究開発成果

事業原簿 P9～73

達成度



Ⅲ. 研究開発成果

事業原簿 P10



(i) 新太陽電池の評価 ① 太陽電池評価技術

	目標	成果	達成度	今後の課題
1) 新型太陽電池性能評価技術	<ul style="list-style-type: none"> 新型太陽電池(色素増感、有機薄膜、多接合、CIS系、化合物など)の基本的な評価方法を開発 様々な温度照度スペクトルにおける各種モジュールの高精度評価技術開発 	<ul style="list-style-type: none"> 世界をリードする評価技術を開発(分光感度特性測定技術・装置を開発した) 海外の認証機関にも認められた 約10℃～65℃以上まで可変できる冷却・加熱装置を新規開発 JIS規格、IEC規格等に採用 	◎	<ul style="list-style-type: none"> 新たに開発される新型太陽電池評価技術 照射効果等を考慮した性能評価技術 屋外高精度測定技術
2) 校正技術の高度化	<ul style="list-style-type: none"> 校正技術の不確かさ1%以内の校正の実現 大面積化(約2×1.5m程度)モジュール評価に向けた基本的技術要件を抽出・検証し、大面積化の為に技術要件を提示する。 	<ul style="list-style-type: none"> ソーラシミュレータ法の不確かさを1%以内での解析を完了((第三者(NITE)認定済) 大面積モジュール評価技術の完成 基準モジュール屋内校正技術確立: JIS化 	◎	<ul style="list-style-type: none"> 新技術に基づく絶対分光感度法による屋内校正技術の開発 薄膜系単接合での検討、多接合型太陽電池への適用可否検討
3) 信頼性評価技術	<ul style="list-style-type: none"> 太陽電池モジュールや太陽光発電システムの屋外曝露試験を行い、電気的物理的な劣化状況に関するデータを収集、分析、評価等を行うとともに太陽光発電システムも含めた劣化要因について抽出する。 20～30年の屋外曝露に相当する屋内での寿命評価試験方法等について、モジュール並びにシステムとして基本的な評価技術を開発し、規格化に向けた技術要件を整理する。 	<ul style="list-style-type: none"> 曝露試験等の不具合事例を収集・要素技術試験の結果、不具合発生機構類推・劣化要因を抽出 現行市販モジュールにて有効な加速係数を獲得 	○	<ul style="list-style-type: none"> 各種劣化因子を加速試験へつなぐ試験法の開発 特定した劣化要因、新規不具合発生の監視(調査、曝露の継続)

Ⅲ. 研究開発成果

(i) 新太陽電池の評価 ② 発電量評価技術

	目標	成果	達成度	今後の課題
1) 発電量定格技術の研究開発	標準モードに対する発電量計算方式の開発	線形内挿方式を用いた発電量計算方式により、日積算発電量の計算精度が±5%以内を達成(結晶シリコン系)。	○	アレイ、システムへの適用範囲の拡大と標準化
2) 実フィールドにおける実運転性能データベースの構築	PVシステムの実運転性能データベースを構築。	PVシステムの実フィールドにおける運転データを計測・収集。	○	データベース化。アレイ代表温度の測定指針の取りまとめ。
3) 日射気候区別の分光日射データベースの構築	日射特性が異なる5地域において分光日射等の精密観測を実施し、データベースを構築。	2年間以上の分光日射等観測値の収集。	○	分光日射データの補正、欠測や異常データの取り扱い
4) 分光日射強度推定物理モデルの開発	地表面での分光日射強度を推定するモデルを構築	太陽光の直達成分・散乱成分を分離できる分光日射強度推定物理モデルを構築	○	雲微物理改良型局地気象モデルのライダー実測値に基づく精度検証。

4/14

Ⅲ. 研究開発成果

(ii) PV環境技術の開発

太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査 みずほ総研(H18～20)

目的: 太陽光発電のエネルギー・環境面の効果を定量的に評価し、周知させることを目的として、ライフサイクルの評価およびツールの開発を実施する。

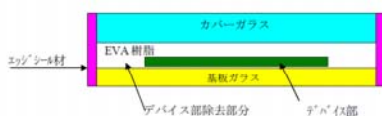
結果:

- インベントリデータ(各プロセスの入出力データ)の収集を行い、住宅用・公共施設等用のそれぞれについて、これまでは行ってこなかった廃棄段階も含めたライフサイクルインベントリデータを算定・分析した。
- 算定結果を普及・啓発するため、一般消費者や研究開発者が製品仕様や一部条件等を変更し算定を行うことのできるMS-EXCELを用いた算定ツールを開発した。

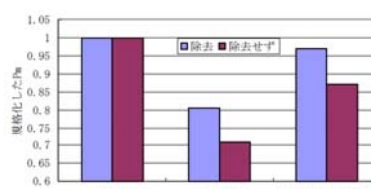
高リサイクル性新型モジュール構造の開発 昭和シェル(H18～19)

目的: リサイクルが簡単でかつ耐久性の高いモジュールを開発する。

結果: 恒温恒湿試験に耐えられ、かつリサイクル容易な構造が提案できた。



新型モジュール構造



恒温恒湿保管試験(85°C 85%RH1000hr)の結果

5/14

Ⅲ. 研究開発成果 (ii) PV環境技術の開発

事業原簿 P8



試験・評価条件あるいは技術ガイドライン等を整備

- ・基本計画で述べられているが、よりガイドラインが必要である「太陽光発電フィールドテスト事業」で整備した。
- ・編集委員に「発電量評価」の実行者参加している。



平成20年3月発行

1	太陽光発電をつげよう！	
2	太陽光発電システムの仕組み	
3-1	太陽光発電システムの設置事例	
3-2	NEDO フィールドテスト事業による太陽光発電システムの設置事例	
4	太陽光発電システムの構成	
5	太陽光発電導入ガイド	
6	太陽光発電のこれから	

太陽光発電フィールドテスト事業に関するガイドライン・基礎編 編集委員会

委員長	大野 二郎 株式会社 日本設計 第3建設設計部 室長
副委員長	清家 剛 東京大学大学院 工学系研究科 准教授・博士(工学)
	西川 省吾 日本大学 理工学部電気工学科 准教授・博士(工学)
委員	大谷 謙仁 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評価・システムチーム
	大関 崇 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評価・システムチーム
	小野塚 龍文 株式会社 日本設計 建設・設備設計部設計グループ・エンジニア
	河本 桂一 みずほ信託銀行株式会社 調査・資産エネルギー部エネルギーチーム 主任研究員
	白石 純一 株式会社 三機工業 代表取締役
	渡辺 高直 日本大学 理工学部建築学科 准教授
	宮崎 淳 株式会社 日本設計 建設設計部シニア・アソシエイト
オブザーバー	独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合機構 新エネルギー技術開発部 太陽・風力グループ 太陽力行

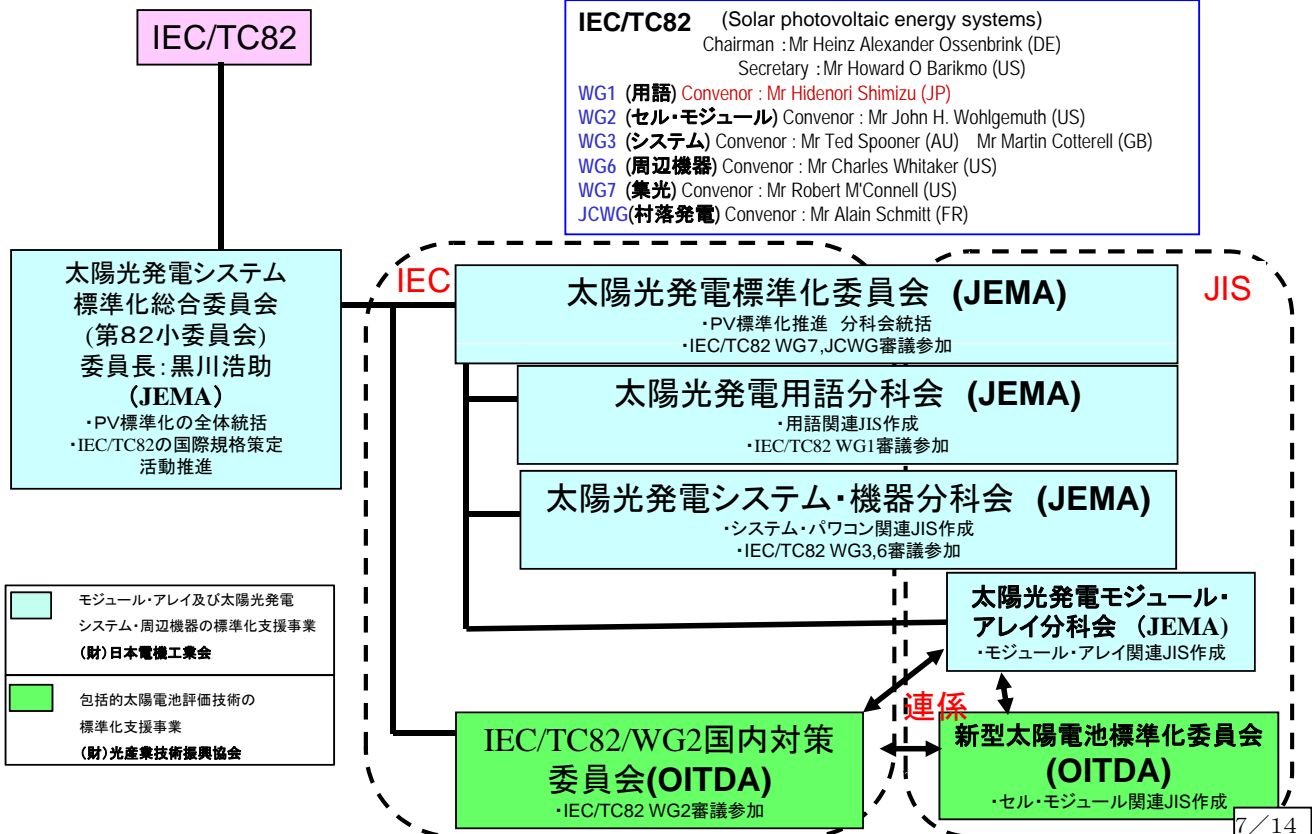
Ⅲ. 研究開発成果 (iii) 標準化支援事業

事業原簿 P68



太陽光発電システム関連の国際標準化体制

IEC:国際電気標準化機関
TC82:太陽光発電システム



Ⅲ. 研究開発成果

事業原簿 P68～72



(iii) 標準化支援事業

個別研究開発項目の目標と達成状況

	目標	成果	達成度	今後の課題
1) 内外の動向調査等	IEC審議状況及び国内研究状況の調査	IECの動向と電中研の研究状況を報告書に記載	○	アーク対策の国内展開
2) 用語に関する標準化の検討	各規格の改訂審議及び整合化 ①IEC規格改訂審議 ②JIS改訂	①IEC61836を2007年に改訂 ②JIS C 8960を2010年に改訂予定	○	日本からIEC61836の次期バージョンへの用語提案 JIS C 8960への新規用語追加
3) システム・機器に関する標準化の検討	各規格の作成 ①太陽電池アレイ出力のオンサイト測定方法 ②パワーコンディショナ単独運転防止試験法 ③パワーコンディショナ安全性(設計)標準 ④太陽光発電システムの電磁両立性	① JIS一次素案作成 ②IEC62116を2007年に発行 JISを2010年に発行予定 ③JIS一次素案作成 ④TSを2010年に発行予定	○	IEC62116へのモータ負荷の国際標準化 ブロッキングダイオードの国際標準化 アーク対策提案
4) モジュール・アレイに関する標準化の検討	各規格の作成 ①モジュール・アレイ安全適格性確認/設計法 ②モジュール・アレイ安全適格性確認/試験法 ③モジュール・アレイ互換性標準	①JIS C 8992-1を2009年に発行予定 ② JIS C 8992-2を2009年に発行予定 ③ JIS二次素案作成	○	JIS C 8955(アレイ支持物設計標準)のアップデート 互換性標準の限度値設定
5) 包括的太陽電池評価技術に関する標準化	①多接合および色素増感の規格 ②CIS系太陽電池の標準仕様書 ③包括化規格 ④形式認証規格の改正 ⑤国際規格(IEC)への提案/採用	① JIS 6件、他1件制定 ② TS 5件提出 ③ JIS 3件提出 ④JISC8990と91改正 ⑥ IEC提案7件	○	IEC規格体系と整合するJIS新規整備

事業原簿 P68-71

8/14

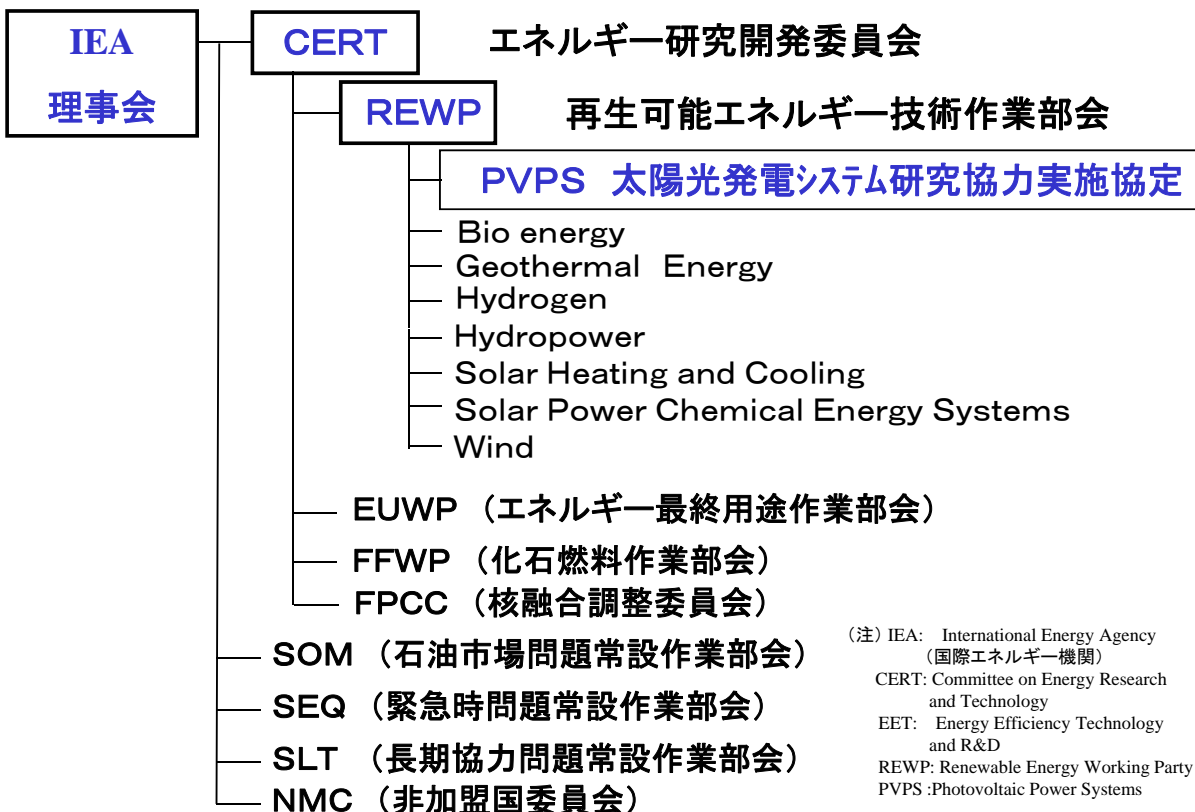
Ⅲ. 研究開発成果

事業原簿 P72



(iii) IEA国際協力事業等

IEA-PVPSの位置づけ



9/14

Ⅲ. 研究開発成果 (iii) IEA国際協力事業等

事業原簿 P72-73



IEA-PVPS実施協定 タスク概要

活動目的: 参加各国が経験・知見を提供しPVの普及に努める
(レポート、出版 ワークショップ開催等)

IEA PVPS 各タスクの概要

タスクNo	タスク名称	現状	タスク目的
タスク1	PVシステムに関する情報交換と普及(広報)	継続	PV産業及びその他の関係者にPVシステムの技術、経済、環境及び社会的な側面に関する情報を提供し、PV市場開拓の参考に資すると同時にPVシステムの普及を図る
タスク2	PVシステムとサブシステムの運転性能、保守及び評価(データベース)	終了:タスク13に移行	PVシステム及びコンポーネントの運転性能に関する情報(データ)を収集、分析、評価して実用的ガイドラインを導き出し、PV産業及びその他の関係者が有効活用できる便を図る
タスク3	独立形及び離島用PVシステムの利用(タスク区のハード版)	終了:タスク11へ移行	独立形及び離島応用におけるPVシステムの技術的品質と費用効果性の改善を図る
タスク8	大規模太陽光発電に関する調査研究(タスクVIの発展的タスク)	フェーズ4延長承認2009年スタート	数MWから数GW以上の容量の砂漠における大規模太陽光発電システムの実現可能性を調査・検証し、将来のVLS-PVの実現に向けた実証研究のための実用的なプロジェクト提案を創り上げる
タスク9	PV技術の普及:発展途上国との協力(タスク3のソフト版) [途上国における太陽光発電サービスに名称変更:承認済]	2009終了予定	IEA/PVPSプログラムと発展途上国、開発銀行、支援機関、OECD等のPV専門家との協力及び情報交換によって、途上国におけるPVシステムの全体的普及を更に促進する。アフリカへのPV普及(水ポンプへの活用提言)
タスク10	都市規模での系統連系PVの応用	2009終了予定	都市環境における系統連系型PVの大規模応用の機会を促進するための技術的・経済的指針やデータベースの作成
タスク11	PVハイブリッド・ミニグリッド	2006開始	ハイブリッド電力システムと、関連するミニグリッドにおける技術的に適切で競争力のある電源としてのPV技術の役割の促進
タスク12	PVに係わる健康、安全、環境(HS&E)	2007年新設	太陽光発電システムの人体・環境への影響、リサイクル

10/14

Ⅲ. 研究開発成果 (iii) IEA国際協力事業等

事業原簿 P72-75



IEA-PVPS実施協定 各タスクのスケジュール

タスク	運営・管理	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
1	資源総合システム(株)																	
2	PVTEC(産総研)																	
3	NEDO																	
8	NEDO(黒川教授、みずほ情報総研)																	
9	JPEA/NEDO																	
10	みずほ情報総研(株)/NEDO																	
11	NEDO																	
12	NEDO 2009年から参加																	

- ・OA: Operating Agent - タスク参加国から選出(執行委員会で承認)
- ・OAの責務: タスク専門家会議の運営(年2回開催が原則)
タスクのワークプランの管理と効率的な運営

11/14

IV. 実用化の見通しについて



I. 事業の位置付け・必要性について

II. 研究開発マネジメントについて

III. 研究開発成果について

IV. 実用化の見通しについて

IV. 実用化の見通しについて

ー 共通基盤技術による周辺基盤整備 ー

事業原簿 P77-80



総評

・太陽電池性能評価技術, 発電量評価技術の開発を推進し, 多くの標準化に結びつけ、認証機関等によるPVの評価方法に使えるようにした。

開発項目と実用化・事業化

開発項目

- ・新型太陽電池の評価技術開発
- ・発電量評価技術開発
- ・信頼性評価技術

・LCAの調査

・IEAでの情報収集等

・標準化支援

成果の見通し

- モジュールの分光感度特性測定技術・装置を開発した。→各種電池の高精度測定が可能になる。
- ソーラシミュレータ法の不確かさを1%以内での解析を完了((第三者認定済)
- 線形内挿方式を用いた年間発電量計算方式を開発した。日射量のデータベースを活用し年間発電量を5%の誤差で推定できた。IEC61853として提案した。
- 屋内加速試験装置による加速試験開発(温度・光照射)ができた。

●GIS,薄膜Si等のLCA調査完了した。

●情報収集ができた。

●評価技術の標準化の推進できた。

残された課題

- 初期性能変化を含めた高精度屋外評価への展開。
- 低コスト新校正技術。
- 日射スペクトルデータベースの整備と発電量計算方式の普及。
- 劣化因子と症状に対応する加速試験の開発と実証。

●次世代PVのLCAの実施

●継続した情報収集の実施

●安全性、発電量定格、長期信頼性等の標準化推進

IV. 実用化の見通しについて

— 成果の対外的な広報活動 —

事業原簿 P15



H21. 9現在

	H18	H19	H20	H21	計
特許出願	2	9	1	0	12件
論文(査読付き)	2	4	8	3	17件
研究発表・講演	13	24	38	16	91件
受賞実績	1	0	0	0	1件
新聞・雑誌等への掲載	2	2	1	0	5件
展示会への出展	2	2	2	2	8件
JIS規格・IEC規格等への貢献	0	7	3	9	19件

(平成18年度～平成21年度 4年間)
『太陽光発電システム共通基盤技術研究開発』
事後評価分科会説明資料

議事5 プロジェクトの詳細説明(公開)

5-1 新太陽電池評価技術の開発
(1)太陽電池評価

2009年12月18日
 NEDO技術開発機構 新エネルギー技術開発部

太陽電池性能評価

3. 研究開発成果について (1) 目標の達成度

公開

(1) 個別研究開発項目の目標と達成状況 事業原簿 P16-29

	目標	成果	達成度	今後の課題
1)	新型太陽電池性能評価技術 ・新型太陽電池の基本的な評価方法を開発 ・様々な温度照度スペクトルにおける各種モジュールの高精度評価技術開発	・世界をリードする評価技術を開発 ・国際的整合性を検証 ・JIS規格、IEC規格等に採用	◎	・新たに開発される新型太陽電池評価技術 ・光照射効果等を考慮した性能評価技術 ・屋外高精度測定技術
2)	校正技術の高度化 ・ソーラシミュレータ法による一次基準セル屋内校正技術の高度化 ・二次基準モジュール屋内校正技術の確立	・ソーラシミュレータ法の不確かさを解析を完了(第三者認定済) ・基準モジュール屋内校正技術確立:JIS化	◎	・新技術に基づく絶対分光感度法による屋内校正技術の開発 ・薄膜系単接合での検討、多接合型太陽電池への適用可否検討
3)	信頼性評価技術 ・寿命評価試験方法の開発と標準化(規格化)のための基礎となる技術開発を推進 ・実環境下で発生しているモジュールの不具合症状を収集分析評価し、劣化要因との関係を解明	・現行市販モジュールにて有効な加速係数が得られた ・暴露試験等の不具合事例を収集・要素技術試験の結果、不具合発生機構類推・劣化要因を抽出	○	・各種劣化因子を加速試験へつなぐ試験法の開発 ・特定した劣化要因、新規不具合発生の監視(調査、暴露の継続)

プロジェクトの目標(目的)

事業原簿 P16-29

1. 新型太陽電池性能評価技術(AIST)

太陽電池評価技術として、従来型の太陽電池はもちろん、新たに開発される新型太陽電池にも対応する基本的な評価方法を開発し、これらの太陽電池の性能を評価可能とする。特に様々な温度・照度・スペクトルにおける各種モジュールの高精度な性能評価技術を開発する。

2. 校正技術高度化(AIST)

- ・ 一次基準太陽電池セルの根幹標準に遡り、不確かさを最小にするトレーサビリティ体系を明確する。必要なハードウェア及び技術の開発により不確かさ1%以内の校正を実現する。
- ・ 二次基準モジュールの校正技術を高度化し、校正値の繰返し再現性0.5%以内を達成する。

3. 信頼性評価技術(AIST/JET)

信頼性評価技術として、寿命評価試験方法の開発と標準化(規格化)のための基礎となる技術開発を推進する。この要素技術として、実環境下で発生しているモジュールの不具合症状を収集・分析評価し、劣化要因との関係を解明する。さらに、太陽電池モジュールの老化・故障時の交換、将来のリユースを視野に入れた互換性について必要なデータを取得する。

2/23

プロジェクトとしての達成状況

事業原簿 P16-29

1. 新型太陽電池性能評価技術(AIST)

(1)各種新型太陽電池性能評価技術:太陽電池モジュールの高精度な評価に必要な、モジュール内要素セルおよびモジュール全体の分光感度特性を測定可能な実用的**モジュール分光感度特性測定技術・装置**を世界で初めて開発した。結晶Si, 薄膜Si, CIGS, 多接合等各種太陽電池モジュールの分光感度特性および出力特性の高精度な評価を可能とした。性能評価の基となるIEC規格の**基準太陽光スペクトル改訂**が、**各種太陽電池の性能表評価に及ぼす影響**を世界に先駆けて定量的に明らかにした。これらの世界をリードする高精度な性能評価技術を開発すると共に国際比較等を通して検証し、初期目標を大幅に達成した。

(2)可変条件性能評価技術:太陽電池モジュール温度を均一に約10℃~65℃以上まで可変できる冷却・加熱装置を新規開発し、**高精度な可変条件性能測定**を可能とした。太陽電池特性の広範囲な**温度照度依存性**を精密に再現できる数式を開発し、JIS規格に採択。IEC規格に採択予定。可変スペクトルソーラシミュレータの基本設計を検証。

3/23

プロジェクトとしての達成状況

事業原簿 P16-29

2. 校正技術高度化(AIST)

(1)一次基準セル校正技術高度化

・AISTにおけるソーラシミュレータ法による**一次基準太陽電池の校正の不確かさ**を解析し、その値が1%以内であることを明らかにした。この値は、**ISO/IEC17025**に対する適合性認定審査でその妥当性が第三者評価されている。以上により、わが国の一次校正が国際最高レベルであることを明らかにして初期の目標を大幅に達成した。

(2)二次基準モジュール校正技術高度化

・結晶シリコン系**二次基準モジュールの屋内校正技術**を世界で初めて確立した。また、二次基準モジュール法の不確かさ解析の一環として、モンテカルロ・シミュレーションによる各種解析を実施した。その成果は、JISC8921「二次基準シリコン結晶系太陽電池モジュール」にも活用され、初期の目標を大幅に達成した。

4/23

プロジェクトとしての達成状況

事業原簿 P16-29

3. 信頼性評価技術(AIST/JET)

(1)モジュールA(多結晶150mm角セル12枚)を用いた複合加速劣化試験の結果、東京における平均積算日射量との比較では、**3SUN90°C条件下で加速係数160**を得た。高温時光照射・温度サイクル試験の結果、デラミネーション発生が見られた。同様の症状が宮古島にて屋外暴露中のモジュールA(2年経過もの)でも多数見られ**症状の再現性を確認**した。

(2)モジュール出力が低下する**劣化症状と因子の関係**として;①光誘起電流(紫外線・モジュール温度との相乗効果)、②直列抵抗(モジュールの温度・温度差の相乗効果)、③並列抵抗(相対湿度の影響)を示唆する結果を得た。

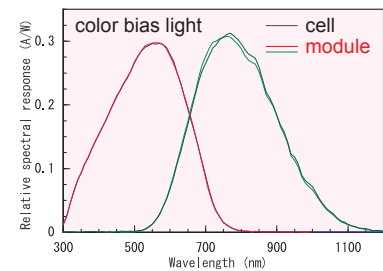
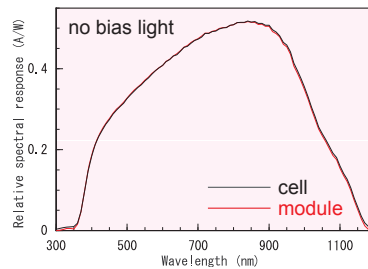
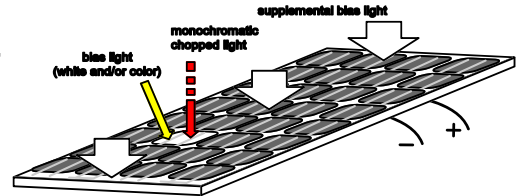
5/23

各種新型太陽電池性能評価技術

モジュール分光感度測定技術

・実用サイズモジュール内の要素セルおよびモジュール全体の分光感度特性を測定可能な、**実用的モジュール分光感度特性測定技術・装置を、世界で初めて開発**

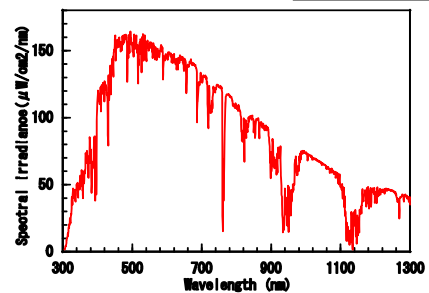
→PVモジュールの高精度測定を可能とした
(認証・生産現場への応用を開く)。



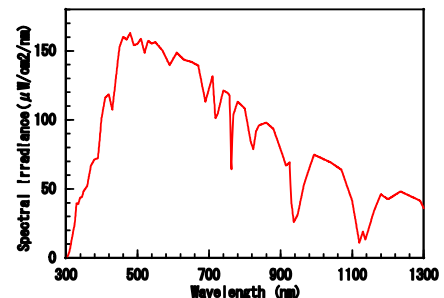
各種新型太陽電池性能評価技術

基準太陽光スペクトル改訂の影響

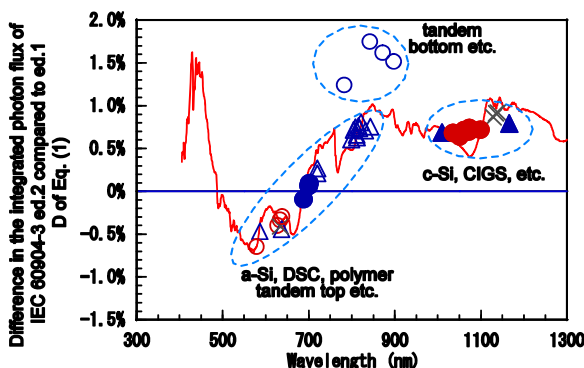
・IEC規格の基準太陽光スペクトル改訂。
→STCでの太陽電池出力が変化する。
・各種太陽電池における変化を定量化。
→簡便で正確な予測を可能とした。



新基準太陽光スペクトル
(IEC60904-3 Ed.2, etc.)



従来のスペクトル
(IEC60904-3 Ed.1, JIS C8910
etc.)



各種新型太陽電池性能評価技術

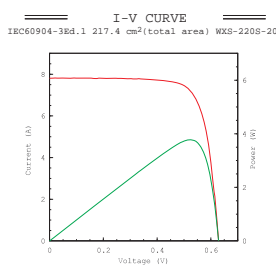
事業原簿 P16-29

新型太陽電池の高精度測定実施

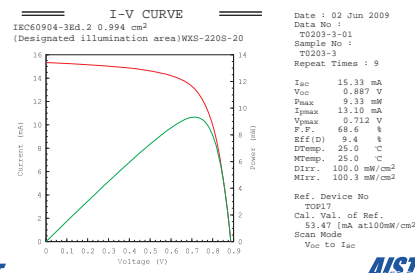
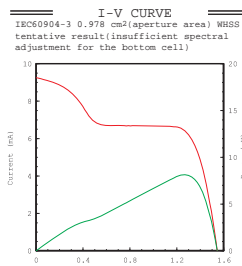
・各社、大学のNEDO開発品等の新型太陽電池測定実施 約200件
→測定技術の普及、世界最高効率等の確認

国際比較測定

・モジュール国際比較測定(H18 NREL主催 日米欧)
・アジア国際モジュール比較測定(H21 AIST主催 日韓タイ台中印)
・有機薄膜評価国際比較, III V 多接合国際比較, (日米欧)等
→評価技術国際的整合化の確認・推進



測定結果例(有機薄膜)



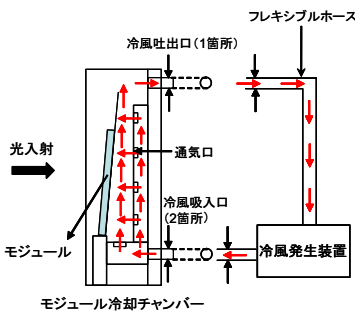
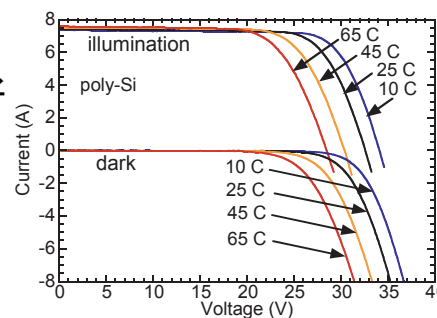
測定結果例(a-Si)

可変条件性能評価技術

事業原簿 P16-29

可変条件性能測定技術

・太陽電池モジュール温度を、±1°C程度の良好な面内温度均一性で約10°C~65°C以上まで可変できる冷却・加熱装置を新規開発し、太陽電池モジュールの高精度な可変条件性能測定を可能とした。



太陽電池モジュール冷却装置概略図



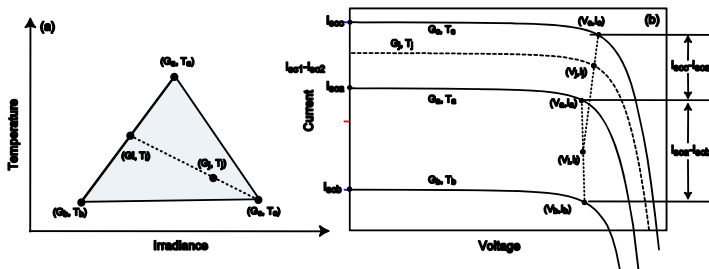
可変条件性能評価技術

事業原簿 P16-29

IV特性の温度・照度補正技術

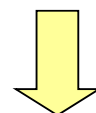
・IV特性の新しい温度・照度補正式を開発→JIS規格, IEC規格に採用
IEC 60891 Ed.2 (FDIS) 実用的な補正計算手順を定式化

$$V_3 = V_1 + a \cdot (V_2 - V_1) \quad I_3 = I_1 + a \cdot (I_2 - I_1)$$



$$\begin{aligned} x_a G_a + x_b G_b + x_c G_c &= G_j \\ x_a T_a + x_b T_b + x_c T_c &= T_j \\ x_a + x_b + x_c &= 1 \end{aligned}$$

温度, 照度の異なる3つのIV特性
→任意の温度照度におけるIV特性
(左記の方程式で係数導出)



今後益々重要となるPVの各種気象条件下における性能評価・性能予測を従来よりも大幅に改善できる技術
→各種気象条件下における発電量評価の重要な基本技術。

一次基準セル屋内校正技術を確立(不確かさ<1%)



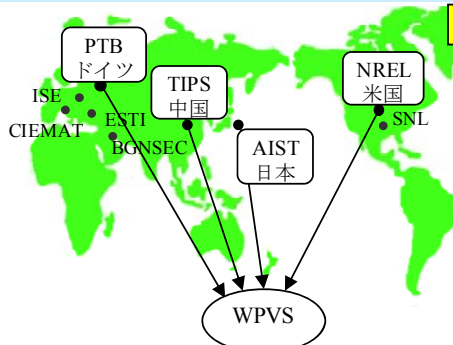
- World's First**
- ・平行度: <±1.2°: 全角 (従来技術では>3°: 全角)
 - ・視野角: 5°
 - ・WRR絶対放射計で放射照度を校正可能
 - ・特願2006-273550
 - ・米国特願12/513301

ISO/IEC17025 Accredited And WPVS qualified Lab.

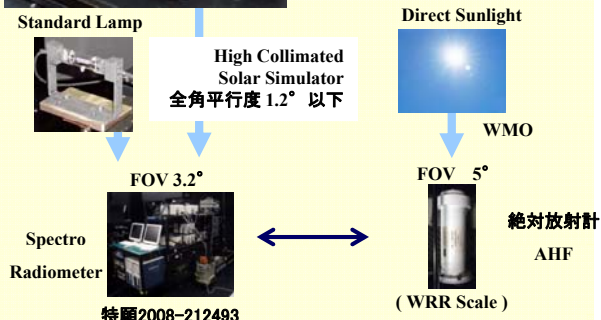


ラボ認定と国際比較校正で国際同等性を先導

事業原簿 P16-29



ラボ認定証 Certificate from NITE



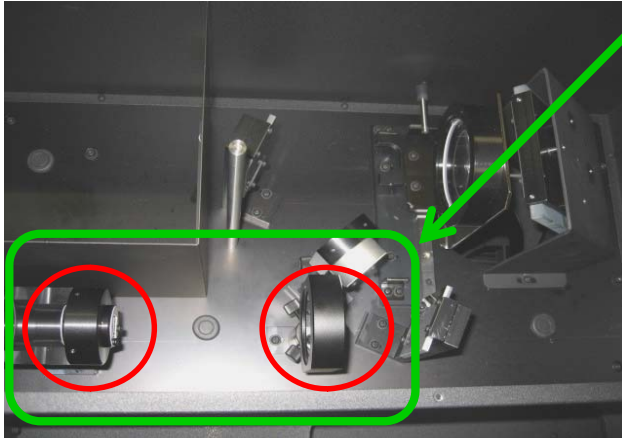
1. WRR による絶対放射照度測定(絶対値)		U95 (%)	評価方法
1.1	WRRとSI放射スケールとの比較	0.08	B
1.2	絶対放射計の再現性 (WMO及びAISTでの測定データ)	0.16	A
1.3	絶対放射計受光面とセルとの面積の違い (放射照度の面分布の影響)	0.10	A+B
1.4	絶対放射計とセルとの測定時間の違い (温度変動の影響)	0.05	A
1.5	受光面の水平度の不確かさ (受光面歪みの影響)	*	
1.6	受光面の高さの不確かさ (光線平行度の影響)	0.13	A+B
1.7	絶対放射計受光面又はセル受光面と光源との多重反射による再入射光量の違いを補正したときの補正率の不確かさ (多重反射の影響)	*	
2. I _{sc} 測定(絶対値)			
2.1	導出校正値を算出する6個の校正値の平均値の実験標準偏差 (分布による)	0.04	A
2.2	電流, 電圧計の不確かさ	*	
2.3	標準抵抗器の不確かさ	*	
2.4	電流, 電圧計の経年変化(校正期間内での経年変化)	*	
2.5	電流, 電圧計の分散能の校正値に対する比率	*	
2.6	標準抵抗器の温度係数及び経年変化の影響	*	
2.7	セル温度の変動のJ _{sc} への寄与分	0.05	A+B
2.8	電圧計の不確かさのJ _{sc} への寄与分	*	
3.3.1	スペクトルミスマッチ補正係数の不確かさ	0.25	A+B
合成不確かさ		0.358	
拡張不確かさ (k=2)		0.72	

ソーラシミュレータ法の不確かさ見積り

校正技術高度化:絶対分光感度法の要素技術開発 ドイツPTB DSR法実現のキーテクノロジー

シングルインテグレート方式
 有効照射面積 20×20mm
 不均一性 ±5%
 単色光強度 20μW/cm²

マルチインテグレート方式
 有効照射面積 60×60mm
 不均一性 ±1%
 単色光強度 40μW/cm²



高強度・高均一単色光照射光源部

※特許出願準備中

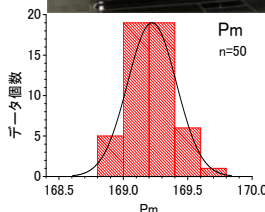
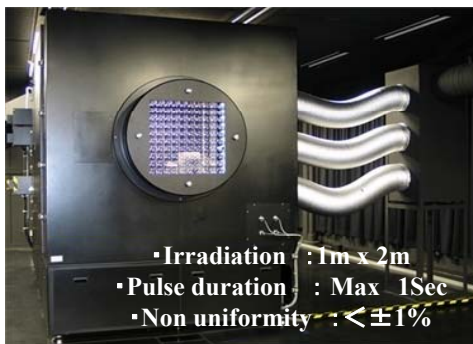
- プローブ光の大幅な高強度化・高均一化
- 照射面積の拡大

- 波長範囲 300nm~1700nm
- 単色光強度 40 μW/cm²
- 単色光照射面積 60×60mm
- 単色光面内不均一性 < ± 1 %
(450,550,750nm実測)

二次基準モジュール用校正技術

応答速度の比較的遅い
IEC60904-2の要求性能は 太陽電池にも適用可能
 ・IEC60904-9 Class A+照度むら ±1%以内

世界最高 ±0.7%を実現



繰り返し測定の不確かさ

0.2% u₉₅(k=2)

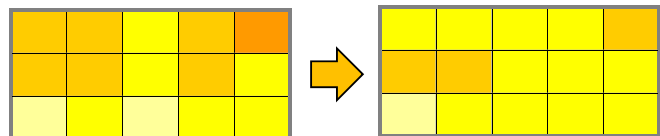
温度制御装置 特願2007-315385



25.6 ~	Orange
25.2 ~	Yellow-Orange
24.8 ~	Yellow
24.4 ~	Light Yellow
24.0 ~	White

←基準温度:25℃

面内温度制御: 25 ±0.5℃
 (JIS/IEC規格:25℃±2℃)

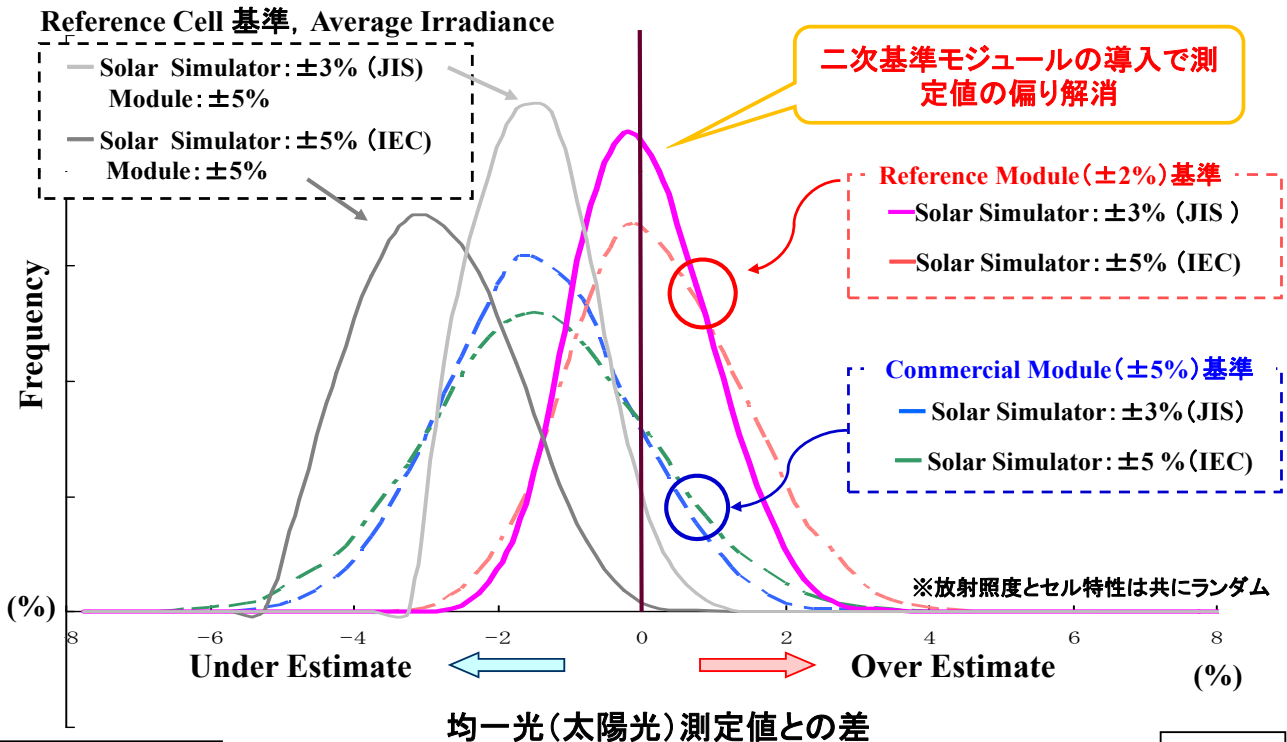


1m×2mモジュール裏面温度分布
 左:装置導入前 2σ:1.0℃
 右:装置導入後 2σ:0.6℃

均一度を40%向上

モンテカルロ法による基準モジュール法の導入効果の解析

既存の管理方法では生産者リスク大でバラツキも大きい



成果普及の例: 基準太陽電池セルの校正サービス(依頼試験)の開始

独立行政法人 産業技術総合研究所(産総研)

産総研ホーム | ニュース | 研究紹介・成果 | 相談・手続き・問合せ

> 組織・研究センター > 太陽光発電研究センター > 提供サービス

太陽光発電研究センター

提供サービス 2009年09月08日更新

基準太陽電池セル校正サービス

太陽電池の性能測定の際の基準となります。一次基準太陽電池セル及び二次基準太陽電池セルの校正サービスを実施いたします。

校正サービスの内容につきましては、[こちら](#) (PDF文書) をご覧ください。

基準セルに求められる要件などの参考事項につきましては、[こちら](#) (PDF文書) をご覧ください。

本サービスは、産総研の依頼試験業務の一環として提供いたします。

- ご相談・お手続き・お問合せにつきましては、[依頼試験・分析・校正のページ](#) を参照下さい。
- 依頼試験の規程や料金につきましては、[こちら](#) の「基準太陽電池セルの校正」の項をご参照下さい。(見積書は発行いたしませんので、ご了承下さい。)

ページの先頭へ

産総研ホーム | ニュース | 研究紹介・成果 | 相談・手続き・問合せ |

ご利用条件 | 個人情報保護 | 関連リンク ©2001-2009 産総研

独立行政法人 産業技術総合研究所(産総研)

産総研ホーム | ニュース | 研究紹介・成果 | 相談・手続き・問合せ

> 組織・研究センター > 太陽光発電研究センター > 提供サービス

太陽光発電研究センター

提供サービス 2009年09月08日更新

基準太陽電池セル校正サービス

Solar cell performance measurement reference. We provide calibration services for primary and secondary reference solar cells.

For details of the calibration service, please refer to [this page](#) (PDF document).

For reference requirements for reference cells, please refer to [this page](#) (PDF document).

This service is provided as part of the AIST's reference testing business.

- For consultation, procedures, and inquiries, please refer to [the page for reference testing, analysis, and calibration](#).
- For the regulations and fees for reference testing, please refer to [this page](#) under the item "Reference Solar Cell Calibration". (We do not issue estimates, so please understand.)

Return to top of page

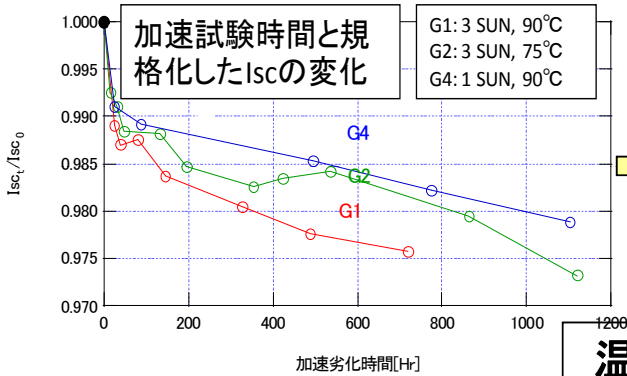
産総研ホーム | ニュース | 研究紹介・成果 | 相談・手続き・問合せ |

Terms of Use | Privacy Policy | Related Links ©2001-2009 AIST

AISTホームページ 2009年9月9日より開始

信頼性評価技術

1)20~30年相当の屋内加速試験の基本技術開発

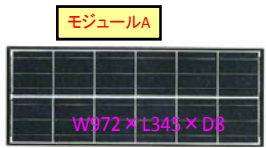


今期目標(マイルストーン):
包括的な寿命評価試験法開発の1つとして、温度・光照射に依存する劣化症状と加速係数を把握する。

温度および照度に関する加速係数を計算

現行市販モジュールにて有効な加速係数(暫定)を確認!

※複合劣化試験装置に設置できる最大サイズが H 1218 mm x W 445 mm であることにより選定



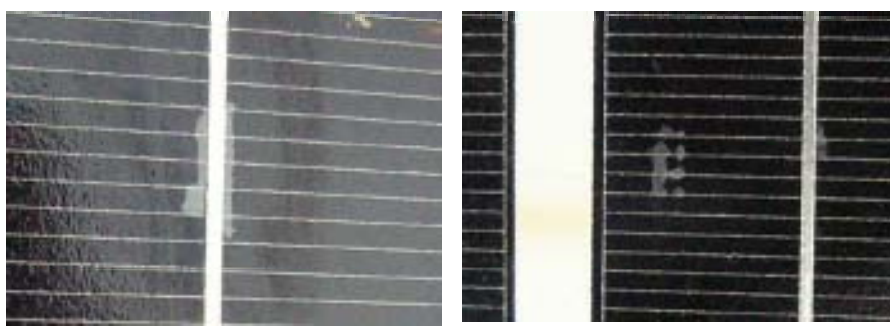
東京における平均積算日射量で計算:
3SUN, 90°C加速試験で
160倍の加速係数に相当

※暫定:加速係数は最終的には屋外暴露データとの照合が必要のため

太陽電池性能評価

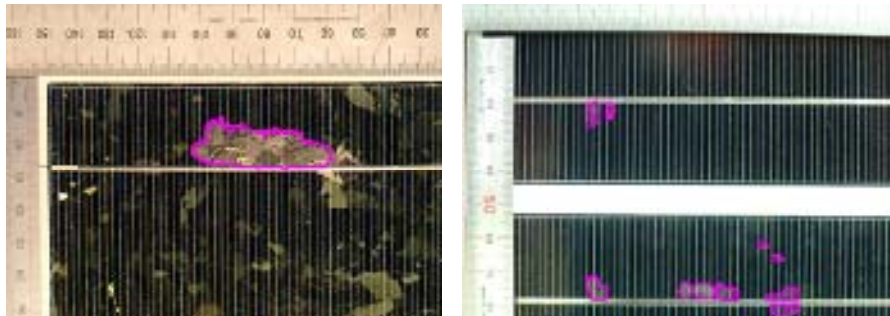
1)20~30年相当の屋内加速試験の基本技術開発

★屋外暴露条件下で発生している症状を屋内加速試験により再現!



宮古島JWTC暴露サイト調査(2007年2月暴露開始, 2008年11月調査実施)

↑ 屋外暴露条件



↓ 屋内加速試験
高温時光照射・温度サイクル試験(3UV・75~ -20°C・1サイクル2時間, 50時間で発生確認)

2)劣化要因抽出



バックシートこげ

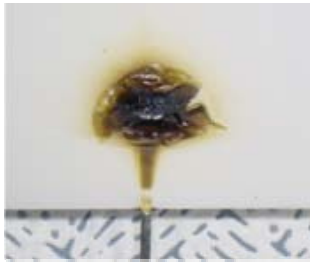


インターコネクタ脇のこげ

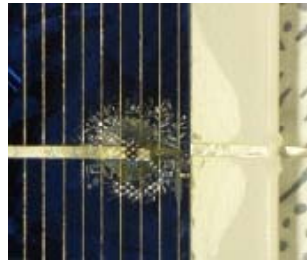
屋外暴露での不具合事例と屋内での逆バイアス破壊試験で類似の症状を確認した。

屋外実運転で観察された不具合事例

逆バイアス破壊試験



バックシートこげ



インターコネクタのこげ, EVAの熔融

上記モードに対する信頼性評価に、逆バイアス電圧印加を取り入れた加速試験が有効であることが明らかになった。

太陽電池性能評価

暴露試験



北見サイト



銚子サイト



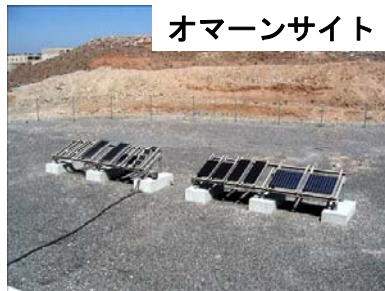
鳥栖サイト



宮古サイト



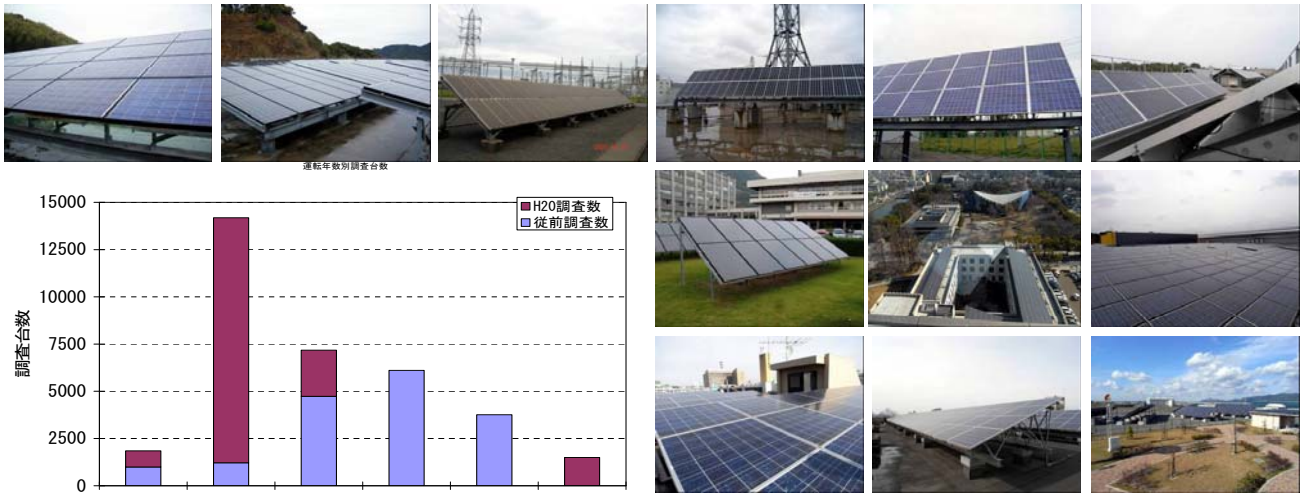
海岸サイト



オマーンサイト

- 気象条件の相違による出力低下等の差を求めた。
- 国内5サイト，海外1サイトで，述べ250モジュールに対し試験を実施。
- 劣化要因としては，紫外線・モジュール温度との相乗効果，モジュールの温度・温度差の相乗効果，相対湿度の効果を主たる結果として得た。

実フィールドにおける劣化事象収集（国内）調査



- 国内調査は、**多種の運転期間**の運転実績を持つモジュールに対し、運転期間相違による外観異常等の劣化事例データ収集を実施した。
- 25サイト、述べ**40,000台のモジュール**を収集。
- バックシートの変色，封止材の褐色化，封止材の剥離現象，モジュール内への水分の浸入，バスバー相互接続部の過熱現象等が主たる劣化事象であった。

(3) 知的財産権, 成果の普及

	H18	H19	H20	H21	計
特許出願	2	4	1		7件
論文(査読付き)	2	3	4	1	10件
研究発表・講演	13	17	22	9	61件
受賞実績	1				1件
新聞・雑誌等への掲載	2	2	1		5件
展示会への出展	2	2	2	2	8件
JIS規格・IEC規格等への貢献		7	3	8	18件
NEDO開発太陽電池等測定	60	70	60	30	220件

※ : 平成21年度10月2日現在

4. 実用化の見通しについて (1) 成果の実用化可能性

事業原簿 P16-29

本研究の実用化は以下のことを指す。

・開発した太陽電池評価技術がJIS規格・IEC規格等の標準に採用されて産業界に使用されること、および評価技術が普及して太陽電池開発・大量導入に貢献すること。

1. 新型太陽電池性能評価技術(AIST)

JIS規格・IEC規格等の標準化に技術的に貢献するために、国内・アジア地域内および欧米との比較測定・技術協力等による評価技術普及と整合性確保が重要である。

2. 校正技術高度化(AIST)

校正の低コスト化手法の開発が課題である。高精度化に適していながら実現できていない絶対分光感度法が次世代校正技術と位置づけられるなか、世界最高級の校正を実現するための要素技術の検討が課題である。

3. 信頼性評価技術(AIST/JET)

現行の規格ではふるい分けができないプレミアム(高信頼性)モジュールの評価・判別ができるようになり、日本製の太陽電池の優位性を海外へアピール可能となる。また、日本国内への設置ユーザーへの補助金への正当な判断基準となる。

4. 実用化の見通しについて (2) 実用化のシナリオ

事業原簿 P16-29

実用化のシナリオ

	2006	2007	2008	2009	2010~2015
新型太陽電池性能評価技術	新型太陽電池の屋内評価技術を開発。標準化。認証で実用				初期性能変化を含めた高精度屋外評価への展開
校正技術の高度化	一次基準セル校正技術高度化				低コスト新校正技術の開発
	二次基準モジュール校正技術高度化				精度向上・薄膜への展開
信頼性評価技術	屋内加速試験装置による加速試験開発(温度・光照射)				各種劣化因子と症状に対応する加速試験の開発と実証
	加速試験手法を評価するための屋外データの継続取得				

(平成18年度～平成21年度 4年間)

『太陽光発電システム共通基盤技術研究開発』 事後評価分科会説明資料

議事5 プロジェクトの詳細説明(公開)

5-1 新太陽電池評価技術の開発 (2)発電量評価

2009年12月18日

NEDO技術開発機構 新エネルギー技術開発部

発電量評価技術の研究開発

3. 研究開発成果について (1) 目標の達成度

公開

(1) 個別研究開発項目の目標と達成状況

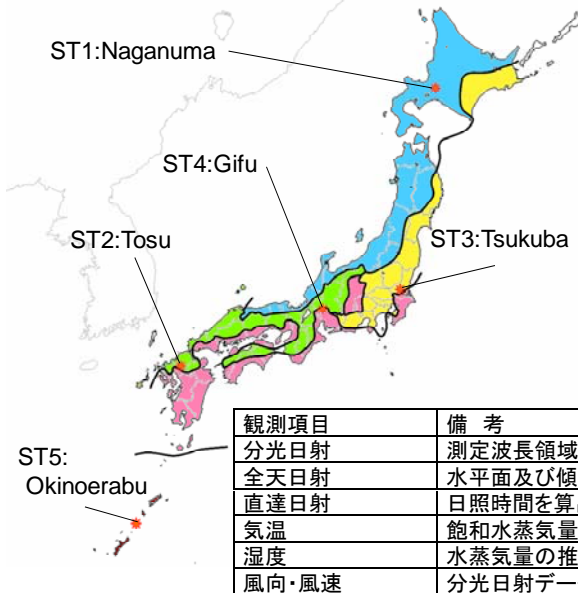
事業原簿P58

	目標	成果	達成度	今後の課題
1) 発電量定格技術の研究開発	標準モードに対する発電量計算方式の開発	線形内挿方式を用いた発電量計算方式により、日積算発電量の計算精度が±5%以内を達成(結晶シリコン系)。	○	アレイ、システムへの適用範囲の拡大と標準化
2) 実フィールドにおける実運転性能データベースの構築	PVシステムの実運転性能データベースを構築。	PVシステムの実フィールドにおける運転データを計測・収集。	○	データベース化。 アレイ代表温度の測定指針の取りまとめ。
3) 日射気候区別の分光日射データベースの構築	日射特性が異なる5地域において分光日射等の精密観測を実施し、データベースを構築。	2年間以上の分光日射等観測値の収集。	○	分光日射データの補正、 欠測や異常データの取り扱い
4) 分光日射強度推定物理モデルの開発	地表面での分光日射強度を推定するモデルを構築	太陽光の直達成分・散乱成分を分離できる分光日射強度推定物理モデルを構築	○	雲微物理改良型局地気象モデルのライダー実測値に基づく精度検証。

分光日射量の全国モニタリング

- 日射状況が異なる5地点において精度の良い日射・分光日射に関する連続観測データを整備し、国内初となる連続的な分光データベースの構築を行った。

観測場所および観測項目の一覧



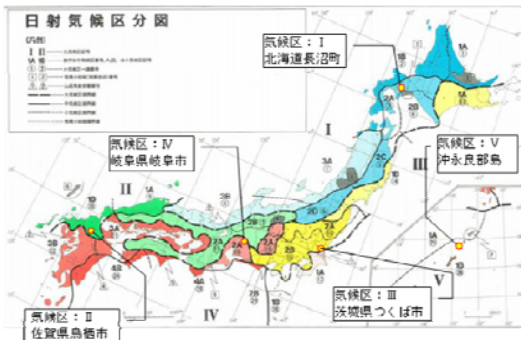
観測ポリシー

(1)	4地点のデータ監視(原則毎日)
(2)	日常点検(日射計の清掃等)
(3)	分光計及び日射計の校正作業(年1回)
(4)	沖永良部地点の台風対策
(5)	長沼(札幌)地点の積雪対策

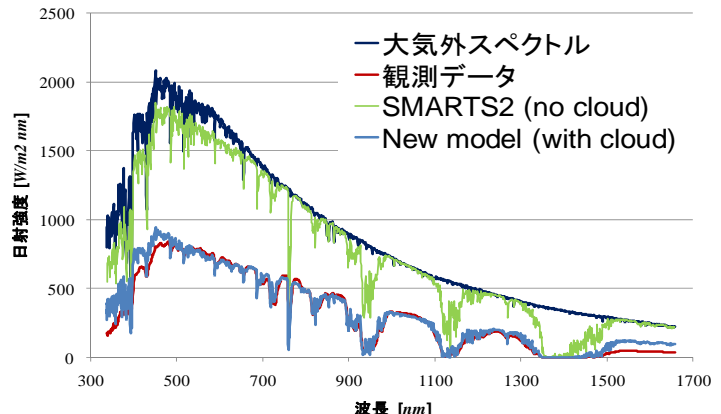
(1)	精度の良い観測データの維持・管理
(2)	膨大な観測データの収集・整理・解析
(3)	分光日射データベースの構築

分光日射量の計算モデルの開発

- IEC60904-3の基準分光日射の計算モデルであるSMART-2(雲無し大気モデル)に雲の効果を追加し、曇天時の分光日射を計算できるように改良した。
- 気候区IV(岐阜)における観測値との検証では、短波長域を除き高い精度での推定計算が可能であった。短波長域の観測値については校正の問題である可能性があるため、現在、校正法をメーカーと並行して見直している。



観測項目	備考
分光日射	測定波長領域(350~1700nm)
全天日射	水平面及び傾斜面
直達日射	日照時間を算出、大気透過率の算定
気温	飽和水蒸気量の算出にも利用
湿度	水蒸気量の推定に利用
風向・風速	分光日射データベースに収録



曇天日における分光日射強度推定精度(2007年8月7日 岐阜)
 SMARTS2 (no cloud)の推定結果(雲は考慮できない)
 New model (with cloud)による推定結果(雲を考慮)

IEC61853 “Energy Rating”規格(草案)の検証

IEC61853草案の気象モードの計算

- 6種類の気象モードは、3つの平均気温の異なる気候区における晴れと曇天の天候パターンに分類できる。**わが国の幅広い気候条件は、全ての気象モードを包含する(屋外測定チャンスがある)。**
- 晴天日において直達成分の比率が高く(散乱比は10%未満)、日射スペクトルはAM1.5基準スペクトルに近い分光分布の日射が定義されている。変更を提案したが受け入れられなかったため、散乱光を遮るカバーの設置等の工夫が屋外測定に必要となる。

結晶・薄膜シリコン形モジュールの屋外測定データにより、草案の計算方式を検証。

- 実モジュールによる内外で初めて(企画提案者を除く)の検証事例。
- 気象モードの温度設定が結晶と薄膜シリコン形モジュールの発電量の差に起因し、日射スペクトルの差は軽微である。

Relative Energy Rating

気象モード	HIHT 砂漠地帯の暑い日	HILT 山岳地の春日	MIHT 薄雲かかる夏の蒸し暑い日	MIMT 秋の曇天日	NICE 沿岸部の爽やかな夏日
多結晶シリコン 2	7.27 h	6.83 h	3.16 h	1.26 h	6.92 h
アモルファスシリコン 15	7.52 h	5.95 h	3.21 h	1.17 h	6.30 h

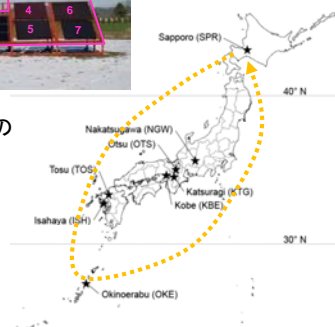
発電量定格検証用データの測定

太陽電池モジュールの屋外測定ラウンドロビン実験の実施

- 第1期では、約1年間で全10地点(5メーカー)のI-Vデータを取得した(合計約200日、I-V 36万点)。平均日射量:約4kWh/m²/日、平均気温:約18°Cの気象条件が結晶と薄膜シリコン系の性能変化の区分点であった。
- 新型モジュール(多接合形、CIS形)による第2期を7地点で実施した。暴露後の初期性能の安定化を室内測定により確認し、**全てのモジュールは100kWh/m²程度の光照射後には安定に達したと見られる。**



ラウンドロビン実験の実施場所および札幌での実験風景



測定モジュール一覧
上段:第1期
下段:第2期

No.	太陽電池種別	製造者	製造年
1	c-Si (ヘテロ接合)	三洋電機	2007/9
2	c-Si (多結晶)	シャープ	2006
3※	c-Si (多結晶)	シャープ	2006
4	a-Si	三菱重工	2006
5	a-Si	カネカ	2005/9
6	c-Si (多結晶)	三菱電機	2007/9

No.	太陽電池種別	製造者	製造年
2	CIS	昭和シェルソーラー	2008
3	CIS	ホンダソルテック	2008/8
4	a-Si	カネカ	2008/10
5	薄膜Si (多接合)	カネカ	2008/10
6	薄膜Si (多接合)	三菱重工	2008
7	薄膜Si (多接合)	シャープ	2008

発電量計算方式の開発

● IEC61853-1"Power Rating"の性能測定の簡略化

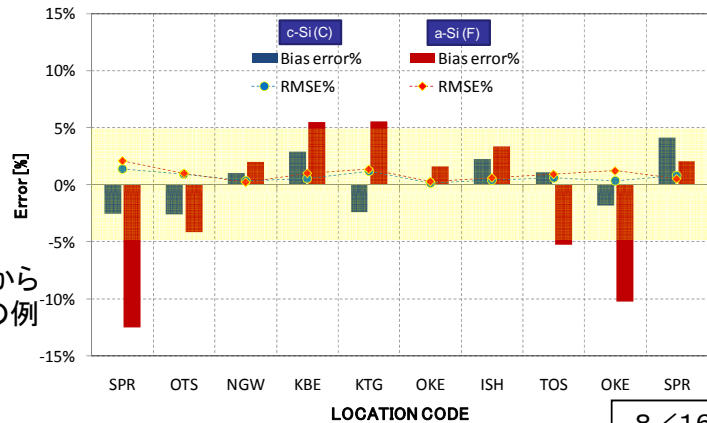
- 線形内挿方式の適用により、IEC61853-1に求められる性能測定を、屋外測定されたI-V測定値の抽出から計算可能。

● 期間発電量の計算

- モジュールの発電量を、屋内または屋外で測定されたI-V特性から、**バイアス誤差が±5%未満(結晶系)、自乗平均誤差が3%未満で推定可能**。ただし、薄膜シリコン系については性能変化に未対応。

ー アレイの発電量も同様。

- 住宅用太陽光発電システムで検証



4条件の室内測定(1Sun-0.2Sun, 25°C-60°C)から晴天日の発電量を推定した結果の例

住宅用太陽光発電システムの全国モニタリング

● 全国47軒の住宅用太陽光発電システムの長期モニタリング

- 前フェーズから引き継いだ住宅サイト30軒については、計測システムを刷新し、**延べ10年間以上の長期計測と保守履歴**を維持。目立った性能変化は見られないものの、一部システムに部品交換有り(この5年間でモジュール交換2件、インバータ修理2件)。
- 一部の住宅サイト(5軒)については、性能分析に必要なモジュール裏面温度のアレイ面内分布を追加測定。アレイ端部の温度が風向に依存し、**中央部と端部の温度差は±5°C以内**。年間発電量におよぼす影響は軽微。
- 一部の住宅サイト(5軒)については、アレイのI-V測定を実施し、発電量計算法の検証に用いた。
- 長期測定から得られた最頻モードは、全国ほぼ共通に初夏の晴天日。

● 国際協力 IEA PVPS Task2への分析データ提供

- 住宅サイト22軒の運転性能データおよび分析結果を継続して提供。
- 保守履歴の情報も提供し、長期信頼性の分析に利用された。IEA PVPS IEA-PVPS T2-06:2007: Cost and Performance Trends in Grid-connected PV Systems and Case studiesなど。**保守履歴(Failure over time)については唯一の情報源**となった。

3. 研究開発成果について (1) 目標の達成度

公開

	目標	成果	達成度	今後の課題
1) 太陽電池モジュールのI-V特性換算方式(発電出力定格技術)の開発	複数地域における分光日射量実測データとラウンドロビン計測によって得られる太陽電池モジュールのI-V特性値を分析し、標準条件におけるI-V特性値の換算方式を開発。	太陽電池モジュール12種を延べ13ヶ所において測定し、分光日射補正を含むSTCへの換算法を開発した。	○	標準化作業のための基礎的データとしてラウンドロビン測定データの取りまとめ。
2) 発電量定格のモードと計算法(発電量定格技術)の開発	あるモードにおける発電量の計算方式の開発。	線形内挿方式を用いた発電量計算方式を開発し、目標精度(±5%)に達した。	○	国内標準化と、新型太陽電池の事前調整法の反映
3) 太陽電池アレイの発電量定格方式の開発	2)の方式をアレイに適用可能とする	アレイにおいても線形内挿方式の適用が有効であることを確認した	△	アレイの温度分布を考慮した高精度化
4) 太陽光発電システムの年間発電量等の算出	2)の方式を太陽光発電システムの年間発電量の算出に適用可能とする	METPV(特別日射量データ)をモードとして年間発電量の算出を可能とした。	○	

10 / 16

3. 研究開発成果について (1) 目標の達成度

公開

事業原簿P35-42

	目標	成果	達成度	今後の課題
1) 実運転性能データベースの構築	全国47サイト中30サイトの計測システムを刷新(システムA=25、モジュール多点計測機能追加システムB=5)し、実運転性能データベースを構築する。	計測システム30サイト導入し、全国47サイトにおけるPVシステムの実運転データを計測・収集し、実運転性能データベースを構築した。	○	今後普及が期待されるCIS系太陽電池等の新技術が導入された計測サイトを新たに増設する必要がある。
2) 発電量評価技術の検証方式の開発	発電量推定モデルによって算出された推定値と実測値(実運転性能データベース)の比較から、その推定精度を検証する。	当該推定に必要な検証対象サイトでのPVアレI-V特性を実測し、発電量推定モデルによって算出された推定値の推定精度を検証した。	○	新技術に対応した様々な種類の太陽電池についても検証する必要がある。
3) モジュール温度測定方法の妥当性の検証	実フィールドにおけるアレイの温度分布を把握する。	アレイの温度分布の時系列変化、バラツキ等を把握した。	○	各種設置形態における風向・風速の影響の明確化

11 / 16

3. 研究開発成果について (1) 目標の達成度

事業原簿P42-48

項目	目標	成果	達成度	今後の課題
(1)精密観測の実施	日射特性が異なる5地域において分光日射等の精密観測を実施する。	日常的なデータ監視、定期的な点検作業等により、精度の良い観測データの収集ができた。	○	分光日射データの補正が必要である。
(2)分光日射データベースの構築	観測データをもとに分光日射データベースを構築する	データの整備状況が良好である。	○	分光日射データの補正、欠測や異常データの取り扱いを検討する必要がある。
(3)分光日射量推定モデルの開発	水平面全天日射量から分光日射量を推定する統計モデルの開発を行う。	気象条件の違いによる事例解析により、統計モデル構築への方針を決定した。	△	分光データの出力値の補正が必要であるため、モデル開発が遅れている。

12 / 16

3. 研究開発成果について (1) 目標の達成度

事業原簿P48-58

	目標	成果	達成度	今後の課題
1) ライダー・全天カメラによる大気状態計測	白色光ライダーおよび全天カメラを導入し、大気中の雲水粒子分布や雲分布を定量的に把握する。	全天カメラにより日射量変化に重要な雲分布・移動特性を把握、さらにカメラ画像と分光日射特性との関係を導いた。白色光レーダを導入できなかったため、大気中の雲水粒子分布の把握には至らなかった。	△	下記数値モデルの検証のために、白色光ライダーあるいは他の方法を用いて、大気中の雲水粒子分布等の計測が必要。
2) 雲微物理改良型局地気象モデルの構築	従来の局地気象モデルに雲微物理過程を改良することにより、大気中の雲水粒子・氷晶の粒径分布等を詳細に再現しうるモデルを構築する。	目標のモデルを構築し、大気中の雲水粒子・氷晶の粒径分布、鉛直高度分布などを再現することができた。	○	1)で述べた白色光ライダーなどによる、実大気中での雲水粒子・氷晶の計測結果を用いた、本モデルの精度検証が必要。
3) 日射強度推定物理モデルの構築	大気中の雲水粒子・氷晶の粒径分布などから地表面での分光日射強度を推定しうるモデルを構築する。	雲やオゾンなどによる太陽光の吸収・散乱を考慮した、現実大気を対象として太陽光の直達成分・散乱成分を分離できる分光日射強度推定物理モデルを構築した。	○	特に、太陽光散乱成分の推定精度を向上させることが必要。いくつかの物理過程を経験則に置き換えて、より簡便なモデルを構築する必要がある。

13 / 16

(3) 知的財産権、成果の普及

	H18	H19	H20	H21	計
特許出願	0	0	0	0	0件
論文(査読付き)	0	1	4	2	7件
研究発表・講演	0	4	16	7	27件
受賞実績	0	0	0	0	0件
新聞・雑誌等への掲載	0	1	0	0	1件
展示会への出展	1	2	6	0	9件
JIS規格・IEC規格への貢献				1	1件

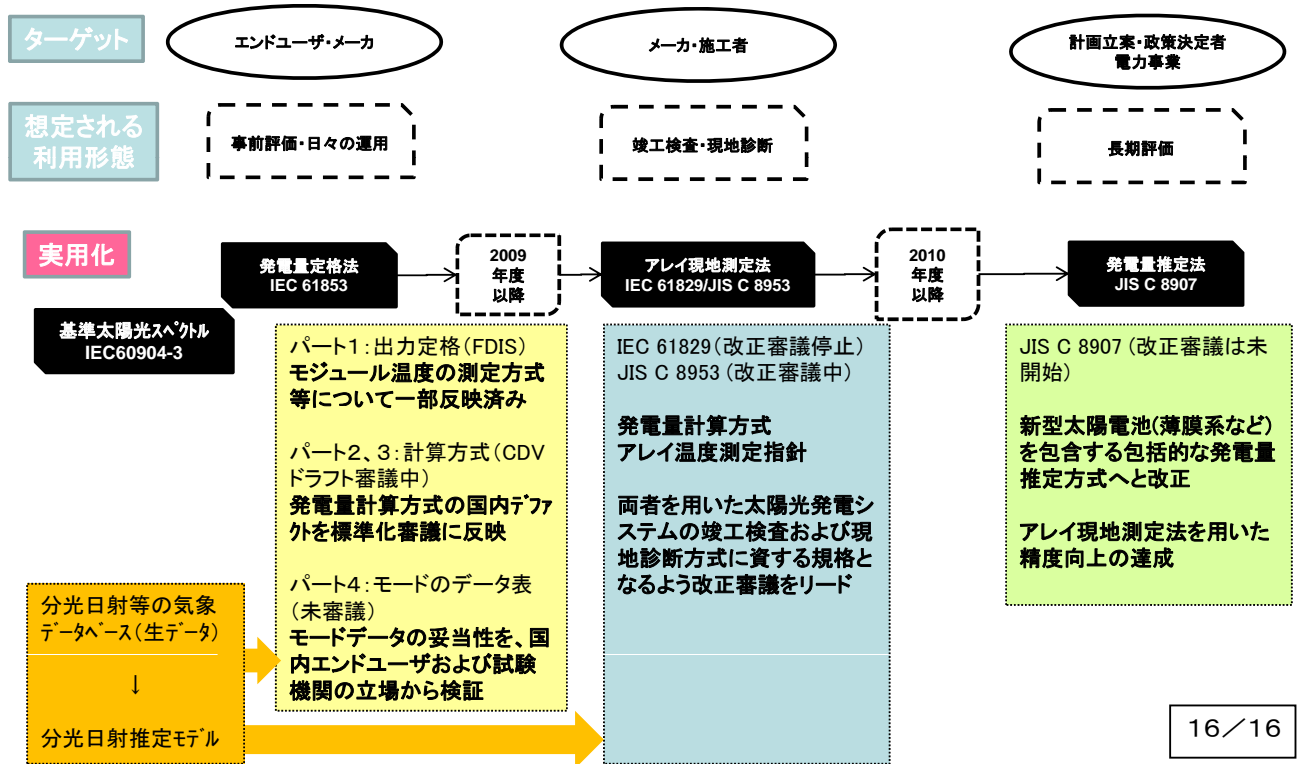
※ : 平成21年度9月29日現在予定も含む

プロジェクトが考える実用化のイメージ

- 発電量計算方式は、IEC61853における発電量計算を実用化する方式として取りまとめ、ラウンドロビン実験データと共に計算プログラムを配布し、国内でのデファクトとする。
- 発電量計算方式は、モジュール温度測定方法の妥当性の検証で得られた成果と共に、JIS C 8953「結晶シリコン系太陽電池アレイ出力のオンサイト測定方法」の改訂に供する。住宅用太陽光発電システムの場合、オンサイトでアレイの中心付近を測定することが困難なケースが多々あるため、測定可能な箇所で代替測定できる方法を検討し、オンサイトでのモジュール温度測定方法(指針)としてまとめる。
- 分光日射等の気象データベースは、IEC61853-4(未審議)においてわが国からの標準データとして供与し、国際標準の発電量定格モードの策定に貢献する。
- 発電量計算方式と気象データベースは、住宅用太陽光発電システムの竣工時検査として、年間発電量等の期間発電量を推定するのに用いる。
- 分光日射量推定モデルと雲微物理改良型局地気象モデルは、わが国の分光日射の特性を表現するモデルとして用い、分光日射が付随しない大多数の日射観測データに分光日射情報を付加する推定方式とする。

プロジェクトが考える実用化のイメージ

事業原簿P30-58



(平成18年度～平成21年度 4年間)
『太陽光発電システム共通基盤技術研究開発』
事後評価分科会説明資料

議事5 プロジェクトの詳細説明(公開)

5-2 PV環境技術の開発

2009年12月18日
NEDO技術開発機構 新エネルギー技術開発部

PV環境技術の開発

3. 研究開発成果について (2)成果の意義

「太陽光発電システム共通基盤技術
研究開発」(事後評価)分科会
資料7-3

公開

PV環境技術の開発

太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究

事業原簿 P59-66

【調査目的】

→ 太陽光発電システムへの社会的要請をより高め、今後大量普及を実現するためには、太陽光発電の利点であるエネルギー・環境面の効果を定量的に評価し、周知させることを目的にライフサイクルの評価およびツールの開発を実施した。

【調査成果】

- 最近の知見を用いた条件に基づき、インベントリデータ(各プロセスの入出力データ)の収集を行い、住宅用・公共産業等用のそれぞれについて、これまでには行ってこなかった廃棄段階も含めたライフサイクルインベントリデータを算定・分析(図1)
- 算定結果を普及・啓発するため、一般消費者や研究開発者が製品仕様や一部条件などを変更し算定を行うことのできるMS-EXCELを用いた算定ツールを開発した(図2)

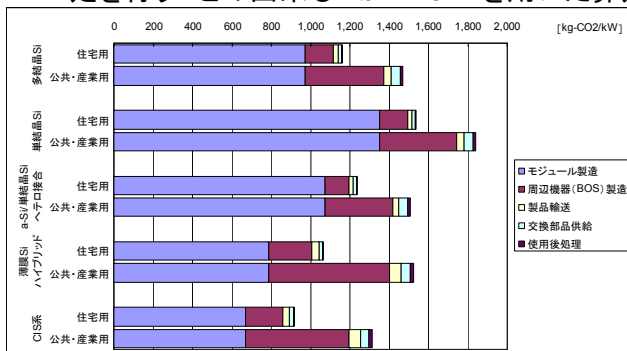


図1 データ算定結果



図2 ツール画面

【評価対象】

- 本評価では、国内ですでに商業化されている太陽電池を対象としている。
- 市場は**多結晶Si**、**単結晶Si**、**アモルファスSi**／**単結晶Siヘテロ接合**の結晶Si系3種類で大半を占有している。
- アモルファスSiは結晶Si系と比べ発電効率が低く、市場のシェアは小さいが、現在では微結晶Siと組み合わせて効率を高めた**薄膜Siハイブリッド**と呼ばれる種類が市場投入されている。
- Si系以外の新たな薄膜太陽電池として化合物半導体を用いる**CIS系**太陽電池が注目され、市場投入が始まっている。

2/15

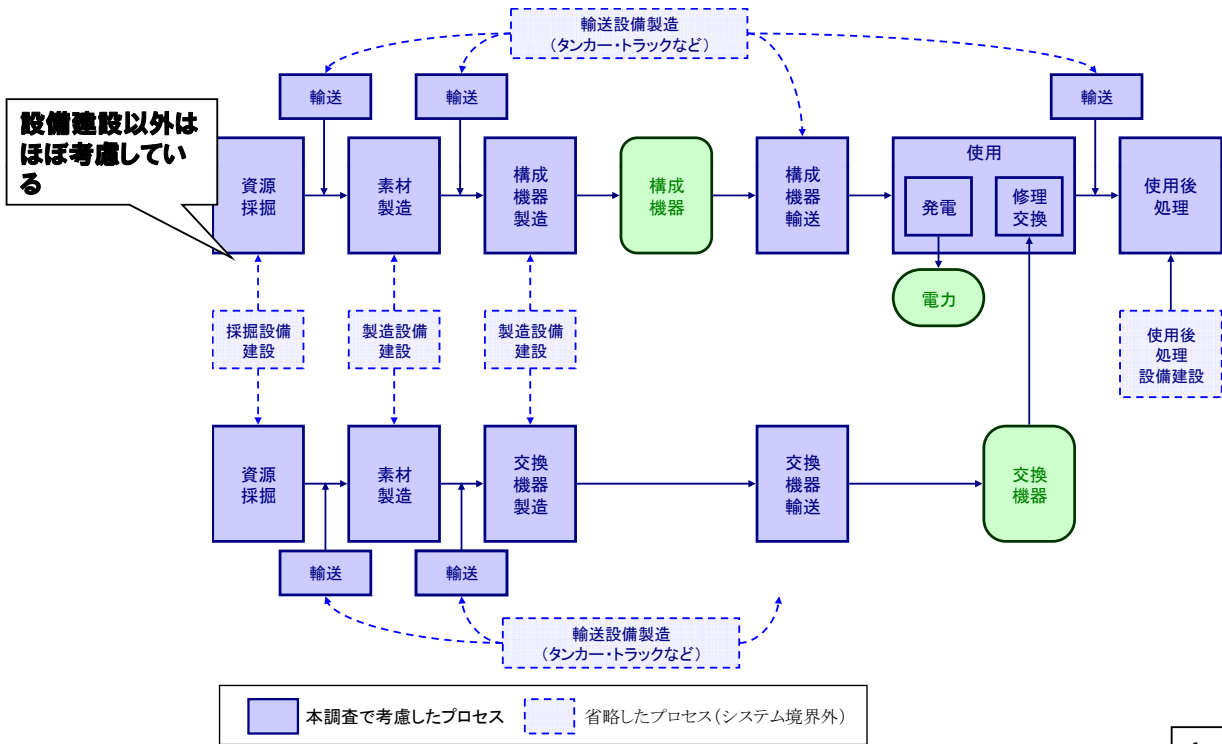
【評価対象の仕様】

- 下記の5種類の太陽電池セルに対し、下記の条件で仕様を設定して行った。住宅用は4kW、公共産業等用は10kWクラスのシステムを想定した。
- システム機器の範囲：モジュール、架台、パワーコンディショナ、配線材料、接続箱、公共産業等用の基礎コンクリート
- 太陽光発電の年間発電量：全国日射関連データベースと過去の実績に基づくシステム出力係数から、住宅用:990kWh/kW/年、公共産業等用:1,060 kWh/kW/年(いずれも傾斜角は南向き20度)
- システムの耐用年数:20年(パワーコンディショナのみ10年)とし、20年間のライフサイクルで評価

太陽電池種類	モジュール効率(%)	モジュール出力(W/枚)	住宅用		公共産業等用	
			モジュール枚数	システム出力(kW)	モジュール枚数	システム出力(kW)
多結晶Si	13.9	186	21	3.90	54	10.03
単結晶Si	14.3	165	24	3.96	60	9.90
アモルファスSi／結晶Siヘテロ接合	16.6	195	20	3.89	51	9.92
薄膜Siハイブリッド	8.6	37.5	108	4.06	270	10.14
CIS系	10.1	80	48	3.84	126	10.08

3/15

【システム境界(評価範囲)】



【データ作成方法】

- **【モジュール製造】**:モジュール製造フローについて各太陽電池メーカーに確認し、その製造フローにおける入出力データを太陽電池メーカーより提供いただいて作成(一部は弊社で推計し、メーカーに確認)。
- **【パワーコンディショナ・接続箱】**:メーカーより素材構成及び製造時のエネルギー消費量のデータを提供いただき、このデータから算定
- **【その他部材】**:要求される寸法などから重量を推計し、文献より材料を想定して算定

＜本評価は、太陽電池メーカー数社と有識者による委員会を構成して実施した。(3年間で8回開催)＞

【輸送段階の評価条件】

- 太陽電池モジュール、パワーコンディショナ、架台などの各部材は個別に設置場所に輸送される。
- 海外への輸送(輸出入)は考慮していない。
- 実際の輸送は、供給場所(工場・倉庫など)から設置場所まで様々な輸送の内容があり、一通りには決められない。そのため、輸送条件は、全ての部材について、一律に設定した。

【輸送条件】

輸送手段:4tトラック

輸送距離:片道500km(東京～大阪間を想定)

輸送重量:各部材重量

積載率 :100%(各部材の寸法と重量から設定)

6/15

【使用段階の評価条件】

- 発電電力量

太陽光発電システムの年間発電量

= 太陽電池年間日射量[kWh/m²/年] × システム出力係数(発電量と送電量の間ロスを考慮) × 太陽光発電システムの出力[kW]

年間日射量:1,342kWh/m²/年(日本の880地点の平均)

システム出力係数:住宅用0.74、公共産業等用0.79(これまでの実績にもとづく数値)

→ 住宅では1kWの太陽電池で年間990kWh発電

7/15

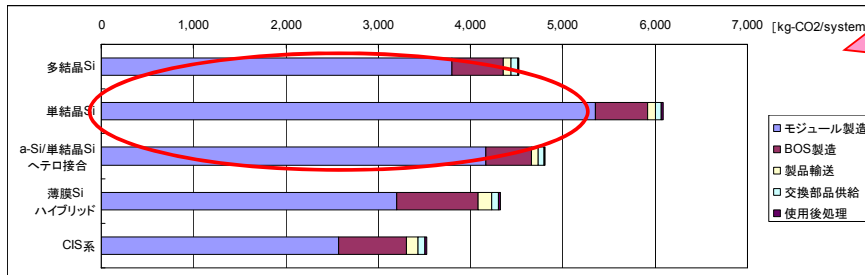
【廃棄・リサイクル段階の評価条件】

- ・ 廃棄段階は、現状の金属や樹脂などの各材料のリサイクル率をもとに、処理フローと再生と最終処分の割合を想定して計算を行った。
- ・ モジュールについては、現状のケース(「**基本ケース**」)のほか、開発途上の技術が実用化され、太陽電池モジュール中の再利用可能な有価物を可能な限り回収し、リサイクルする「**リサイクル促進ケース**」を想定した。

普及した商品の廃棄が生じる将来(2030年頃?)を見据えた条件を設定
(NEDOにおける技術開発内容をベースに検討した)

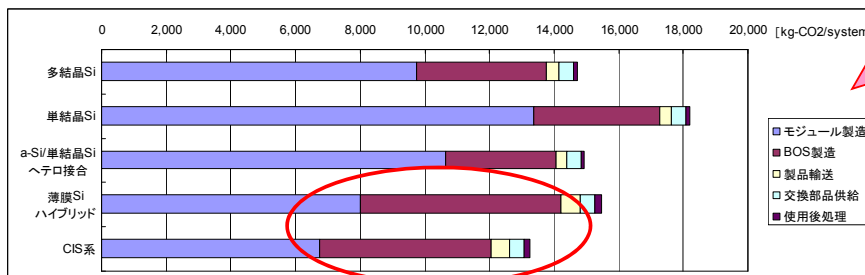
【システムあたりのCO₂排出量】

【住宅用太陽電池の算定結果(基本ケース)】



結晶Si系太陽電池はモジュール製造部分が大きく、ほぼ同等の出力のシステムあたりでは薄膜系よりもCO₂排出量が大きくなる。

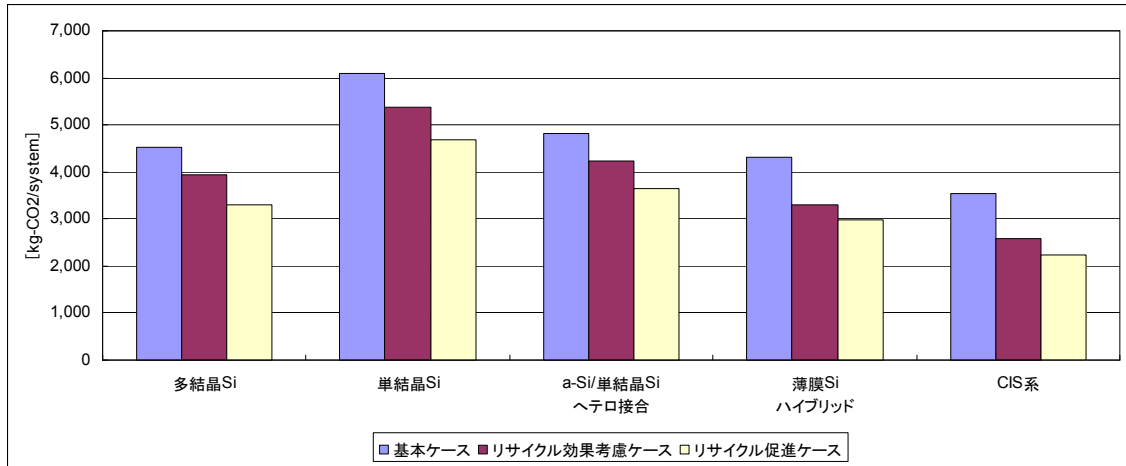
【公共産業等用太陽電池の算定結果(基本ケース)】



公共産業等用では、基礎コンクリート、架台の影響が大きい。その結果、効率が低く同じ出力を得るために広い面積が必要な薄膜系と高効率な結晶Si系で優位性が住宅用とは逆転する。(どちらにしてもCIS系が最も低く、単結晶Siが最も高い)

【CO₂排出量の分析(リサイクル促進の効果)】

ーリサイクル促進技術の開発により、結晶Si系は約15%のCO₂排出量削減であるのに対し、薄膜ハイブリッドは5%、CIS系で9%程度の削減になる。Siの回収再利用による効果が大きいことがこの要因となっている。



【リサイクル効果の検討結果】

【エネルギーペイバックタイム】

- ー現状の単結晶Si・公共・産業等用でも3.4年、CIS系の住宅用では1.4年でエネルギー消費量はペイバックされ、後の年数は純粋な創エネとなる
- ーさらにリサイクル促進技術の導入で結晶系でも2年足らず、CIS系では1年足らずで回収が可能となる。

$$EPT[\text{year}] = \frac{\text{ライフサイクルエネルギー消費量}[\text{MJ}]}{\text{年間の発電エネルギー量}[\text{MJ/year}]}$$

年間の発電エネルギー量:

太陽光による発電は、購入電力(日本平均)を削減することになるため、購入電力の発電のために必要なエネルギー量(約10MJ/kWh)を削減することに等しい。そのため1kWh=3.6MJではなく、1kWh=10MJで換算している。(3.6MJとした場合よりも、エネルギーペイバックタイムは短くなる)

【エネルギーペイバックタイム(年)】

		多結晶Si	単結晶Si	a-Si/単結晶Si ヘテロ接合	薄膜Si ハイブリッド	CIS系
住宅用	基本ケース	2.20	3.01	2.42	1.75	1.41
	リサイクル効果考慮 ケース	2.02	2.78	2.22	1.45	1.08
	リサイクル促進ケース	1.65	2.40	1.90	1.35	0.96
公共・ 産業等用	基本ケース	2.58	3.38	2.75	2.31	1.89
	リサイクル効果考慮 ケース	2.28	3.04	2.45	1.84	1.42
	リサイクル促進ケース	1.91	2.66	2.13	1.75	1.30

【CO2排出原単位】

事業原簿 P59-66

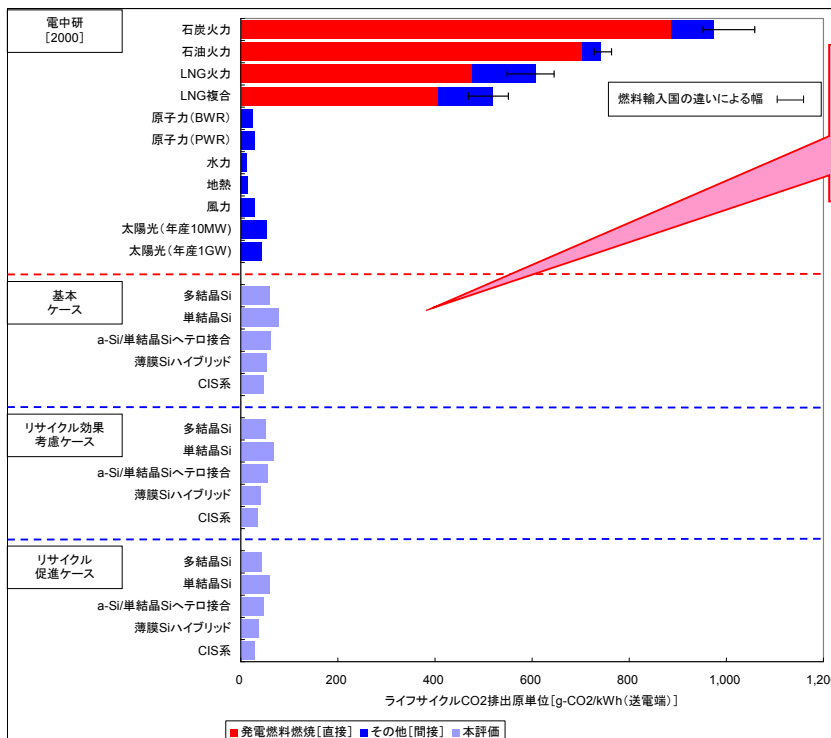
- 現状の単結晶Si・公共・産業等用でも86.8g-CO2/kWh、CIS系の住宅用では46.4g-CO2/kWhとなる。
- さらにリサイクル促進技術の導入で結晶系でも50gを切り、CIS系では30g以下となる。

【CO2排出原単位(g-CO2/kWh)】

		多結晶Si	単結晶Si	a-Si/単結晶Si ヘテロ接合	薄膜Si ハイブリッド	CIS系
住宅用	基本ケース	58.6	77.6	62.5	53.8	46.4
	リサイクル効果考慮 ケース	51.0	68.6	54.8	41.0	33.8
	リサイクル促進ケース	42.8	59.8	47.2	37.2	29.4
公共・ 産業等 用	基本ケース	69.2	86.8	71.0	72.0	62.0
	リサイクル効果考慮 ケース	55.0	71.4	57.7	49.4	41.1
	リサイクル促進ケース	47.4	63.2	50.6	45.9	37.0

【CO2排出原単位(他電源との比較)】

事業原簿 P59-66



火力発電に比較すれば、十分に低い数値(購入電力平均の約400gよりかはるかに低い)となっている。

(3) 知的財産権、成果の普及

	H18	H19	H20	計
特許出願(成立特許)	0	0	0	0件
論文(査読付き)	0	0	0	0件
研究発表・講演	0	2	0	2件
受賞実績	0	0	0	0件
新聞・雑誌等への掲載	0	0	0	0件
展示会への出展	0	0	0	0件

※ : 平成21年度9月29日現在

14 / 15

【1】次世代型太陽電池へのLCAの適用

既存の太陽光発電に比べ、1kWhあたりのCO₂排出量などは低くなければ開発の意義は少なくなる→これを証明すること、環境負荷を低くするための開発項目の抽出が不可欠

【2】既存太陽電池の環境負荷低減を目指した技術開発項目の抽出

既存の太陽光発電の環境負荷をより小さくするために必要となる技術開発方向性の抽出／技術開発による環境負荷低減効果の見積（昨年度までの評価結果を活用）

【3】太陽光発電のLCA評価方法の標準化

今後、消費者へのさらなる普及・啓発を目指すためには、太陽電池メーカー各社が実際の自社製品の評価を行い、その結果をカタログなどで公開することが有効と考えられる。
その場合、各社で評価の条件や算定方法・表現方法の統一を図っていくことが必要と考えられる。

【4】海外の検討動向との整合／対応

IEA task12など海外のLCA評価方法に関する検討動向を整理し、これとの整合／対応を図る。

15 / 15

(平成18年度～平成21年度 4年間)
『太陽光発電システム共通基盤技術研究開発』
事後評価分科会説明資料

議事5 プロジェクトの詳細説明(公開)

5-3 標準化支援事業及びIEA国際協力事業等

2009年12月18日
 NEDO技術開発機構 新エネルギー技術開発部

標準化支援

3. 研究開発成果について (1) 目標の達成度



(1) 個別研究開発項目の目標と達成状況 事業原簿 P68-71

	目標	成果	達成度	今後の課題
1) 内外の動向調査等	IEC審議状況及び国内研究状況の調査	IECの動向と電中研の研究状況を報告書に記載	○	アーク対策の国内展開
2) 用語に関する標準化の検討	各規格の改訂審議及び整合化 ①IEC規格改訂審議 ②JIS改訂	①IEC61836を2007年に改訂 ②JIS C 8960を2010年に改訂予定	○	日本からIEC61836の次期バージョンへの用語提案 JIS C 8960への新規用語追加
3) システム・機器に関する標準化の検討	各規格の作成 ①太陽電池アレイ出力のオンサイト測定方法 ②パワーコンディショナ単独運転防止試験法 ③パワーコンディショナ安全性(設計)標準 ④太陽光発電システムの電磁両立性	① JIS一次素案作成 ②IEC62116を2007年に発行 JISを2010年に発行予定 ③JIS一次素案作成 ④TSを2010年に発行予定	○	IEC62116へのモータ負荷の国際標準化 ブロッキングダイオードの国際標準化 アーク対策提案
4) モジュール・アレイに関する標準化の検討	各規格の作成 ①モジュール・アレイ安全適格性確認/設計法 ②モジュール・アレイ安全適格性確認/試験法 ③モジュール・アレイ互換性標準	①JIS C 8992-1を2009年に発行予定 ② JIS C 8992-2を2009年に発行予定 ③ JIS二次素案作成	○	JIS C 8955(アレイ支持物設計標準)のアップデート 互換性標準の限度値設定
5) 包括的太陽電池評価技術に関する標準化	①多接合および色素増感の規格 ②CIS系太陽電池の標準仕様書 ③包括化規格 ④形式認証規格の改正 ⑤国際規格(IEC)への提案/採用	① JIS 6件、他1件制定 ② TS 5件提出 ③ JIS 3件提出 ④JISC8990と91改正 ⑥ IEC提案7件	○	IEC規格体系と整合するJIS新規整備

・プロジェクト(事業)の目標(目的)、及びプロジェクトとしての達成状況

事業原簿 P68-71

事業テーマ名	標準化支援事業
事業目的	太陽光発電システムの開発・普及状況、評価方法等についての国内・海外調査、標準化を進めるための基礎資料の収集、国際標準化動向について調査検討を行ない、JIS素案、改正JIS案などの作成とIEC/TC82規格審議への対応を行う。
達成状況	<p>初期の目標を達成した。</p> <p><用語に関する標準化> IEC/TC82/WG1(太陽光発電用語WG)は日本のコンビナーによる主導的な活動によって規格審議を行い、JIS・IEC両規格の改訂を行った。</p> <p><システム・機器に関する標準化> パワーコンデショナ単独運転防止試験法(IEC62116)は日本のプロジェクトリーダーによって国際標準化が図られ、規格発行が行われた。</p> <p><モジュール・アレイに関する標準化> 国内外の認証基準の整合化を図り、モジュールの安全性認証の根拠規格であるIEC61730のJIS化を行った。</p> <p><セル及び新型太陽電池に関する標準化> 多接合および色素増感の規格及びCIS系太陽電池の標準仕様書を作成し、従来型太陽電池規格の包括化を行った。 また、形式認証規格の改正国際規格(IEC)への提案/採用を行った。</p>

2/12

各個別テーマの成果

事業原簿 P68-71

(1) 内外の動向調査 等

IEC審議状況及び国内研究状況の調査を目的に、IECの動向と電中研の研究状況を調査した。

特にIEC審議の中で、太陽光発電システムのアーキングによる事故例の報告が度々あり、対策を行う機運になってきている。それを踏まえ、今後のシステム・機器に関する標準化の検討の中で、アーキング対策を考慮し、反映させることになった。



3/29

各個別テーマの成果

(2) 用語に関する標準化の検討

- ①IEC/TC82/WG1(太陽光発電用語WG)は日本のコンビナーによる主導的な活動によって規格審議を行っている。IEC61836(太陽光発電用語)を2007年に改訂した。次期改訂に向け、JISから用語を提案中。
- ②JIS C 8960に新規用語の追加、定義の見直し等の改訂審議を行い、国際整合性を確認した後、2010年に改訂版を発行予定。

各個別テーマの成果

(3) システム・機器に関する標準化の検討

- ①**太陽電池アレイ出力のオンサイト測定方法**
IEC61829の改訂審議に平行して 日本の気象条件に適合したオンサイト測定方法確立するため 線形内挿法によるI-V特性値の評価・検討を行い JIS素案を作成した。
- ②**パワーコンディショナ単独運転防止試験法**
日本のプロジェクトリーダーによってIEC62116を2007年に発行 JISを2010年に発行予定
- ③**パワーコンディショナ安全性(設計)標準**
IEC62109-1(CD)及びIEC62109-2(CD)の評価・分析を行い 日本に必要な安全性に関する項目を抽出してJIS案の作成を行った。その後、IEC62109の審議が滞っているため、IEC90950(対応JIS: JIS C 6950)及びIEC42477(CD)を参照しつつ、IEC62109-1の動向に着目しながら、国内専用規格の方向でJIS素案を作成した。
- ④**太陽光発電システムの電磁両立性**
IEC62109-1(CD)及びIEC62109-2(CD)の評価・分析を行い、日本に必要な安全性に関する項目を抽出してJIS案の作成を行った。TSを2010年に発行予定。

各個別テーマの成果

(4) モジュール・アレイに関する標準化の検討

①モジュール・アレイ安全適格性確認／設計法

②モジュール・アレイ安全適格性確認／試験法

太陽電池モジュールに対する国際的な認証スキームに適用される規格の1つである IEC61730に整合した国内規格の整備。

IEC61730は、太陽電池モジュールの寿命期間中の電氣的ならびに機械的な安全性を確保するための太陽電池モジュールの安全性試験と設計が規定され、2004年にIEC規格として制定、発行された。

IEC61730のJIS化に向けて、2006年にTS C 8992として公表し、2009年にJIS C 8992として発行した。

③モジュール・アレイ互換性標準

データの収集およびシミュレーションプログラムの作成による試験データ解析により、それを生かして互換性のための規格案作成を行った。

6/29

各個別テーマの成果

(5) 包括的太陽電池評価技術に関する標準化

【新型太陽電池】

① 規格制定

多接合太陽電池評価法JIS制定 :6件

色素増感太陽電池評価法OITDA規格制定 :1件

② 標準仕様書提出

CIS系太陽電池評価法 :6件

③ 包括化規格提出:IEC規格と整合し、新型太陽電池を包括するJIS

基準太陽電池、基準太陽光、スペクトルミスマッチ補正 :3件

④ 形式認証規格の改正

結晶シリコン系、薄膜系 :2件

⑤ 国際規格(IEC)への提案／採用

:7件

7/29

標準化成果リスト①

事業原簿 P68-71

規格制定 11件	JIS C 8954 太陽電池アレイ用電気回路設計標準
	JIS C 8981 住宅用太陽光発電システム電気系安全設計標準
	JIS C 8992-1 太陽電池モジュールの安全適格性確認 - 第1部: 構造に対する要求事項
	JIS C 8992-2 太陽電池モジュールの安全適格性確認 - 第2部: 試験に関する要求事項
	JIS C 8941 二次基準多接合太陽電池要素セル
	JIS C 8942 多接合太陽電池測定用ソーラシミュレータ
	JIS C 8943 多接合太陽電池セル・モジュール屋内出力測定方法(基準要素セル法)
	JIS C 8944 多接合太陽電池分光感度特性測定方法
	JIS C 8945 多接合太陽電池出力電圧・出力電流の温度係数測定方法
	JIS C 8946 多接合太陽電池セル・モジュール屋外出力測定方法
OITDA-PV01-2009 色素増感太陽電池の性能評価方法	

標準仕様書提出 8件	TS C 8992-1 太陽電池モジュールの安全適格性確認 - 第1部: 構造に対する要求事項
	TS C 8992-2 太陽電池モジュールの安全適格性確認 - 第2部: 試験に関する要求事項
	TS C xxxx 太陽光発電システム用パワーコンディショナの電磁両立性試験及び測定技術
	TS C JN01(仮) 二次基準CIS系太陽電池セル
	TS C JN03(仮) CIS系太陽電池測定用ソーラシミュレータ
	TS C JN04(仮) CIS系太陽電池セル・モジュール出力特性測定方法
	TS C JN06(仮) CIS系太陽電池分光感度特性測定方法
	TS C JN07(仮) CIS系太陽電池出力電圧・出力電流の温度係数測定方法



8 / 29

標準化成果リスト②

事業原簿 P68-71

JIS原案提出 3件	JIS C 60904-2(仮) 太陽電池デバイス 第2部: 基準太陽電池デバイスに対する要求事項
	JIS C 60904-3(仮) 太陽電池デバイス 第3部: 基準太陽光の分光放射照度による太陽電池測定原則
	JIS C 60904-7(仮) 太陽電池デバイス 第7部: 太陽電池測定でのスペクトルミスマッチ補正の計算方法

JIS改正 6件	JIS C 8953 結晶系太陽電池アレイ出力のオンサイト測定方法
	JIS C 8980 小出力太陽光発電用パワーコンディショナ
	JIS C 8961 太陽光発電用パワーコンディショナの効率測定方法
	JIS C 8962 小出力太陽光発電用パワーコンディショナの試験方法
	JIS C 8980 小出力太陽光発電用パワーコンディショナ
	JIS C 8990(IEC 61215:2005) 地上設置の結晶シリコン太陽電池(PV)モジュール - 設計適格性確認及び形式認証のための要求事項

JIS改正原案提出 2件	JIS C 8960 太陽光発電用語
	JIS C 8991(IEC 61646:2008) 地上設置の薄膜太陽電池(PV)モジュール - 設計適格性確認試験及び形式認証のための要求事項



9 / 29

標準化成果リスト③

事業原簿 P68-71

IEC規格制定 3件	IEC 62116 Ed.1 系統連系形太陽光発電システム用パワーコンディショナの 単独運転防止機能の試験方法
	IEC 62446 Ed.1 系統連系形太陽光発電システム - 受渡試験と目視試験および付属書類のための最小要求
	IEC 60904-4 Ed.1 太陽電池デバイス-第4部:基準太陽電池 - 校正のトレーサビリティを確立するための手順
IEC規格改正 4件	IEC TS 61836 Ed.2 太陽光発電用語
	IEC 60891 Ed.2(予定) 結晶系太陽電池のI-V特性測定のための温度および照度補正手順
	IEC 60904-9 Ed.2 太陽電池デバイス-第9部:ソーラシミュレータの性能要求事項
	IEC 61646 Ed.2 地上設置の薄膜太陽電池(PV)モジュール - 設計適格性確認試験及び形式認証のための要求事項



10 / 29

成果の実用化可能性

事業原簿 P68-71

成果として上がった標準化案件は今後の太陽光発電産業の発展に寄与するものである。特に以下3点は太陽光発電が産業として拡大していくために重要である。

- 1 **JIS C 8992(太陽電池モジュールの安全適格性確認:2009年制定)**
モジュールの安全性認証の根拠として、導入が急増している日本におけるモジュールの安全性を担保する。
- 2 **IEC 62116(系統連系形太陽光発電システム用パワーコンディショナの単独運転防止機能の試験方法:2007年制定)**
パワーコンディショナの系統連系試験の基礎をなす規格であり、国際標準とすることでパワーコンディショナ産業の発展に寄与する。
- 3 **JIS C 60904シリーズの包括化**
セル・モジュールの測定関係におけるJISとIEC規格の体系的整合性をとることで、今後の日本からの国際標準への提案に道筋を開き、国際競争力の強化に資する。

11 / 29

標準化の今後の展開

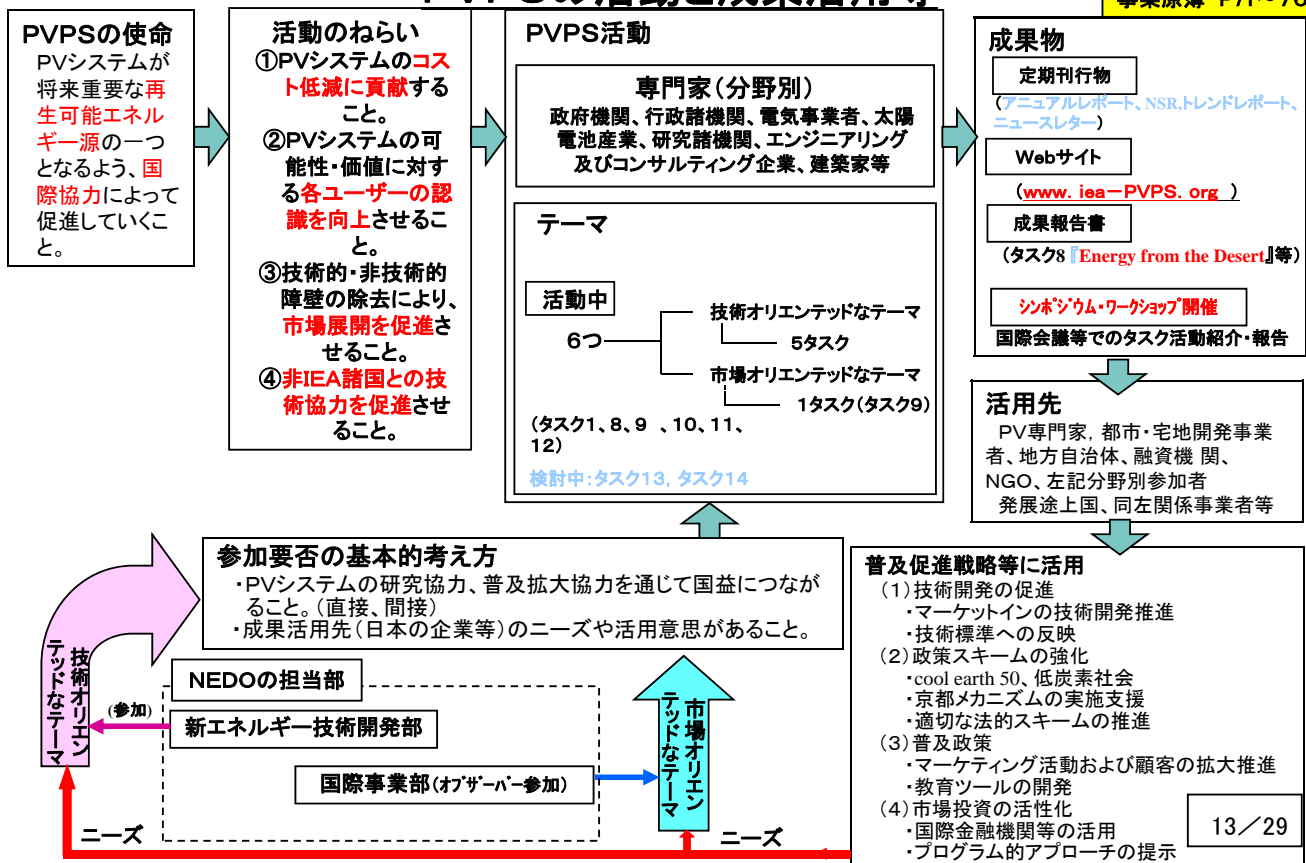
事業原簿 P68-71

	概要	標準化案件
1) 安全性確保	1. パワーコンディショナの国際規格・JISの標準化。 2. モジュールについての欧米における事故事例についての対応。	(1)パワーコンディショナ安全設計標準 (2)太陽光発電システムの現地試験指針 (3)太陽電池アレイ設置・安全基準 (4)モジュールの更なる安全性対策(アーク対策他) (5)モジュールの主要材料の標準化 等
2) 評価方法	IEC規格の体系に整合化させた、太陽電池セル・モジュール評価に係るJISの新規整備。 JISと国際規格との相異からくる重荷を軽減し、太陽電池の輸出入における競争力強化に資する。	(1)Si型太陽電池(結晶系、アモルファス系) (2)新型太陽電池(色素増感、有機薄膜、多接合、シリコン薄膜、CIGS系、GaAs系) (3)集光型太陽電池 (4)太陽電池のオンサイト測定 等
3) 発電量定格	地域毎の日射や気象条件に合わせた最適システムの提案に必要な発電量定格の評価方法の国際標準化。先進の評価技術を獲得することによって、競争力のあるシステムの提案と、省エネや温暖化防止に貢献する。	(1)太陽光発電システムの発電量定格
4) 長期信頼性	今後急速に拡大する一般家庭への導入にあたり、長期信頼性の確保及びメンテナンスを確立する。	(1)太陽光発電システムの長期信頼性評価 (2)モジュールの互換性標準 (3)製品寿命の定義 等
5) 環境負荷軽減	太陽光発電システムを大量導入するにあたり必要となる、有害物質や3Rなどの環境負荷側面についての標準化。	(1)有害物質規制 (2)太陽光発電システムの3R 等

12 / 29

PVPSの活動と成果活用等

事業原簿 P71~76



13 / 29

PVPSとは？

1993年にCERT／REWP傘下に、**太陽光発電の国際的な普及促進**を図るための実施協定〔太陽光発電システム研究協力実施協定(PVPS)〕が締結された。

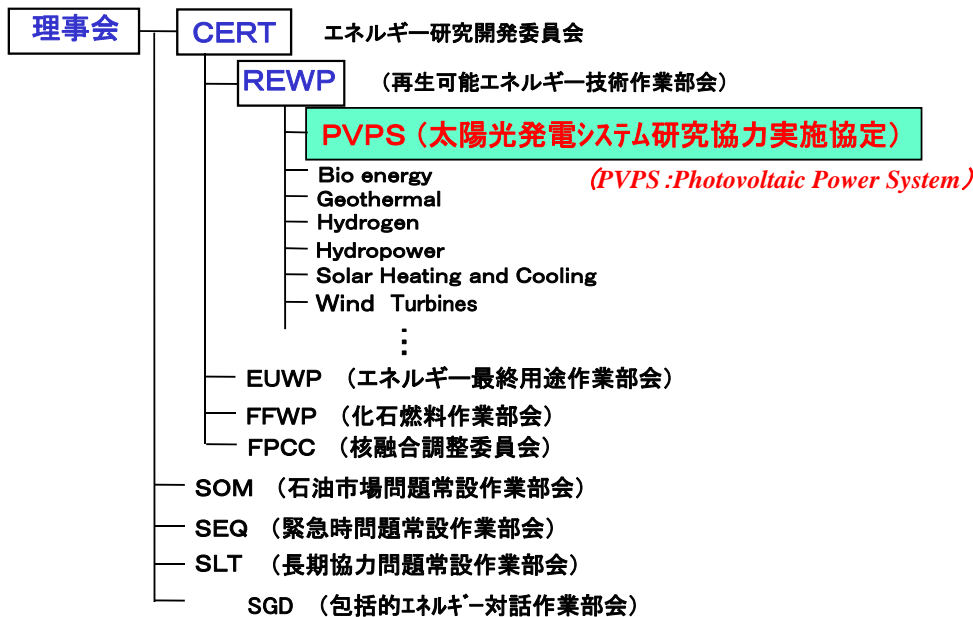
日本の契約締結者：NEDO

* 外務省から通産省(工業技術院)を通じてNEDOに指定

日本の参加の意義

1. IEAのPVPSプログラムに関わる**国際協力事業**を通して、太陽光発電の普及促進に向けた**国際貢献**、**日本(NEDO)のプレゼンスの向上**を図る。
2. **世界をリードするPVの技術立国**として日本の参加が強く求められているプログラムであり、その活動を通じて企業の海外進出等を支援。
アジアからは日本、韓国、マレーシアの3カ国が参加、中国の参加を要請中
3. 国際市場動向把握、参加国との情報交換・収集等の活動に努め**国際市場への進出に貢献**する。
4. タスク活動を通じて国際的な専門家の育成と**国際交流の強化**及び人脈構築
5. 各国の技術・市場動向の正確な収集。(特にタスク1)

IEA PVPSの位置づけ



PVPSの使命

国際協力活動を強化し、太陽光発電エネルギーが重要で持続可能な再生可能エネルギー源の選択肢となるよう開発と普及を加速すること

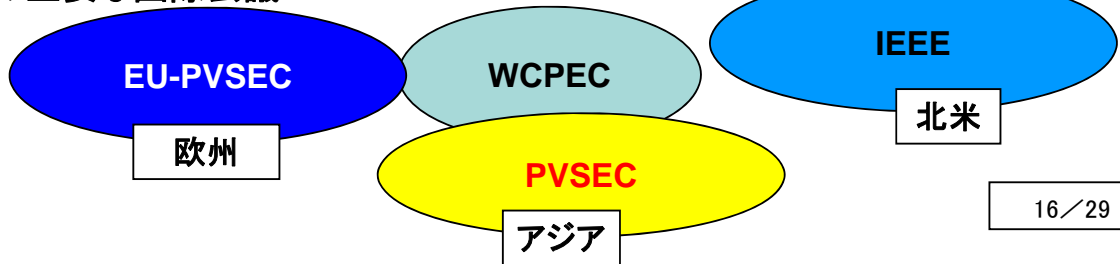
国際エネルギー機関 太陽光発電システム・プログラム (IEA PVPS)

事業原簿 P71~7



○ : メンバーとして参加
★ : 日本が運営責任者 OA (: Operating Agent)

日米欧の主要な国際会議



16 / 29

IEA - PVPS参加国

事業原簿 P71~76

タスク参加国と運営機関 (■ : Operating Agent)

	Task1	Task2 13に移項	Task3 11へ移行	Task8	Task9	Task10	Task11	Task12
オーストラリア	■○		○		○	○	○	○
オーストリア	○	○				○	○	
カナダ	○	○	○	○	○	○	■○	
デンマーク	○				○	○		
欧州連合	○	○				○		
フランス	○	○	■○	○	○	○	○	
ドイツ	○	■○	○	○	○	○	○	○
イスラエル	○		○	○				
イタリア	○	○		○		○	○	
日本	○	○	○	■○	○	○	○	○
韓国	○	○		○		○		
メキシコ	○		○				○	
オランダ	○			○				○
ノルウェー	○					○	○	○
ポルトガル	○		○			○		
スペイン	○		○				○	○
スウェーデン	○	○		○		○		
スイス	○	○	○		○	○	○	○
英国	○	○	○		■○			
米国	○	○	○	○	○	■○	○	■○
トルコ	○							
マレーシア	○					○	○	
欧州太陽光発電産業協会 (EPIA)	○	○			○			■○

17 / 29

IEA-PVPSタスクの概要

タスクの概要(2009年11月現在)

タスク活動内容は参加各国が経験・知見を提供しPVの普及に努める。
(レポート、出版 ワークショップ開催 等)

タスクNo	タスク名称	現状	タスク目的
タスク1	PVシステムに関する情報交換と普及(広報)	継続	PV産業及びその他の関係者にPVシステムの技術、経済、環境及び社会的な側面に関する情報を提供し、PV市場開拓の参考に資すると同時にPVシステムの普及を図る
タスク2	PVシステムとサブシステムの運転性能、保守及び評価(データベース)	終了:タスク13に移行	PVシステム及びコンポーネントの運転性能に関する情報(データ)を収集、分析、評価して実用的ガイドラインを導き出し、PV産業及びその他の関係者が有効活用できる便を図る
タスク3	独立形及び離島用PVシステムの利用(タスクIXのハード版)	終了:タスク11へ移行	独立形及び離島応用におけるPVシステムの技術的品質と費用効果性の改善を図る
タスク8	大規模太陽光発電に関する調査研究(タスクVIの発展的タスク)	フェーズ4延長承認2009年スタート	数MWから数GW以上の容量の砂漠における大規模太陽光発電システムの実現可能性を調査・検証し、将来のVLS-PVの実現に向けた実証研究のための実用的なプロジェクト提案を創り上げる
タスク9	PV技術の普及:発展途上国との協力(タスク3のソフト版) [途上国における太陽光発電サービスに名称変更:承認済]	2009終了予定	IEA/PVPSプログラムと発展途上国、開発銀行、支援機関、OECD等のPV専門家との協力及び情報交換によって、途上国におけるPVシステムの全体的普及を更に促進する。アフリカへのPV普及(水ポンプへの活用提言)
タスク10	都市規模での系統連系PVの応用	2009終了予定	都市環境における系統連系型PVの大規模応用の機会を促進するための技術的・経済的指針やデータベースの作成
タスク11	PVハイブリッド・ミニグリッド	2006開始	ハイブリッド電力システムと、関連するミニグリッドにおける技術的に適切で競争力のある電源としてのPV技術の役割の促進
タスク12	PVに係わる健康、安全、環境(HS&E)	2007年新設	太陽光発電システムの人体・環境への影響、リサイクル

20/29

タスク	名称	サブタスク	タスクの現状	日本の貢献・役割・成果等
1	PVシステムに関する情報交換と普及	1.1:現状調査報告書 1.2:ニュースレター 1.3:特別情報活動 1.4:PVの普及活動(ワークショップ、発表等)	Webの維持管理、Trend report, NSR, Annual report, ニュースレターの発行等、広報活動を継続的に推進。	IEA PVPS参加国すべてに対してタスクIへ参加することが義務付けられており、またトップランナーとしての日本の状況を世界に発信したり、各国の情報を収集・交換する場であり、日本の期待も大きい。
2	PVシステムとサブシステムの運転性能、保守及び評価	1:性能データベースの拡充 2:PVシステムの技術的評価 3:ライフサイクル経済的性能 4:技術動向の特定及びマッピング 5:PVシステム性能の改善 6:PVシステムの期間費用	タスク2のフェイズのワークプランは終了し、レポートを発行。 新タスクとしての立ち上げを検討中(タスク13)	タスク2では参加国の設置事例をウェブ上で閲覧可能となっておりデータ蓄積としては一定の評価が得ている。但し今後はPV及び周辺機器の長期性能の評価が参加国の大きな関心事であり、2010年からスタートする予定。日本も次回のワークショップに参画し、参加の意義と役割を明確にする。
8	大規模太陽光発電に関する調査研究	(1:VLS-PVシステムの概念的研究) 2:VLS-PVシステム設置の選択された地域に対するケーススタディ (3:VLS-PVの実現可能性に関する包括的評価) (4:選択した砂漠に対するVLS-PVシステムの第一段階のための実用的プロジェクト提案) 5:将来の実用化に向けたプロジェクト提案 6:VLS-PVに関連する将来技術	2008年10月のExCoでフェーズ4のワークプランが承認。 日本は継続してOAを担当。	日本主導で誕生させたタスクで、現在、唯一OAを担当するタスク。 活動成果の報告会としてEUPVSEC、RE2010等の国際会議を活用したシンポジウム、ワークショップを開催し、ステークホルダーとの意見交換を実施する予定。 出版 2003年:“Energy from the Desert” 2007年:Practical Proposals for VLS-PV 2009年:VLS-PV”Socio-Economic,Financial,Technical and Environmental Aspects”
11	PVハイブリッド・ミニグリッド	1:ハイブリッド・ミニグリッドの設計 2:ハイブリッド・ミニグリッドの制御 25:系統連系及び単独運転 3:ミニグリッド内のPVの浸透普及 4:持続可能性の条件 43:環境面への影響	独立型PVに係る技術的課題の研究はほぼ完了。 PVハイブリッドに関する研究に加え、将来の発展概念としてミニグリッドに関連する課題を追求する。	国際協力事業としての活動であり、参加することは有意義であると考えられる。 この新タスクの活動は国際市場展開に関連する活動であり参加する。 日本は2つのアクティブラダーを担っている。 ・25:PVを利用したサイトのアンケートを実施し、電力事情・品質の基本情報をまとめる ・43:PV導入タイプ別温室効果ガス削減の比較

()内は今年度の動き

21/29

タスク	名称	サブタスク	タスクの現状	日本の貢献・役割・成果等
9	途上国における太陽光発電サービス	20: 支援と協力 21: 多国間および二国間ドナーや開発銀行の支援 23: Type II Initiativeとの連携 23: 支援と情報普及戦略 40: 村落電化と貧困緩和のためのPVエネルギーサービス 41: PVエネルギーサービスの経済的アセスメント 42: 水供給のためのPVエネルギー 43: 健康、教育、ICT 44: バッテリー蓄電ステーションとPVハイブリッドとミニグリッド 45: 貧困緩和におけるPVの役割 50: 市場動向活動 51: PV発電バックとPVプラント 60: PVと京都議定書 61: CDMのPVプロジェクト建設 62: PVの基本的レビュー	途上国へのPVを活用した援助活動。ここ数年はウォータサービスが中となったワークショップ開催。 2009年で終了するタスクである。	国際市場展開に関連し、市場投資の活性化につながるテーマでもあるため参加。 (タスク9は他団体との協力が最も多いタスクであり協力活動の重要性が増している) ・開発途上国での導入の際、参考になる8編の 推奨実用ガイド を作成 ・日本の国際協力・援助機関の経験的知見を提供し、 セミナーには講師の派遣
10	都市規模での系統連系PVの応用	1. 経済性および制度的要因 1.1 付加価値分析 1.2 阻害要因の解決 1.3 市場要因 1.4 市場ロードマップ 2. 都市規模型プラン、デザイン、展開 2.1 PV開発と建造物デザインの融合 2.2 都市計画 3. 技術的要因 3.1 PVプロジェクトの電力系統に関する世界的調査 3.2 規則・標準 3.3 PVと電力系統 3.4 市場動向の77ローチ 3.5 構成機器・システムの認証 4. 目的を絞った情報の拡大と普及促進 4.1 教育手段 4.2 市場競争 4.3 市場77ローチ 4.4 投資認識 4.5 継続的の伝達、報告	2005年から正式参加 2010年度終了するタスク。	日本が参加したことによりワークプランのサブタスクリーダーを務めることでタスク活動の成果向上に貢献。 ・PVコミュニティデータベースの開発 ・系統連系可視化ツール開発 ・各報告書の執筆、レビュー、情報収集に協力 成果物： Community-Scale Solar Photovoltaics: Housing and Public Development Example (Report IEA-PVPS-T10-03: 2008) "Visualization tool: Photovoltaics Operating on Electric Grids" (PPT tool)

NEDO 太陽光発電技術国際協力
 IEA PVPSプログラム タスク 1
 太陽光発電システムに関する情報交換と普及

太陽光発電システム産業及びその他の関係者に、太陽光発電システムの技術、経済、環境及び社会的な側面に関する情報を提供し、太陽光発電システム市場開拓の参考に資すると同時に太陽光発電システムの普及を図る。



IEA PVPSプログラム タスク1 太陽光発電システムに関する情報交換と普及

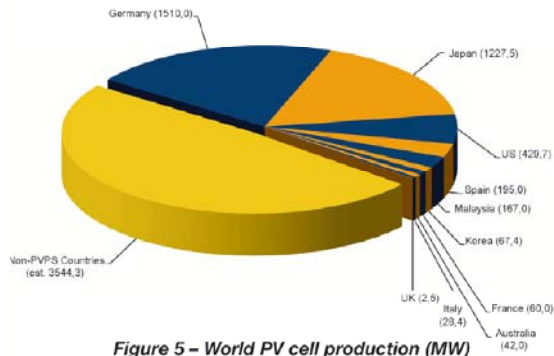


Figure 5 – World PV cell production (MW) by country in 2008

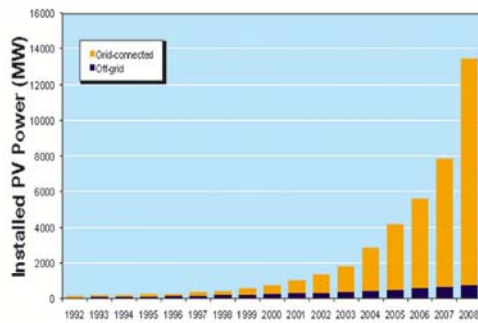


Figure 1 – Cumulative installed grid-connected and off-grid PV power in the reporting countries

IEA PVPSの参加国からの技術、経済、環境及び社会的な側面に関する情報交換

- * Trend report
- * Annual report
- * National Survey Report

Installed PV power (MW) in IEA PVPS countries: historical perspective

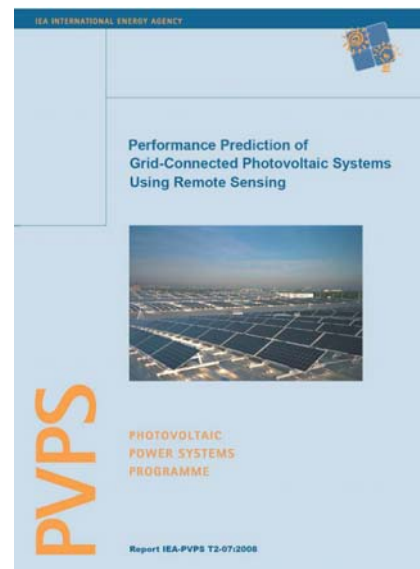
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Germany	8.9	10.7	12.7	16.7	18.7	22.6	25.3	29.2	33.6	39.1	45.6	52.3	60.6	70.3	82.5	104.5
Japan	0.8	1.1	1.4	1.7	2.2	2.9	3.7	4.6	6.1	10.3	15.8	21.1	24.0	26.6	27.7	32.4
US	1.2	1.5	1.9	2.5	3.4	4.5	5.5	7.2	8.8	10.0	11.2	13.9	18.2	20.6	25.6	32.7
Spain	6.8	6.7	7.6	8.4	9.7	11.6	13.4	15.0	17.6	19.5	21.0	23.1	27.1	28.7	36.2	47.9
Malaysia	8.9	12.4	17.7	27.8	41.8	53.8	69.4	113.7	144.6	278.0	431.0	1 034.0	1 928.0	2 758.0	3 835.5	5 340.0
Korea	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.6	1.1	1.5	1.6	1.6	1.5	2.3	2.7	2.9	3.1	3.3
France	-	-	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	4.0	7.0	12.0	23.0	48.0	145.0	693.0
Italy	1.8	2.1	2.4	2.6	4.4	6.1	7.6	9.1	11.3	13.9	17.2	21.1	26.0	33.0	43.0	75.2
Australia	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7	1.1	1.9	2.7	4.1	5.9	8.2	10.9	14.3	18.1
Other countries	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	1.0	1.3	1.8	3.0
Total	8.5	12.1	14.1	16.8	19.0	19.7	17.7	19.5	19.0	20.0	22.0	29.0	30.7	37.5	50.0	120.2
Off-grid	19.0	24.3	31.2	43.4	59.5	91.3	133.4	208.6	300.2	450.8	636.8	850.6	1 132.0	1 421.9	1 708.5	1 918.9
Total	1.8	1.8	1.7	1.8	2.1	2.8	3.0	3.5	4.0	4.8	5.4	6.0	8.5	13.6	38.2	81.2
Off-grid	5.4	7.1	8.8	6.2	10.0	11.0	12.0	12.9	13.9	16.0	18.2	17.1	18.2	18.7	19.7	20.5
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.5	7.9
Off-grid	1.2	1.9	2.0	2.4	3.0	4.0	6.5	9.2	12.8	20.5	28.3	45.7	89.2	60.7	50.2	82.8
Total	3.8	4.1	4.4	4.7	4.9	5.2	5.4	5.7	6.0	6.2	6.4	6.6	6.9	7.3	7.7	8.0
Off-grid	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.9	1.1	1.3	1.7	2.1	2.7	3.0	3.4	17.9
Total	0.8	1.0	1.3	1.6	1.8	2.1	2.4	2.6	2.8	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.8	6.2
Off-grid	-	-	-	-	-	-	0.2	0.3	0.4	0.6	0.9	1.3	1.8	2.3	2.8	3.0
Total	43.5	50.3	67.8	66.8	76.5	88.2	100.1	117.3	138.8	167.8	212.2	275.2	376.0	479.0	624.0	830.5
Off-grid	105	130	158	192	237	305	386	510	716	975	1 318	1 810	2 835	4 158	5 627	7 866

IEA PVPSプログラム タスク2 太陽光発電システムの性能・信頼性・分析の調査研究

世界中の様々な太陽光発電(PV)システム(系統連系形システム、独立形システム、ハイブリッド形システム)について、運転データの収集と分析を行い、PV専門家やその他のターゲットグループに対し、PVシステムおよびサブシステムの運転性能、長期信頼性、技術的・経済的な発電出力に関する正確な情報を提供する

- ・国際データベース及び分析報告書の提供、
ホームページ: www.iea-pvps-ask2.org

- ・わが国において系統連系形システム(GCS)、モンゴル国において独立形システム(SAS)のユーザー意識調査の結果をまとめ、ユーザー満足度を向上させるための方策やユーザーの陥りやすい誤判断について報告。



IEA PVPSプログラム タスク 8

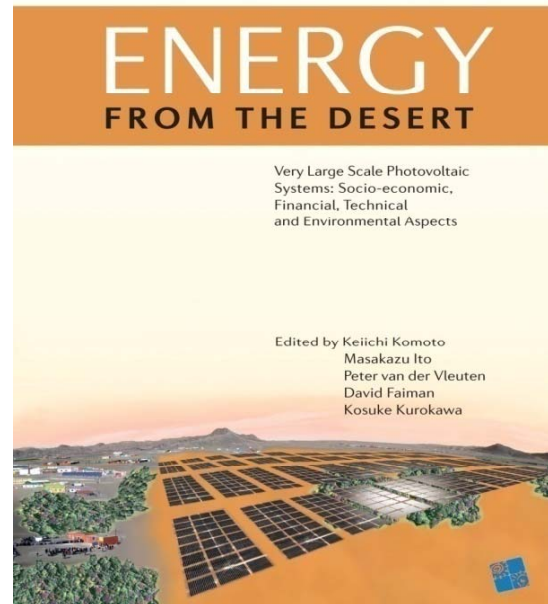
事業原簿 P71~76

砂漠等未利用地を利用した大規模太陽光発電に関する可能性調査研究

数MWから数GW以上の容量の砂漠における大規模太陽光発電システム(VLS-PV)の実現可能性を調査・検証し、将来のVLS-PVの実現に向けた実証研究のための実用的なプロジェクト提案を創り上げる。

Workshop & Symposium

1. International Seminar: Perth, Australia , Feb 2004
2. International Symposium: Makuhari, Japan , Oct.2006
As a side event of RE2006
3. International Symposium: Athens, Greece , Apr 2007
As a session of 2nd PVMED
4. International Symposium : Milan, Italy , Sep 2007
As a side event of 22nd EU-PVSEC
5. International Symposium: Busan, Korea , Oct 2008
As a side event of RE2008
6. PVPS Workshop Task1 & Task8 : Hamburg, Germany, Sep 2009
As a side event of 24th EU-PVSEC

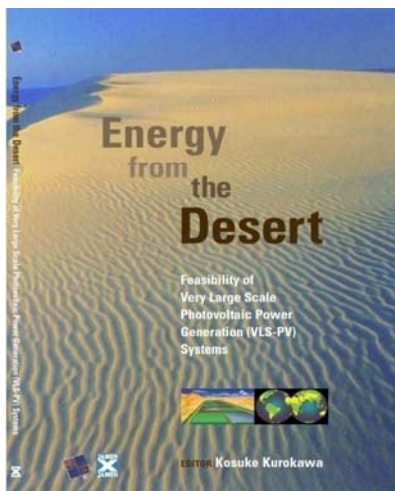


VLS-PVの詳細なケーススタディ
 ・資金調達、制度・組織整備に係わるシナリオ
 ・VLS-PVロードマップ
 ・VLS-PVシステムの技術課題

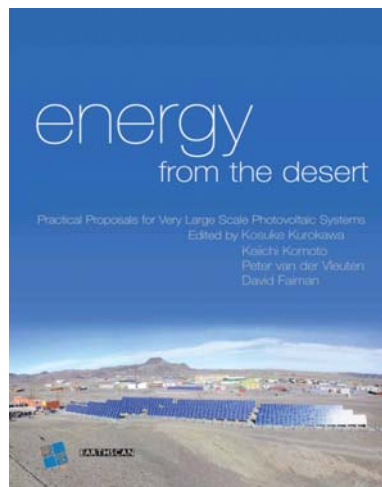
26 / 29

Energy from the Desert

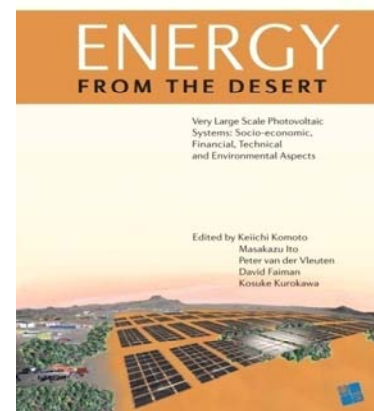
事業原簿 P71~76



Published in May 2003



Published in Jan. 2007



Published in Sep. 2009

27 / 29

IEA PVPSプログラム タスク9 開発途上国における太陽光発電サービス

事業原簿 P71~76

IEA PVPSプログラムと発展途上国、開発銀行、支援機関、OECD等の太陽光発電システム専門家との協力及び情報交換によって、途上国における太陽光発電システムの全体的普及を更に促進する。

開発途上国での導入の際、参考になる8編の推奨実用ガイドを作成



Workshop:

1. "The policy and projects of the International cooperation by the Japanese government in developing countries were presented in the workshop" (Makuhari, Japan. Oct. 2006)
2. "Programme design and financing mechanism, a one day workshop with various French government agencies" (Paris, France. May 2005)

Symposium/seminar

1. Mongol, 2003
2. Australia, 2004
3. Thailand, 2007
4. Tunisia, 2007

Joint meeting with Task2 and Task10 in March 2006

28 / 29

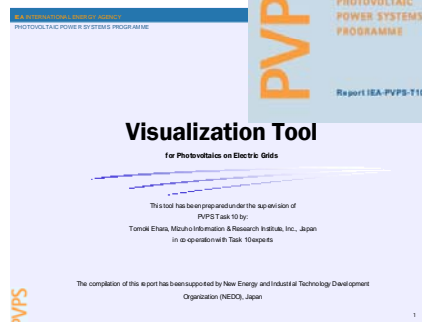
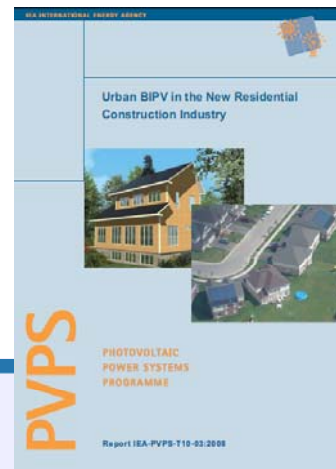
IEA PVPSプログラム タスク10 都市規模での系統連系太陽光発電システムの応用

事業原簿 P71~76

都市におけるエネルギー利用、効率の改善の総合的なアプローチの一部として太陽光発電システム(PVシステム)を捉えることにより、都市環境におけるPVの導入を幅広く後押しする。



(出典) 都市におけるPV導入事例データベース
<http://www.pvdatabase.org/>



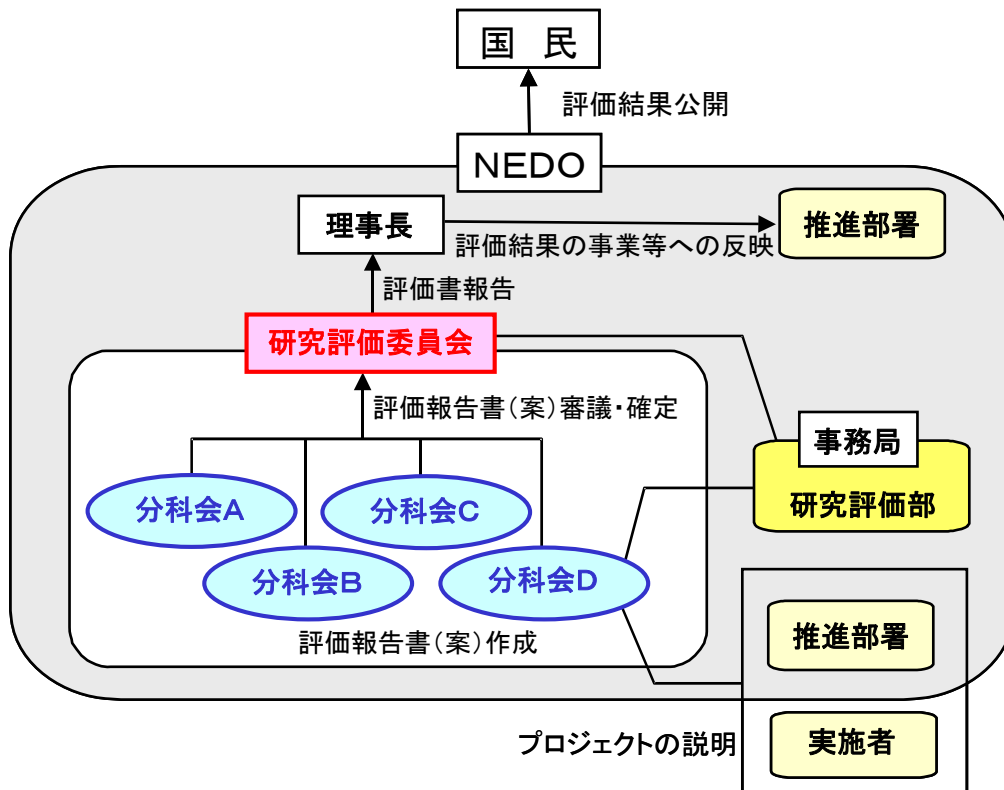
29 / 29

参考資料 1 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて研究評価を実施する。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）における研究評価の手順は、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において。

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
- 社会に対する説明責任を履行するとともに、
経済・社会ニーズを取り込む
- 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を
促進する

としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員選定に当たっては以下の事項に配慮して行う。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題その他社会的ニーズ
関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、分科会委員名簿にある7名を選任した。

なお、本分科会の事務局については、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構研究評価部が担当した。

3. 評価対象

平成18年度に開始された「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」プロジェクトを評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び研究実施者からのヒアリングと、それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価及び実施者側等との議論等により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、研究実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、研究評価委員会による『各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格、中間・事後評価の別等に応じて、各分科会において判断すべき者である。』との考え方に従い、第1回分科会において、事務局が、研究評価委員会により示された「標準的評価項目・評価基準」（参考資料 1-7 頁参照）をもとに改定案を提示し、承認されたものである。

プロジェクト全体に係わる評価においては、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義や実用化への見通し等について評価した。各個別テーマに係る評価については、主にその目標に対する達成度等について評価した。

評価項目・評価基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1)NEDOの事業としての妥当性

- ・ 新エネルギーに関する技術開発を目的とする「新エネルギー技術開発プログラム」、「エネルギーイノベーションプログラム」、「環境安心イノベーションプログラム」の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2)事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1)研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2)研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。

- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアする見込みか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は公開性が確保されているか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 研究内容に新規性がある場合、知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注）国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

標準的評価項目・評価基準（事後評価）

2009. 3. 27

【事後評価 標準的評価項目・評価基準の位置付け（基本的考え方）】

標準的評価項目・評価基準は、第17回研究評価委員会（平成20年3月27日付）において以下のとおり定められている。（本文中の記載例による1…、2…、3…、4…が標準的評価項目、それぞれの項目中の(1)…、(2)…が標準的評価基準、それぞれの基準中の…が視点）

ただし、これらの標準的評価項目・評価基準は、研究開発プロジェクトの事後評価における標準的な評価の視点であり、各分科会における評価項目・評価基準は、被評価プロジェクトの性格等に応じて、各分科会において判断すべきものである。

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 特定の施策（プログラム）、制度の下で実施する事業の場合、当該施策・制度の目標達成のために寄与しているか。
- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること、又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされる効果が、投じた予算との比較において十分であるか。

(2) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術開発動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献の可能性等から見て、事業の目的は妥当か。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標が設定されているか。
- ・ 具体的かつ明確な開発目標を可能な限り定量的に設定しているか。
- ・ 目標達成度を測定・判断するための適切な指標が設定されているか。

(2)研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール、予算（各個別研究テーマ毎の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術を取り上げているか。
- ・ 研究開発フローにおける要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続プロジェクトや長期プロジェクトの場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んだうえで活用が図られているか。

(3)研究開発実施の事業体制の妥当性

- ・ 適切な研究開発チーム構成での実施体制になっているか。
- ・ 真に技術力と事業化能力を有する企業を実施者として選定しているか。
- ・ 研究管理法人を経由する場合、研究管理法人が真に必要な役割を担っているか。
- ・ 全体を統括するプロジェクトリーダー等が選任され、十分に活躍できる環境が整備されているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために必要な実施者間の連携 and/or 競争が十分に行われる体制となっているか。
- ・ 実用化シナリオに基づき、成果の受け取り手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、関与を求める体制を整えているか。

(4)情勢変化への対応等

- ・ 進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に機敏かつ適切に対応しているか。
- ・ 計画見直しの方針は一貫しているか（中途半端な計画見直しが研究方針の揺らぎとなっていないか）。計画見直しを適切に実施しているか。

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアする見込みか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながる事が期待できるか。

- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化、事業化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 産業技術としての見極め（適用可能性の明確化）ができているか。
- ・ 実用化に向けて課題が明確になっているか。課題解決の方針が明確になっているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)事業化までのシナリオ

- ・ NEDO後継プロジェクト、NEDO実用化助成、企業内研究等、プロジェクト終了後の事業化までの道筋は明確か。
- ・ コストダウン、競合技術との比較、導入普及、事業化までの期間、事業化とそれに伴う経済効果等の見通しは立っているか。

(3)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

※基礎的・基盤的研究及び知的基盤・標準整備等の研究開発の場合は、以下の項目・基準による。

*基礎的・基盤的研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアする見込みか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は、他の競合技術と比較して優位性があるか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 実用化イメージ・出口イメージが明確になっているか。

- ・ 実用化イメージ・出口イメージに基づき、開発の各段階でマイルストーンを明確にしているか。それを踏まえ、引き続き研究開発が行われる見通しは立っているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

* 知的基盤・標準整備等の研究開発の場合

3. 研究開発成果について

(1)目標の達成度

- ・ 成果は目標値をクリアする見込みか。
- ・ 全体としての目標達成はどの程度か。
- ・ 目標未達成の場合、目標達成までの課題を把握し、課題解決の方針が明確になっているか。

(2)成果の意義

- ・ 成果は市場の拡大或いは市場の創造につながることを期待できるか。
- ・ 成果は、世界初あるいは世界最高水準か。
- ・ 成果は、新たな技術領域を開拓することが期待できるか。
- ・ 成果は汎用性があるか。
- ・ 投入された予算に見合った成果が得られているか。
- ・ 成果は公開性が確保されているか。

(3)知的財産権等の取得及び標準化の取組

- ・ 研究内容に新規性がある場合、知的財産権等の取扱（特許や意匠登録出願、著作権や回路配置利用権の登録、品種登録出願、営業機密の管理等）は事業戦略、または実用化計画に沿って国内外に適切に行われているか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、得られた研究開発の成果に基づく国際標準化に向けた提案等の取組が適切に行われているか。

(4)成果の普及

- ・ 論文の発表は、研究内容を踏まえ適切に行われているか。
- ・ 成果の受取手（ユーザー、活用・実用化の想定者等）に対して、適切に成果を普及しているか。また、普及の見通しは立っているか。
- ・ 一般に向けて広く情報発信をしているか。

4. 実用化の見通しについて

(1)成果の実用化可能性

- ・ 整備した知的基盤についての利用は実際にあるか、その見通しが得られているか。
- ・ 公共財として知的基盤を供給、維持するための体制は整備されているか、その見込みはあるか。
- ・ 国際標準化に関する事項が計画されている場合、国際規格化等、標準整備に向けた見通しが得られているか。
- ・ J I S化、標準整備に向けた見通しが得られているか。注）国内標準に限る
- ・ 一般向け広報は積極的になされているか。

(2)波及効果

- ・ 成果は関連分野への波及効果（技術的・経済的・社会的）を期待できるものか。
- ・ プロジェクトの実施自体が当該分野の研究開発や人材育成等を促進するなどの波及効果を生じているか。

参考資料 2 評価に係る被評価者意見

研究評価委員会（分科会）は、評価結果を確定するにあたり、あらかじめ当該実施者に対して評価結果を示し、その内容が、事実関係から正確性を欠くなどの意見がある場合に、補足説明、反論などの意見を求めた。研究評価委員会（分科会）では、意見があったものに対し、必要に応じて評価結果を修正の上、最終的な評価結果を確定した。

評価結果に対する被評価者意見は全て反映された。

本研究評価委員会報告は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO 技術開発機構）研究評価部が委員会の事務局として編集しています。

平成22年3月

NEDO 技術開発機構

研究評価部

統括主幹 竹下 満

主幹 寺門 守

担当 花房 幸司

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO 技術開発機構のホームページに掲載しています。

(<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/index.html>)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミュージア川崎セントラルタワー20F

TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162