

(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

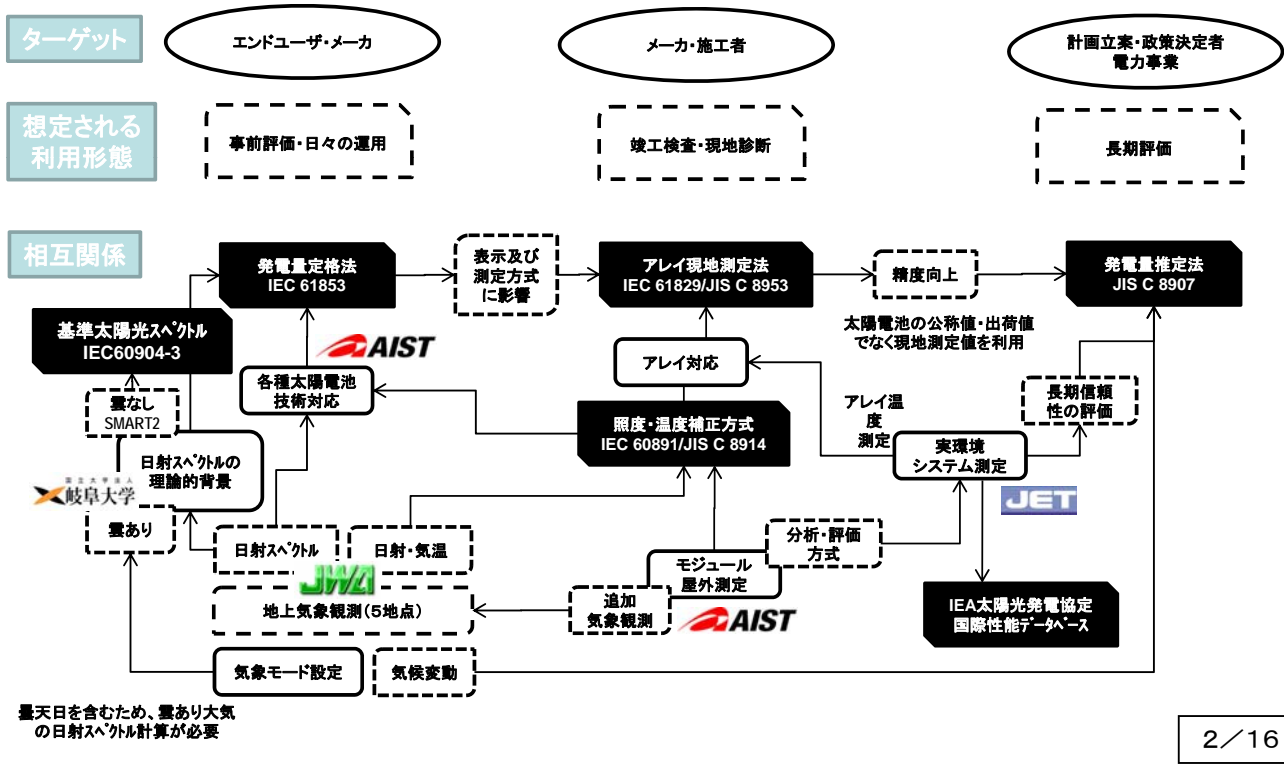
公開



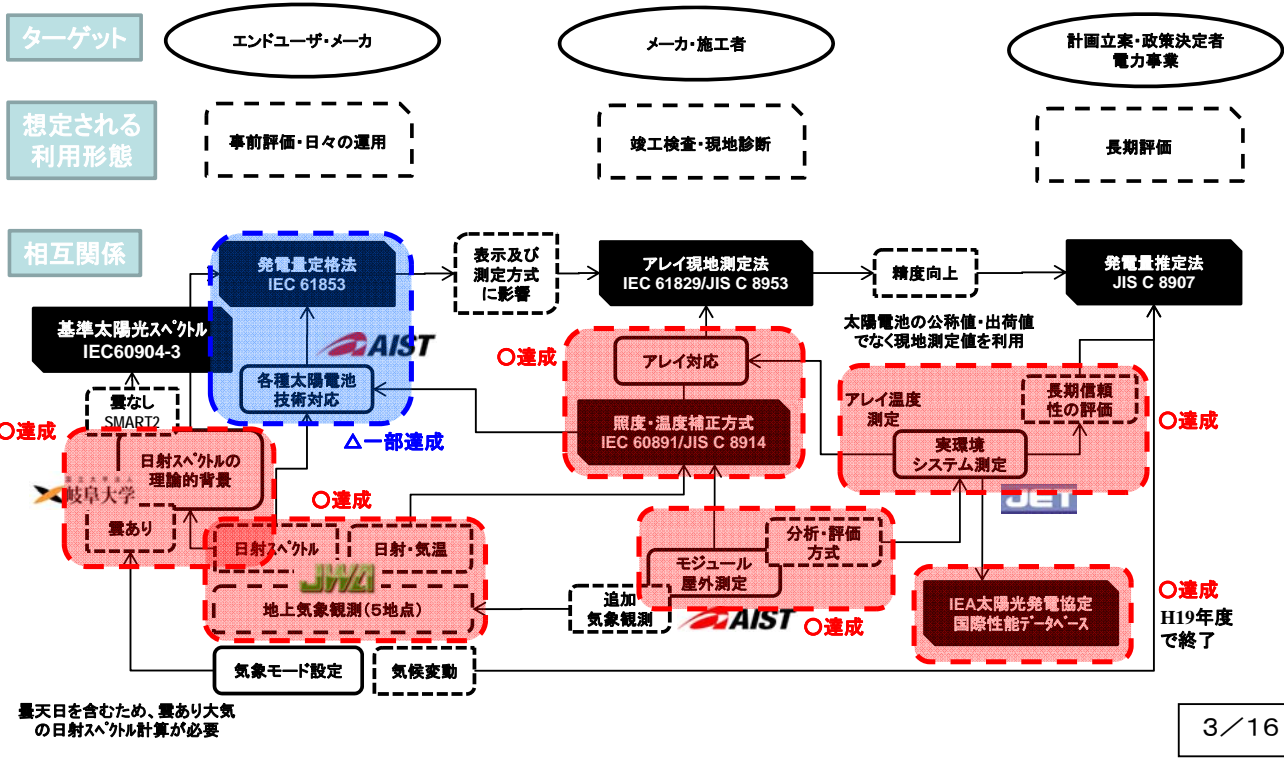
(1) 個別研究開発項目の目標と達成状況 事業原簿P58

	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。

各テーマと関連標準規格との相互関係



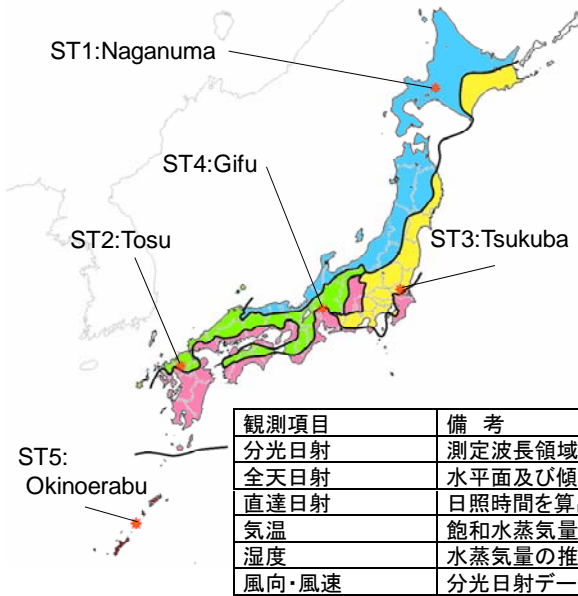
各テーマと関連標準規格との相互関係(達成度)



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



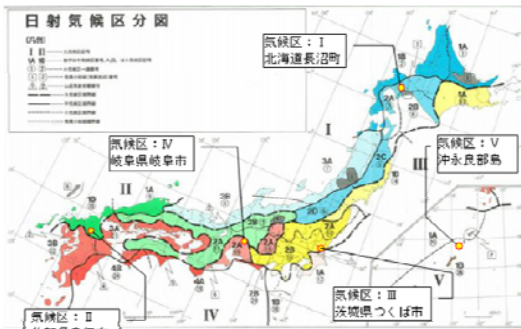
観測ポリシー

(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

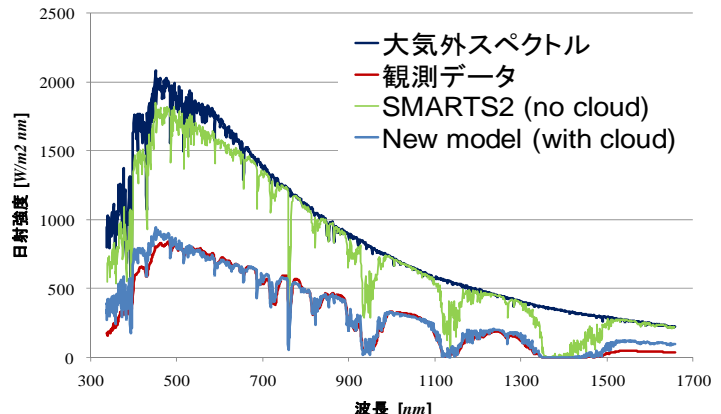
(1)	精度の良い観測データの維持・管理
(2)	膨大な観測データの収集・整理・解析
(3)	分光日射データベースの構築

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

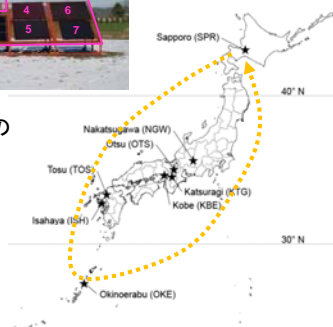
発電量定格検証用データの測定

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



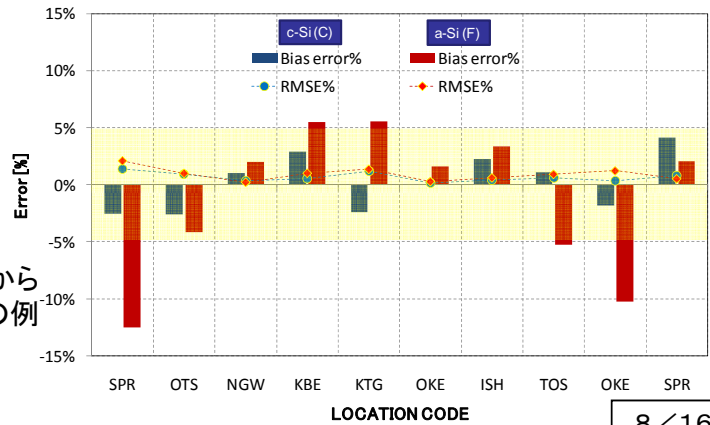
測定モジュール一覧
上段:第1期
下段:第2期

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。
 - **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。

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

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アレイ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

