

太陽光発電システムの評価に関する日射量の推定方法

学生員 大関 崇* 非会員 井澤 敏泰*

正員 大谷 謙仁** 正員 黒川 浩助*

An Estimation Method of Irradiation Data for Evaluating PV Systems.

Takashi OOEKI*, Student member, Toshiyasu IZAWA*, Non-member,
Kenji OTANI**, member, and Kosuke KUROKAWA, member

Photovoltaic (PV) systems have been introduced around Japan, and expected to diffuse more and more. As well as a lot of PV systems are installed; all of them have not been taken care after established. In fact, there are some troubles about PV operations behind owners of PV systems even if they are very few cases. It seems to be difficult to identify characteristics of PV systems such as the ideal output energy. Therefore, it is very important to evaluate the characteristics of them. For evaluating them, equipments of measuring are required, and they, especially pyrheliometer, are expensive as much as owners of the PV system cannot equip with main systems as usual. Consequently, an evaluation method which can reveal the performance of operation such as the performance ratio with a very few kinds of data is necessary. As for evaluation, irradiation data are absolutely imperative item. An estimation method of irradiation by using external data is one of the essential studies. Therefore, developing the estimation method of irradiation is intended in this study.

In Japan, there are the weather observation stations which are Automated Meteorological Data Acquisition System (AMeDAS) and surface weather observation administered by Japan Meteorological Agency (JMA). In this method, it is essence that the irradiation data is alternated by estimated data from AMeDAS and actual measuring data from JMA. The data of them are appropriately each weather condition. Irradiation is estimated by AMeDAS data on fine days, and JMA data are alternated on the cloudy days. As a result, the proposed method can estimate irradiation less than 10% of error.

キーワード：太陽光発電，評価方法，日射量，日射量推定，AMeDAS，気象官署

Keywords : Photovoltaic, an Evaluation method, irradiation, AMeDAS, and weather observation stations

1. 緒言

太陽光発電(PV)システムは、生産量、導入量ともに世界第1位であり、住宅用のシステムへの導入も盛んである。現在では、2010年度の導入目標482万kWに加え、2030年度も目標も検討されており、今後もさらに普及が進むことが予想される。多くのシステムが導入されるにつれて、すべてについて設置後のケアをすることは困難となり、その運転特性を十分に把握できず、トラブル事例も少数であるが事例としてあがってきている。また50年100年後を見据え、

基幹電源の一部を担うことを考えると、導入量(kW)もさることながら、発電電力量(kWh)も同時に重要となることが明らかである。そのためにも、最適設計後の運用管理、システムの価値を評価することは非常に重要な課題である。

PVシステムの評価は、PVの発電特性が自然条件に大きく作用されることから、評価手法が非常に難しい。通常は、日射量・発電量・モジュール温度等の計測データを解析し、運転特性を得ることにより行う。著者らは、評価手法のひとつとして、SV(Sophisticated Verification)法を開発してきた⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。また、他にもフィールドテストとして日本全域や地域における、母体数をもった実システムのデータ収集を行い、一般的な評価も多く行われている⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾。しかし、高価な計測機器への投資は困難であるため、計測データが完全に得られているシステムはごく稀である。このため、より安価な評価方法、十分な計測データが得られない場合の評価方法の確立が求められている。計測機器のなかで最

* 東京農工大学 工学研究科 電子情報工学専攻
〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16

Tokyo University of Agriculture and Technology,
2-24-16 Naka-cho, Koganei, Tokyo 184-8588, Japan

** 独立行政法人産業技術総合研究所 電力エネルギー研究部門
〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第2
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology,
1-1-1 Umezono, Tsukuba, Ibaraki 305-8568, Japan

も高価なものが、精密日射計(サーモパイル型)である。日射計には、安価なシリコンセンサ型の日射計もあるが、精度の問題があり、それを補うための複数センサを用いた日射計が開発されているが、まだ実用段階にない⁽¹⁰⁾。そのため、日射量データの取得が評価手法としての大きな課題となっている。その解決の一つとして、データインフラとして整備されている、外部データを利用した日射量の推定方法が有効である。これまでに、衛星雲画像を用いた手法⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾や気象庁の地上気象官署(以下、JMA)の水平面日射量データで代替する方法⁽¹⁴⁾、Automated Meteorological Data Acquisition System (以下、AMeDAS)により観測されている日照時間データから推定する方法が提案されている⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾。また、それを応用した PV システムの評価方法もいくつか提案されており、市民レベルの簡易的なものなど多種多様である⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾⁽²¹⁾。しかしながら、手法各々の推定精度がまちまちであり、日射量推定に主眼を置くための制約条件などがあり、PV システム評価用としての推定手法や、それぞれを組み合わせて利用した検討は十分でない。本研究では、未収集計測データを推定の一つとして、PV システムの評価に利用するための、日射量推定方法の開発を目的とした。

2. 日射量の推定に利用するデータと方法の概要

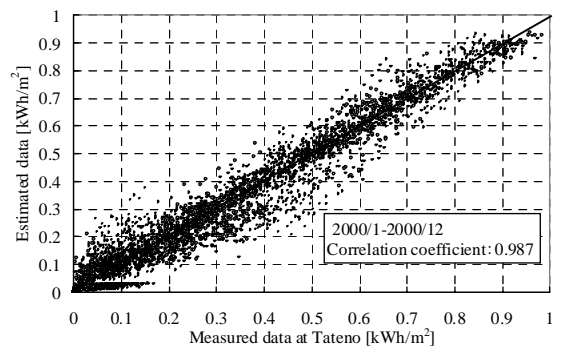
2.1 推定方法の概要 利用できるデータは、全国各地にあるが、日照時間のみ計測している AMeDAS データと、水平面日射量を計測しているが、全国を網羅しきれない JMA データである。それぞれ一長一短であるが、長所をうまく利用することにより精度良い推定手法が期待される。全国各地への応用するため、基本的には AMeDAS データを利用し、日照時間より日射量の推定を行い、JMA における実測日射量で補う方法の検討を行った。また、今回は PV システムの評価手法への応用を主目的としており、PV のシステム出力電力量のデータ入手頻度や、その推定精度より 1 ヶ月単位での日射量推定で十分であり、1 ヶ月遅れでの CD-ROM 1 枚から容易にデータ取得が可能なることも踏まえ、月単位での日射量の推定精度が確保できることを主眼とした。

2.2 気象データベース 気象庁では、全国約 150 箇所の JMA にて、気温、日照時間、風向風速などが計測されている。そのうち約 65 箇所では水平面日射量データも記録されている。また、AMeDAS は、全国を網羅するように、約 1500 箇所設置されており、降水量などを計測している。そのうち約 840 箇所では、日照時間、気温、風向風速、降水量が計測されている⁽²¹⁾。そのデータは、基本的に 1 時間値データで(財)気象業務支援センター⁽²²⁾にてデータがまとめられ、最短 1 ヶ月遅れで上記データを CD-ROM にて取得可能である(速報版気象庁月報)。また現在では、AMeDAS 10 分値データなどリアルタイムでの取得も可能であり⁽⁶⁾、気象庁 Web site においても 1 時間遅れでデータを閲覧可能である⁽¹⁷⁾。

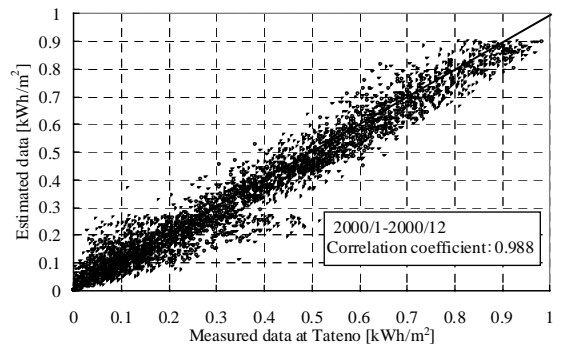
3. AMeDAS 日照時間データによる日射量推定手法

AMeDAS の日照時間から日射量を推定する手法には、OM ソーラの開発したモデル⁽¹⁵⁾、気象協会の板垣らが開発したモデル⁽¹⁸⁾、そして、拡張 AMeDAS データ⁽²³⁾に利用されている赤坂・二宮らのモデル⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾の 3 つが代表的である。赤坂・二宮らのモデルは、OM ソーラのモデルをさらに進めたものであるため、板垣らのモデルと、赤坂・二宮らのモデルの 2 モデルについて検討を行った。

3.1 各モデルの推定精度 2 つのモデル(赤坂・二宮モデル、板垣モデル)の推定精度について検証し、どちらがより評価に適しているか検討を行った。精度検証にあたり、最も精度良く日射量が測定されている高層気象台・



(a) 赤坂・二宮らのモデル



(a) 板垣らのモデル

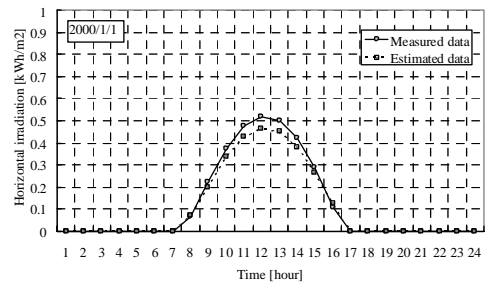
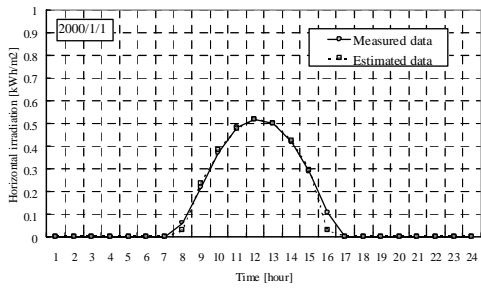
図 1 それぞれのモデルの推定値と実測の相関図

Fig. 1. Hourly estimation results using AMeDAS data.

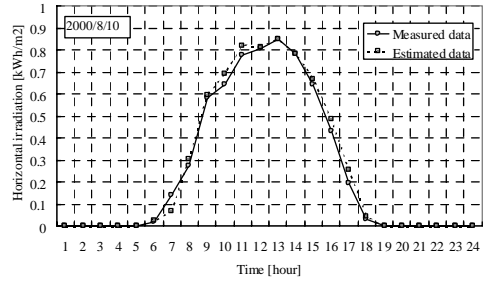
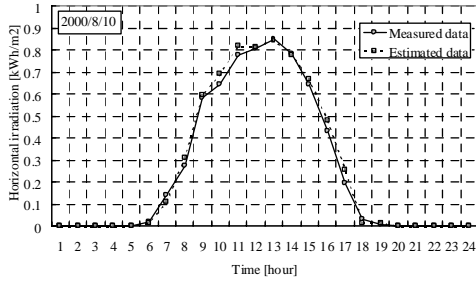
表 1 日射領域と相関係数の関係

Table 1 Hourly estimation results on every irradiation conditions

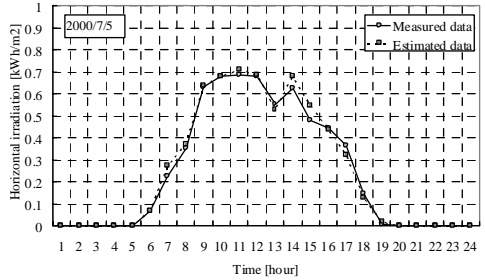
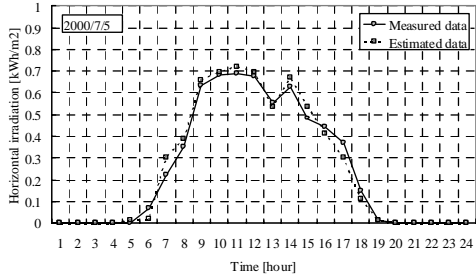
Range of Irradiation	Low (0 ~ 0.2) [kWh/m ²]	Middle (0.2 ~ 0.6) [kWh/m ²]	High (0.6 ~ 1.0) [kWh/m ²]	Total
Akasaka	0.867	0.884	0.876	0.987
Ninomiya	0.915	0.896	0.863	0.988
Number of data [hours]	6266	1782	736	8784



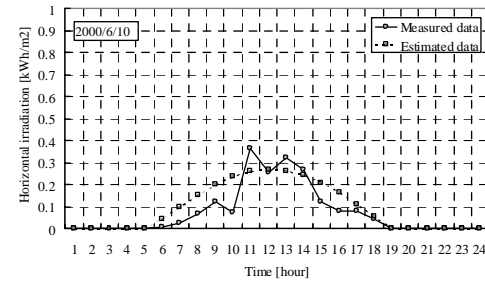
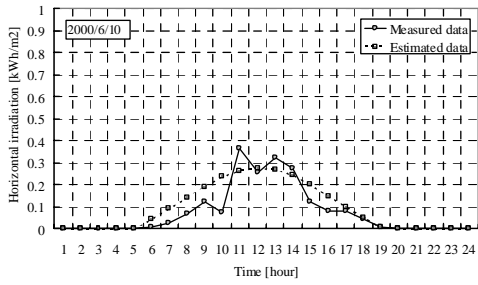
(a) 快晴日



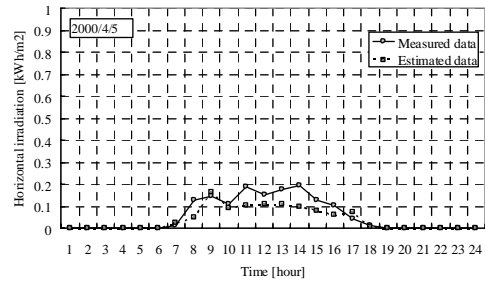
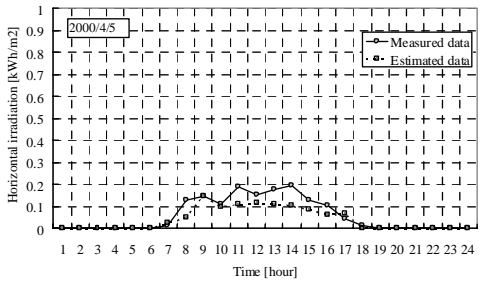
(b) 晴れ日



(c) 薄曇日



(d) 曇天日



(e) 雨日

左：赤坂・二宮らのモデル 右：板垣らのモデル

図 2 天候別実測値と推定値の比較

Fig 2. Hourly estimation results under weather conditions.

館野の水平面日射量を利用した。館野では、日射計の保守・点検に加え、直達日射量と散乱日射量をそれぞれ個別の日射計で測定し、両成分を合成し水平面日射量を得る方法を採用しており、全天日射計のもつ入射角依存性などの誤差要因が排除されている。AMeDAS は、館野と同一地点である長峰を参照した。

3.2 時刻別の推定精度 2000 年 1~12 月における各モデルの実測値と推定値の相関関係を図 1 に示す。2 つのモデルは、得られた相関係数がほぼ同じであるため、同精度のモデルであると考えられるが、日射領域により推定精度が多少異なるようである。表 1 は、日射量を実測値から高・中・低の 3 つの領域に分割し、それぞれにおいて実測値と推定値の相関係数を得た結果である。日射領域は、筆者の経験に基づいた分類であるが、中・低日射領域においては板垣らのモデル、高日射領域においては赤坂・二宮らのモデルの推定精度が良いと言える。

続いて、各天候において実測値と推定値を比較した。図 2 に結果を示す。天候の区分方法は気象庁に従い、各天候に該当する日は任意に選択した。表 2 は、図 2 を RMSE、絶対誤差、相対誤差で整理した結果である。天候を表すパラメータとして日別日照率(日日照時間 / 可照時間)を用い、天候を数値化している。RMSE は時刻別値、絶対誤差と相対誤差は日積算値より計算している。両モデルともに日別日照率が小さくなる、つまり天候が悪くなると RMSE、絶対誤差、相対誤差が大きくなり推定精度が悪くなると言える。図 1 においては、2 つのモデルは日射の大きさにより推定精度が異なることを述べたが、図 2、特に図 2 (a) から太陽高度により推定精度が異なってくるのではないかと考えられる。赤坂・二宮らのモデルは太陽高度が高いときに精度が良く、板垣らのモデルは太陽高度が低いときに精度が良くなる。ただし、この関係は太陽高度の時刻的な変動について言え、季節的な変動にはあてはまらない。

3.3 日別の推定精度 各天候と推定精度の関係より、日別日照率と推定精度には大きな相関関係があると言える。図 3 は、1996~2000 年における日別日照率と相対誤差(日積算値の実測値と推定値より算出)の関係を箱ひげ図(ボックスはデータの 50%、ヒゲは 75%の範囲、ボックス中央の水平線は平均値を示す)により示した結果である。両モデルともに、日別日照率 0.4 未満において推定精度が悪くなることが確認できる。日別日照率 0.4 未満は雨、曇天、薄曇に該当し、日照時間の情報が少なくなるためだと考えられる。

さらにデータを掘り下げて、太陽高度により 2 つのモデルの推定精度が異なることを述べたが、ここでは Air Mass (以下、AM) をパラメータとして太陽高度と推定精度の関係について再考した。AM は、太陽直達光が地上に入射するまでに通過する大気の量を表し、太陽高度が 90° のときに 1.0、太陽高度が 42° のときに 1.5 となり太陽高度に反比例した値となる。図 4 は、1996~2000 年における AM と相対誤差(時刻別値の実測値と推定値より算出)の関係を箱ひ

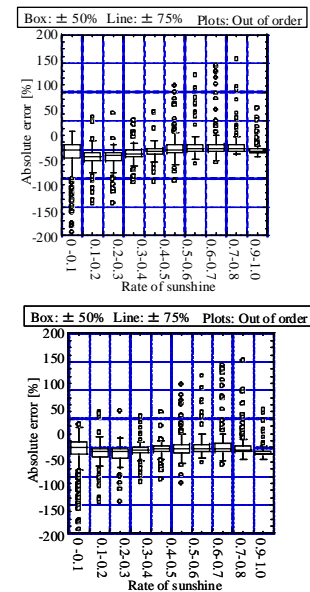
げ図により示した結果である。両モデルともに、AM 4.0 以上で推定精度が悪くなり、特に赤坂・二宮らのモデルが顕著である。赤坂・二宮らのモデルでは、太陽高度が十分に考慮されていないためであると考えられる。

3.4 月別の推定精度 時刻別値、日積算値では、十分な推定精度が得られなかったため、月積算値の推定精度を検証した。図 5 は、2000 年 1~12 月において実測値と推定値を月積算値で比較した結果である。相対誤差の値から、非常に高い精度で日射量を推定できることが確認できる。日別日照率での推定誤差が、月レベルではうまく均される傾向にある。しかし、月によって大きく推定精度が異なり、改善が必要であると考えられる。

表 2 各天候における実測値と推定値の誤差
Table 2. Daily estimation results under weather conditions.

Weather	date	sunshine duration	rate of sunshine	RMSE [kWh/m ²]	MBE [kWh/m ²]	relative error [%]
Clear	2000/1/1	8.7	0.91	0.0289	0.0363	-0.081 -0.246 -2.74 -8.32
Fine	2000/8/10	8.8	0.65	0.0308	0.0362	0.221 0.232 3.56 3.75
Slightly overcast	2000/7/5	8	0.56	0.0408	0.0307	0.113 0.146 1.9 2.45
Cloudy	2000/6/10	0	0	0.0698	0.0745	0.418 0.469 22.52 25.35
Rain	2000/4/5	0	0	0.0517	0.0547	-0.433 -0.441 -30.43 -31

(グレーの網掛けは、赤坂・二宮らのモデル)



(a) 上: 赤坂・二宮らのモデル (b) 下: 板垣らのモデル

Rate of sunshine	0~0.1	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5
Number of data [hour]	464	151	91	111	104
Rate of sunshine	0.5~0.6	0.6~0.7	0.7~0.8	0.8~0.9	0.9~1.0
Number of data [hour]	126	143	168	191	278

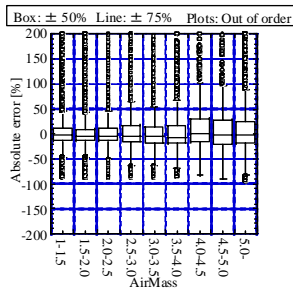
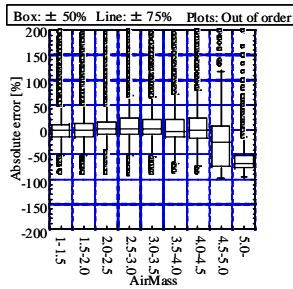
図 3 日別日照率と相対誤差(日積算値)の関係
Fig 3. Daily estimation results on every daily shine duration ratio.

4. 悪天候時の JMA 実測日射データによる代替方法

日別日照率 0.4 未満については、両モデルともに精度が悪いため、全国 65ヶ所の JMA のうち最近傍にある観測所の実測日射量を利用する。これにより、天候の悪い日における推定誤差が小さくなり、月積算値での精度向上が望める。

JMA の実測日射量を利用した場合に生じる問題として、AMeDAS 観測地点と地上気象観測所との距離差による天候の差異が挙げられる。地上気象観測所は、全国に 65 地点であるために十分な代替が行えない可能性が高い。しかし、日別日照率 0.4 未満は薄曇、曇天、雨の日に該当するため、広範囲で天候が一致することが考えられる。そして、地上

気象観測所が同一気候区であれば、日射量の大きさは変わらないと考える。表 5 は、2000 年において地上気象観測所・館野とその周辺の AMeDAS 観測地点との天候の一致を調べた結果である。AMeDAS 観測地点において日別日照率が 0.4 未満であった場合には、およそ 8~9 割、地上気象観測所でも日別日照率が 0.4 未満であることが確認できた。また、0.4 未満という範囲の中で、両者の観測所の日別日照率に隔たりがあると問題であるので、天候が一致した場合の日別日照率の RMSE を表 5 に示す。両者の観測地点において天候が一致した場合には、RMSE が非常に小さく日別日照率に差が無いことが確認できる。よって、日別日照率 0.4 未満においては、AMeDAS 観測地点と地上気象観測所の天候は一致していると言える。同様に、表 5 に日別日照率が 0.4 未満で地上気象観測所と日別日照率が一致しなかった場合



(a) 上：赤坂・二宮らのモデル (b) 下：板垣らのモデル

Airmass	1 ~ 1.5	1.5 ~ 2.0	2.0 ~ 2.5	2.5 ~ 3.0	3.0 ~ 3.5
Number of data	7013	4548	2693	1419	859
Airmass	3.5 ~ 4.0	4.0 ~ 4.5	4.5 ~ 5.0	5.0 ~	
Number of data	784	478	637	2139	

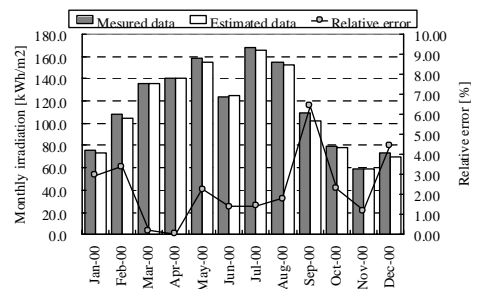
図 4 エアマスと相対誤差（時刻別値）の関係

Fig 4. Daily estimation results depended on air mass.

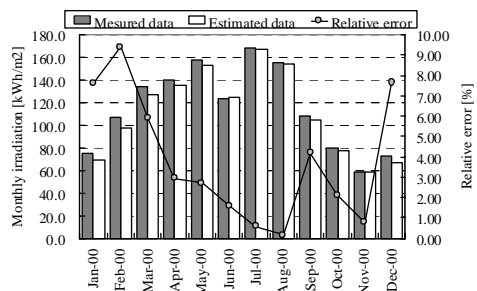
表 3 AMeDAS 観測地点と地上気象観測所の天候の一致（地上気象観測所・館野 2000 年）

Table3. The accordance ratio of the weather conditions between Tateno and AMeDAS sites under the condition of less than 0.4 of shine dilation ratio.

AMeDAS	Distance from Tateno [km]	Number of date under the less than 0.4 of Rate of sunshine		Accordance ratio [%]	RMSE of Rate of sunshine		AMeDAS	Distance from Tateno [km]	Number of date under the less than 0.4 of Rate of sunshine		Accordance ratio [%]	RMSE of Rate of sunshine	
		AMeDAS	Tateno		accordance	discordance			AMeDAS	Tateno		accordance	discordance
Nagamine	0	162	162	100	0	0	Toriyama	65.8	136	125	91.9	0.1	0.32
Tsuchiura	8.5	177	159	89.8	0.07	0.27	Kumagaya	67.9	142	132	93	0.09	0.32
Tsukubasan	18.9	195	154	79	0.1	0.52	Ushiku	73.4	196	154	78.6	0.1	0.41
Simozuma	20.4	172	154	89.5	0.09	0.28	Hitachi	76.4	172	144	83.7	0.11	0.35
Kasama	37.7	159	146	91.8	0.08	0.23	Kisarazu	77.9	171	144	84.2	0.11	0.48
Funabashi	39.2	177	154	87	0.09	0.31	Yokohama	81	154	134	87	0.09	0.49
Furukawa	40.1	179	148	82.7	0.1	0.38	Isezaki	91.3	146	122	83.6	0.11	0.42
Koyama	41	173	147	85	0.1	0.34	Chixhibu	95	155	131	84.5	0.1	0.34
Mito	47.2	151	139	92.1	0.08	0.26	Ebina	96.3	193	148	76.7	0.12	0.43
Maoka	48.3	160	143	89.4	0.09	0.33	Tsujido	102.3	180	144	80	0.11	0.47
Chiba	50.6	164	146	89	0.08	0.37	Maebashi	103.1	136	120	88.2	0.11	0.41
Tokyo	52.5	169	149	88.2	0.08	0.31	Katono	119	170	140	82.4	0.12	0.41
Urawa	52.6	174	151	86.8	0.1	0.32	Oranahama	120.1	145	125	86.2	0.12	0.36
Tatebayashi	56.8	160	140	87.5	0.1	0.31	Odawara	125.5	167	133	79.6	0.12	0.49
Utsunomiya	59.3	164	142	86.6	0.1	0.3							



(a) 赤坂・二宮らのモデル



(b) 板垣らのモデル

図 5 月積算値における実測値と推定値の比較

Fig 5. Monthly estimation results by using different models.

(AMeDAS 観測地点の日別日照率が 0.4 未満で、地上気象観測所が 0.4 以上の場合：はずれ日)の RMSE を示しているが、RMSE が大きくなりこの場合に限っては天候の差異が考えられ、日射量の代替は不可能であると思われる。

5. 新モデルの提案

5.1 新モデルのフローチャート 新しい日射量の推定モデル(以下、併用モデル)のフローを図 5 に示す。2つのモデルにおいて条件に応じてモデルを使い分ける。まず、AM 4.0 未満については赤坂・二宮らのモデルを利用する。そして、AM 4.0 以上については先述の検証結果より板垣らのモデルを利用する。これにより、時刻別値での精度向上が望める。続いて、日別日照率 0.4 未満については、両モデルともに精度が悪いため、全国 65ヶ所の JMA のうち最近傍にある観測所の実測日射量を利用する。これにより、天候の悪い日における推定誤差が小さくなり、月積算値での精度向上が望める。

推定精度の向上が考えられる。図 5 は、新しい日射量の推定モデル(以下、併用モデル)のフローを示す。ここで、各モデルは年間で最も誤差が小さくなるように最適化されているため、2つのモデルを組み合わせた場合はその関係が

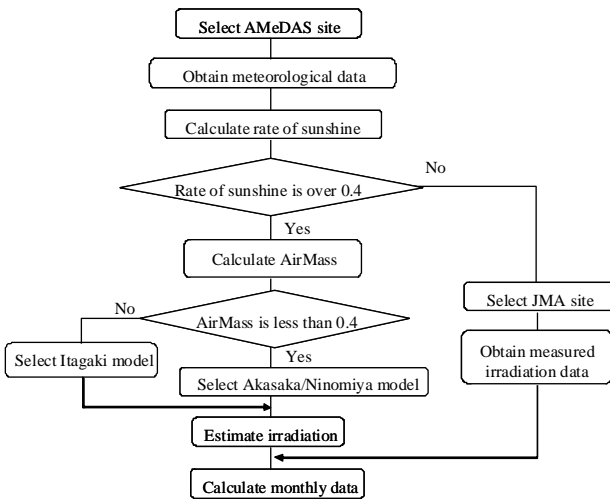


図 5 併用モデルのフロー

Fig 5. Flow chart of proposed model

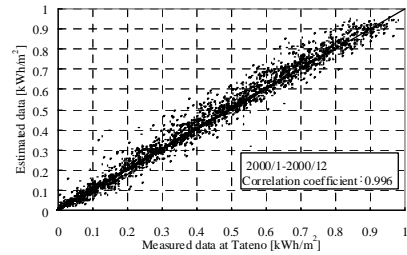
表 4 併用モデルの推定制度

Table 4. Estimation results of proposed model compared with the other models.

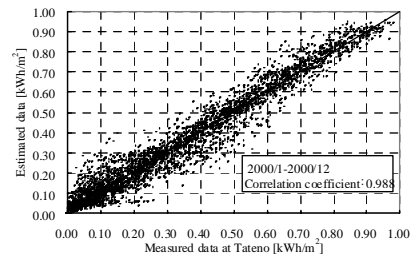
Range of irradiation	Low (0 ~ 0.2) [kWh/m ²]	Middle (0.2 ~ 0.6) [kWh/m ²]	High (0.6 ~ 1.0) [kWh/m ²]	Total
Akasaka/Ninomiya	0.867	0.884	0.876	0.987
Itagaki	0.915	0.896	0.863	0.988
Proposed	0.981	0.964	0.911	0.996
Proposed without JMA data	0.894	0.89	0.88	0.988
Number of data [hours]	6266	1782	736	8784

崩れてしまうことが考えられる。よって、各モデルのパラメータを操作することで、併用モデルを年間で最適化する必要がある。パラメータは、曇天日と雨日において、日積算日射量の相対誤差が限りなく 0 に近くなるように操作した。また、JMA サイトでは、日照時間と日射量を同時に測定しているため、各地点で月ごとに最適なパラメータ操作をすることにより従来の AMeDAS 推定モデルの一元的なパラメータよりも精度向上が期待期待できる。

5.2 新モデルの推定精度検証 新しく提案した併用モデルの推定精度について、館野のデータを利用して検証を行った。2000 年 1 ~ 12 月における実測値と推定値(時刻別値)の相関関係を図 6 に示す。併用モデルでは、JMA の



(a) 併用モデル



(b) (併用モデル-実測日射量なし)

図 6 実測値と推定値の相関関係

Fig 6. Hourly Estimation results by using proposed model.

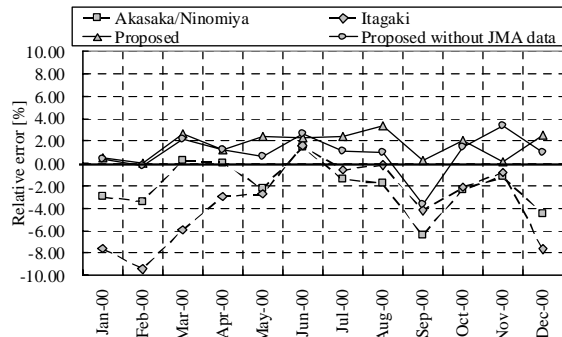


図 7 月積算値での相対誤差の比較

Fig .7 Monthly estimation results by using each model.

実測を利用するが、今回は、精度検証に JMA(館野)を利用しているため、JMA データを利用しない場合、および利用した場合について検証を行った。図 6 (a)は併用モデル、図 6 (b)は併用モデルで JMA の実測日射量を利用しなかった場合である。併用モデルでは高い相関関係が得られているが、日別日照率 4.0 未満についてそのまま実測日射量を用いているため当然の結果と言える。しかし、併用モデルで実測日射量を利用しなかった場合に、表 4 に示すように各日射領域で推定精度が大きく向上している。

図 7 には、月積算値での推定精度確認のため、2000 年 1 ~ 12 月における各モデルの実測値と推定値の相対誤差を示す。併用モデル、実測日射量を利用しなかった併用モデルともに ±5%以内で日射量が推定できており、太陽光発電の評価方法に十分実用できる。

表 5 は、全国 23 地点の地上気象観測所において、併用モデルの推定精度を検証した結果である。地上気象観測所は、先にも述べた通り全国に 65 地点ある。今回は、そのうち降雪、積雪の影響のない観測地点、およびデータに欠測のない 23 地点を選択した。赤坂・二宮らのモデル、板垣らのモデルは降雪、積雪を考慮したモデルであるが、AMeDAS 観測地点では十分なデータが得られないためである。検証は、最も精度が良く十分に利用価値があると判断された月積算値において行った。表 5 は、月積算値における推定精度を RMSE、平均相対誤差（各月の相対誤差絶対値の平均値）、相対誤差の標準偏差を用いて整理した結果である。対象と

なった地上気象観測所すべてにおいて併用モデルは、赤坂・二宮らのモデルより推定精度が良くなったと言える。しかし、気象観測所によって、併用モデルの推定精度が多少異なる結果となった。これは、併用モデルが、日射の地域特性に十分に対応できていないことが挙げられるが、各地の日射計の保守・点検状態によるところも大きい。提案した新手法の推定精度としては、23 地点の平均値より、併用モデルでは月積算値を相対誤差 2.0%弱、標準偏差 1.0%強と、高精度に推定可能であることを示した。

6. まとめ

PVシステムの評価に利用できる日射量推定方法として、気象庁が整備するデータインフラである、AMeDAS データおよび JMA データを併用したモデルを提案した。AMeDAS データの日照時間から日射量を推定する手法には、赤坂・二宮らのモデル、板垣らのモデルの 2 つを採用し、エアマスをしきい値として、それぞれの推定手法のもつ長所を生かすモデルとした。また、2 つ手法ともに補えない天候の悪い時には、日別日照率により、0.4 以下の場合には、JMA の実測にて代替する方法を提案し、その有効性を示した。AMeDAS、JMA を併用したモデルの結果として、23 地点の平均値では月積算値を相対誤差 2.0%弱、標準偏差 1.0%強と、高精度に推定可能であることを示した。

今回利用した AMeDAS、JMA データは、誰でも 1 ヶ月遅

表 6 AMeDAS 観測地点と地上気象観測所の天候の一致（地上気象観測所・館野 2000 年）

Table 6. The accordance ratio of the weather conditions between Tateno and AMeDAS sites under the condition of less than 0.4 of shine dilation ratio.

Observation stations	Akasaka/Ninomiya model			Proposed model without JMA data			Proposed model		
	RMSE [kWh/m2]	Relative error [%]	Standard deviation [%]	RMSE [kWh/m2]	Relative error [%]	Standard deviation [%]	RMSE [kWh/m2]	Relative error [%]	Standard deviation [%]
Utsunomiya	4.03	2.78	1.72	3.66	2.53	1.85	2.71	2.12	1.35
Maebashi	3.45	2.38	1.70	3.14	2.09	1.62	1.83	1.14	0.95
Tateno	2.33	1.66	1.47	2.04	1.56	1.12	2.69	1.64	1.15
Choshi	8.07	5.95	2.86	6.79	4.45	2.27	1.83	1.27	0.95
Tokyo	6.24	4.41	2.48	6.09	4.74	2.11	4.62	3.66	1.10
Kofu	1.95	1.33	1.35	1.89	1.49	1.68	1.29	1.08	1.00
Shimizu	7.69	5.37	3.79	6.97	4.56	3.33	3.59	2.67	1.85
Shizuoka	3.28	2.40	1.46	2.16	1.25	0.93	1.10	0.62	0.58
Nagoya	2.82	2.37	1.34	2.78	1.90	1.52	2.40	1.50	1.00
Nara	4.41	3.36	4.38	4.18	3.20	3.11	3.38	1.86	1.58
Osaka	7.63	4.38	3.48	7.04	4.01	3.80	4.90	3.20	2.80
Hiroshima	4.3	3.27	2.24	3.66	2.34	1.85	3.12	1.82	1.37
Takamatsu	2.90	2.14	1.05	2.29	1.41	1.00	1.89	1.38	1.01
Kochi	4.46	3.13	2.03	3.49	2.20	1.63	2.26	1.44	0.73
Matsuyama	5.19	3.29	1.73	4.43	2.31	2.06	3.19	1.56	1.64
Fukuoka	4.50	3.70	2.46	3.34	2.51	1.76	1.75	1.07	0.84
Oita	5.28	2.69	2.83	5.21	2.56	2.86	4.05	2.22	1.72
Saga	7.31	4.26	4.10	7.75	4.76	4.12	4.79	2.85	2.14
Nagasaki	4.17	2.87	1.87	3.91	2.61	1.63	2.59	1.45	1.28
Kumamoto	5.28	3.57	2.40	4.02	2.54	2.20	2.15	1.10	1.20
Miyazaki	4.44	2.94	2.29	3.49	2.16	1.66	1.35	0.75	0.76
Kagoshima	5.78	4.45	3.20	4.28	3.36	2.40	1.91	1.49	0.88
Naha	11.1	8.52	2.06	9.44	7.15	1.64	4.16	2.67	1.44
Average	5.07	3.53	2.36	4.44	2.94	2.09	2.76	1.76	1.27

れで CD-ROM にて入手が可能である。そのため、提案した手法を利用すれば、大がかりなシステムを必要とせず、全国任意地点における月積算日射量の推定が可能である。PV システムの発電量を月単位で把握することが可能となれば、システム出力係数による評価が可能となる。これまで発見できなかったトラブル早期発見などの運用管理に非常に有用であるといえる。本研究成果が、今後大規模に普及するであろう PV システムの運用管理、システム性能把握の評価手法に活用されることを期待する。

今後は、AMeDAS 10 分値を利用した手法及び、衛星雲画像も同時利用した手法の検討を行い、日積算、時積算日射量の推定精度向上を目指す。

文 献

- (1) T. OZEKI, T. IZAWA, K. Otani, K. KUROKAWA: "An Evaluation method of PV systems", Solar Energy Materials & Solar cells, Vol.75, No.3-4, p.687 (2003)
- (2) T. OZEKI, T. IZAWA, K. Otani, K. KUROKAWA: "An Evaluation method of Photovoltaic systems using measured data", Proceedings of JSES/JWEA Joint Conference (2001), pp.459-462 (2001) (in Japanese)
大関, 井澤, 大谷, 黒川 : 「太陽光発電システムの計測データを利用した評価手法に関する研究」, 太陽 / 風力エネルギー講演論文集 (2001), pp.459-462 (2001)
- (3) T. OZEKI, T. IZAWA, K. Otani, K. KUROKAWA: "An Evaluation method of PV systems", WCPEC 3rd, (2003)
- (4) 日本品質保証機構: 「公共施設等用太陽光発電フィールドテスト事業における収集データ評価解析」, 平成 11 年度 新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務報告書, (2002)
- (5) 株式会社資源総合システム: 「産業等用太陽光発電フィールドテスト事業における収集データ分析評価」, 平成 14 年度 新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務報告書, (2003)
- (6) 財団法人電気安全環境研究所/独立行政法人産業技術総合研究所: 「太陽光発電技術研究開発 大量導入に向けた共通基盤技術の研究開発及び調査 太陽光発電システム評価技術の研究開発」, 平成 14 年度 新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務報告書, (2003)
- (7) T. Yamaguchi et al., "Performance of PV systems Installed at National Colleges of Technology", Proceedings of JSES/JWEA Joint Conference (2003), pp.473-476 (2003) (in Japanese)
山口ら: 「国立高専に設置された太陽光発電システムの発電特性」, 太陽 / 風力エネルギー講演論文集 (2003), pp.473-476 (2003)
- (8) 自然エネルギー推進市民フォーラム: 「自然エネルギー推進市民フォーラム データ分析報告書」, (2003)
- (9) 西日本再生可能エネルギー推進市民フォーラム: 「自然エネルギー推進市民フォーラム データ分析報告書」, (2003)
- (10) 井上, 黒川, 「Dual センサ型日射計」, 電気学会
- (11) K. Otani, et al.: "Solar energy mapping by using cloud images received from GMS", First World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, WCPEC-1, p. 805-808 (1994)
- (12) Richard Perez, Robert Seals and Antoine Zelenka: "Satellite Remote Sensing vs. Network Interpolation", Proceedings of ASES, (1996)
- (13) H Ohwada, and M. Tokuno: "Estimation of Solar Irradiation by GMS-5 Visibke Data, 第 24 回学術講演会論文集, リモートセンシング学会, (1998)
- (14) PV system.net <http://www.pvsystem.net>
- (15) (株)OM 研究所: 「OM 気象データハンドブック」, (1997)
- (16) 曾我, 赤坂, 二宮: 「全日射量から斜面日射量を推定する各種モデルの比較」, 日本建築学会計画系論文集, 第 519 号, (1999/5), pp31-38
- (17) 曾我, 赤坂, 二宮: 「全日射量から直達日射量を推定する各種モデル

- の比較と評価」, 日本建築学会計画系論文集, 第 512 号, (1998/10), pp17-24
- (18) 日本気象協会: 「日射関連データの作成調査」, 平成 9 年度 新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務報告書, (1998)
- (19) A. Tanaka et al., "Secular change follow-up study of power generation efficiency of PV for Residential House, Part.1", Proceedings of JSES/JWEA Joint Conference (2003), pp.473-476 (2003) (in Japanese)
田中ら: 「住宅用太陽電池発電量の経年変化追跡 (その 1)」, 太陽 / 風力エネルギー講演論文集 (2003), pp.473-476 (2003)
- (20) .T. IZAWA, T. OZEKI, K. Otani, K. KUROKAWA: "", Proceedings of JSES/JWEA Joint Conference (2002), pp. (2002) (in Japanese)
井澤, 大関, 大谷, 都筑, 黒川: 「太陽光発電の簡易評価」, 太陽 / 風力エネルギー講演論文集(2002), pp. (2002)
- (21) 太陽光発電所ネットワーク Web site : <http://www2.greenenergy.jp/>
- (22) 気象庁 Web site : <http://www.jma.go.jp>
- (23) (財) 気象業務支援センター Web site : <http://www.jmbc.or.jp>
- (24) 社団法人 日本建築学会: 「拡張アメダス気象データ」, (2000)