太陽光スペクトル分布を考慮した 太陽電池モジュールの出力評価

学生員 平 田 陽 一 (東京理科大)

正 員 谷 辰 夫 (東京理科大)

Evaluation of Photovoltaic Modules Considered Spectral Solar Radiation

Youichi Hirata, Student Member, Tatsuo Tani, Member (Science University of Tokyo)

For optimum design of photovoltaic power systems, it is very important to estimate their annual maximum amount of output. In general, the annual maximum amount of output has been calculated by using photovoltaic module efficiency under irradiance of 1 kW/m^2 at AM 1.5 with solar cell temperature of 25°C . Since the spectral distribution of solar radiation changes with weather, season and time, the efficiency of solar cells is not always constant. This paper describes a method evaluating the maximum amount of output in photovoltaic modules, "the spectral method", by using the measured annual spectral solar radiation and the spectral response of various photovoltaic modules.

The calculated values using the spectral method agreed well with the measured values for amorphous silicon photovoltaic modules from March, 1991 to February, 1992. The spectral method proved most effective for optimum design of amorphous silicon photovoltaic power systems.

キーワード：最適設計，太陽光スペクトル分布，太陽電池モジュール，最大出力量

1. 緒 言

太陽光発電システムの設計では，太陽電池アレイの年間出力積算量の予想が非常に重要な要素となる。一般に年間出力積算量は，基準光（日射強度 1 kW/m^2 ，AM1.5，素子温度 25°C ）照射時の太陽電池の変換効率を基本にして求められている。しかし，季節，天候，時間によりエアマス，水蒸気量などが変化し，太陽光スペクトル分布が変化するため，変換効率は必ずしも一定ではない⁽¹⁾⁽²⁾。エアマス（Air Mass）とは，太陽直達光が通過する大気の層の厚さを表したものであり，太陽が天頂位置（太陽高度 90° ）にあるときエアマス 1 としている。エアマス値が大きいと，大気中の空気，酸素，水分子，エアロゾルが主に 700 nm 以下の波長の光をよく吸収し，水蒸気が多いと水分子が主に 700 nm 以上の波長の光をよく吸収する。季節で夏期と冬期を比較した場合，夏期は冬期よりも太陽高度が高いためエアマス値が小さく，水蒸気は多

い。そのため，夏期は冬期に比べ短波長成分の光が多い。そのため，分光感度が短波長にあるアモルファスシリコン太陽電池は，夏期に変換効率が増えることが予想される。従って，太陽光スペクトル分布を考慮した，太陽電池アレイのより正確な年間出力積算量を求め，システム設計に反映させる必要がある⁽²⁾。最近では，太陽電池の出力量の計算に太陽光スペクトル分布を考慮すべき，との提案も見られるようになった⁽³⁾。

本論文は，年間の太陽光スペクトル分布を含む日射強度の測定データと，太陽電池モジュールの基本特性を用いて，年間の太陽電池モジュールの出力量を求める手法（スペクトル法）について論述し，この方法と従来から一般に行われている方法より求めた二つの計算値と測定値を比較したものである。すなわち本論文では，まず分光日射計で測定した日射強度と，ソーラシミュレータで測定した多結晶，アモルファスシリコン太陽電池モジュールの分光感度特性などの基本特性から，各々の太陽電池モジュールの出力を求めるスベ

図 1 測定装置概観図
Fig. 1. Measuring system.

クトル法を提案する。次いで、本方法による計算結果と、従来より一般に行われている日射量と変換効率の積から出力量を求める方法（従来法）による計算結果と、本学校舎屋上に設置されている太陽電池モジュールの測定結果とを比較した。その結果、スペクトル法は太陽光発電システムの設計に有効であることを明らかにしている。

2. 測定装置と測定方法

著者らは、本学屋上に多結晶シリコン (K 社, LA 441 J 59), アモルファスシリコン (S 社, 30 F 3) の太陽電池モジュール (以下, 多結晶シリコン太陽電池モジュール, アモルファスシリコン太陽電池モジュールを多結晶 Si, アモルファス Si と略記), 熱電対, 全天日射計 (英弘精機, 精密全天日射計 MS-801), 分光日射計 (英弘精機, 波長別全天日射計 MS-131 WP) を 35.5° に傾斜させ真南に設置し, 各種のデータを計測している。図 1 に測定装置概観図を示した。

まず, 各々の太陽電池モジュールの短絡電流, 開放電圧, 曲線因子, 最大出力などの各種データの瞬時値が, パソコン制御の IV カーブトレーサ (英弘精機製, IV カーブトレーサ MP-123 B) より 5 分ごとに出力され, これらのデータを 30 分ごとに平均した値をデータ処理に用いている。また, 同時に各モジュールの裏面温度 (本論文ではこれをセル温度とした), 全天日射強度, 表 1 に示すように 6 分割された波長帯別の日射強度のデータが, 30 分ごとに 30 分間の平均値がデータロガーに自動記録されている。表 2 には測定中の 2 種類の太陽電池モジュールの定格を示した。ただし, 面積比率, 変換効率比率は多結晶 Si の面積, 変換効率の値を 1 としたときの比率である。なお, この値は 1990 年 7 月にソーラシミュレータを用いて測定した値である。

表 1 分光日射計の測定波長帯
Table 1. Wavelength band of global spectroradiometer.

チャンネル	波長帯 (nm)
CH ₁	305 ~ 395
CH ₂	395 ~ 495
CH ₃	495 ~ 590
CH ₄	590 ~ 695
CH ₅	695 ~ 850
CH ₆	850 ~ 2,800

表 2 太陽電池モジュールの定格
Table 2. Photovoltaic modules.

太陽電池の種類	最大出力 P_{max} (W)	面積比率 (m ²)	変換効率 比率 (%)
多結晶 Si	57.9	1.00	1.00
アモルファス Si	21.0	0.91	0.40

日射強度 1.0 kW/m², AM = 1.5, 素子温度 25°C

図 2 分光日射計による太陽光スペクトル分布の測定例 (1991 年 4 月 30 日 12:00~12:30)
Fig. 2. Example of solar spectral radiation by using spectroradiometer.

分光日射計とは, 長年の使用により信頼性が実証されている全天日射計に 6 種類のカットオフフィルタを組み合わせることで, 表 1 に示す波長帯別の日射強度

図 3 IV カーブトレーサによる多結晶 Si の測定例
Fig. 3. Example of polycrystalline Si by using IV curve tracer.

図 4 太陽電池モジュールの分光感度特性⁽¹⁾
Fig. 4. Characteristics of spectral response for photovoltaic modules.

を測定するものである。それぞれのカットオフフィルタは、ある波長域をシャープカットし、その光のみを透過するものである。図 2 には分光日射計の測定結果の一例を示した。ただし、図中では 1,200 nm 以上の部分を省略している。

IV カーブトレーサとは、太陽電池モジュールの I - V 特性を自然光や人工光により測定することを目的としたもので、電流制御回路により負荷を段階的に変化させ、そのときの電流、電圧を測定するものである。図 3 に IV カーブトレーサによる多結晶 Si の測定結果の一例を示した。

一方、ソーラシミュレータを用いて基準光の日射強度をいろいろに変化させ、その光を測定開始時の太陽電池モジュールに照射した。そして、2 種類の太陽電池モジュールの諸特性、日射強度 (I_{rr}) に対する短絡電流 (I_{sc})、開放電圧 (V_{oc})、最大出力 (P_{max})、曲線因子 (FF)、IV カーブを取得した。また、基準光

を両太陽電池モジュールに照射し分光感度特性を決定した。その結果を図 4 に示した。ソーラシミュレータは(財)日本機械電子検査検定協会 (long pulse 型) の装置を使用した。

3. 太陽光に占める有効スペクトルの割合

太陽光スペクトル分布は、季節、天候、時間の条件により変化するが、それがどの程度なのか、また基準光と比べてどのくらい異なるのか知られていない。そこで、太陽光スペクトルの変化量を調べる予備検討を行うため、有効スペクトルという手法を以下に述べる。

図 4 に示すように、太陽電池モジュールは多結晶 Si、アモルファス Si それぞれ分光感度をもっている。それぞれの分光感度帯は、多結晶 Si で 305~1,200 nm、アモルファス Si で 305~820 nm であり、それ以外の波長帯の光には反応しない。多結晶 Si はアモルファス Si に比べ分光感度帯が広く、太陽光スペクトル分布のばらつきによる影響が少ないことが推測できる。そこで本論文では、分光感度帯に入射する光を有効スペクトル、太陽光に占める有効スペクトルの割合を有効スペクトル比と名づけた。この様子を図 5 に示す。

それぞれ太陽電池モジュールの有効スペクトル A_{sr} は次式で与えられる。多結晶 Si は、

$$A_{sr} = \sum_{n=1}^5 Q_n + 0.561 Q_6 \dots \dots \dots (1a)$$

アモルファス Si は、

$$A_{sr} = \sum_{n=1}^4 Q_n + 0.849 Q_5 \dots \dots \dots (1b)$$

図5 太陽光に占める有効スペクトルの割合
Fig. 5. Available spectral radiation.

ただし、 Q_n ($n=1\sim6$) は表1に示す CH_n の波長帯別の日射強度とした。また、(1a)式の Q_6 、(1b)式の Q_5 にかかる係数は以下に示す方法で求めた。太陽電池の分光感度帯は、多結晶 Si では表1の CH_1 から CH_6 の波長帯の途中まで、アモルファス Si では CH_1 から CH_5 の波長帯の途中までにあたるので、多結晶 Si では CH_6 、アモルファス Si では CH_5 の波長帯に占める有効スペクトルの割合を基準光スペクトルを用いて計算し、それぞれ Q_6 、 Q_5 の係数とした。

また、これより有効スペクトル比は A_{sr}/I_{rr} より求められ、各月、年間の有効スペクトル比 AI は、

$$AI = \int_0^t A_{sr} dt / \int_0^t I_{rr} dt \quad \dots\dots\dots (2)$$

より求められる。ただし、 t は各月、年間の日照時間とする。

4. 太陽電池モジュールの最大出力計算法

太陽電池モジュールの最大出力計算法の概略図を図6に示した⁽⁴⁾。ただし最大出力の計算値は、常にセル温度補正および透過率補正が施されているものとする。透過率補正とは、太陽電池モジュール表面ガラスに付着する塵埃による太陽光透過率の低下を考慮したもので、その値については後に<5・2>節で述べる。セル温度補正および透過率補正は次式で行った。

$$P_{\max} = D \times P_0 [1 - \alpha(t - 25)] \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 D ：透過率補正係数、 P_0 ：25°Cの出力、 α ：温度補正係数、 t ：セル温度

ただし α の値は、多結晶 Si では 0.005/°C、アモルファス Si では 0.002/°C とした⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

<4・1> 一定効率による最大出力計算法 (従来法)

本論文では、太陽電池モジュールの変換効率を一定と仮定して最大出力を計算する、従来より行われている方法を従来法と名づけた。以後、本論文では従来法という。

図6 太陽電池モジュールの最大出力計算法の概略図⁽⁴⁾

Fig. 6. Flowchart of calculating the maximum output of photovoltaic modules.

その従来法による最大出力 $P_{c.\max}$ は、日射強度と変換効率の積と(3)式より求まる。以下にその式を示す。

$$P_{c.\max} = D \times I_{rr} S \eta \times [1 - \alpha(t - 25)] \quad \dots\dots\dots (4)$$

ただし、 S ：太陽電池モジュールの面積、

η ：変換効率

<4・2> 太陽光スペクトルを考慮した最大出力計算法 (スペクトル法) 本論文では、太陽光スペクトルを用いて太陽電池モジュールの最大出力を計算する方法をスペクトル法と名づけた。以後、本論文ではスペクトル法という。

(1) 日射強度に対する $V_{oc} \times FF$ の関係式：①

ソーラシミュレータを用いて、図3のように I_{rr} に対する太陽電池モジュールの V_{oc} 、 FF の値を測定し、その積 $V_{oc} \times FF$ の関係式を決定する。以後、本論文では $V_{oc} \times FF$ を K と表記する。

(2) 分光感度特性：② ソーラシミュレータを用いて太陽電池モジュールに基準光を照射し、その分光感度特性を図4のように決定する。

(3) 短絡電流 I_{sc} ：③ 短絡電流は次式より求めることができる。

$$I_{sc} = D \times \sum_{n=1}^6 (Q_n \times R_n) \quad \dots\dots\dots (5)$$

ただし、 R_n ($n=1\sim6$) は図4の分光感度を表1に示す CH_n の波長帯ごとに平均した値とし、表3にその値を示す。また、(5)式の Q_n に基準光の値を代入し $D=1$ としたときの I_{sc} の計算値と定格値との差は、多結晶 Si、アモルファス Si で2%以下である。

(4) 最大出力 $P_{s.\max}$ ：④ K と I_{sc} の積と(3)式より、スペクトル法による最大出力 $P_{s.\max}$ の値が求まる。以下にその式を示す。

表 3 波長帯別分光感度
Table 3. Spectral response in each wavelength band.

(単位: A/kW/m ²)		
分光感度	多結晶 Si	アモルファス Si
R ₁	0.62	0.74
R ₂	2.23	1.95
R ₃	3.79	2.84
R ₄	4.89	2.46
R ₅	5.45	0.42
R ₆	0.49	0

$$P_{s,max} = KI_{sc} \times [1 - \alpha(t - 25)] \dots\dots\dots (6)$$

5. 結果と考察

〈5・1〉 太陽光の有効スペクトル比 まず、基準光スペクトル⁽¹⁾と(1a), (1b)式を用いて基準光の有効スペクトル比を計算した。その結果、多結晶 Si では 0.83, アモルファス Si では 0.58 となった。次に、1991 年 3 月～1992 年 2 月の波長帯別の日射強度の測定データを用いて、(1a), (1b)式より各月の太陽光の有効スペクトル量および日射量の積算値を求め、(2)式より有効スペクトル比を求めた。その結果を図 7 に示した。同図には、基準光の有効スペクトル比も示してある。図 7 に示されるように、両太陽電池モジュールとも 1 年を通して基準光よりも太陽光のほうが有効スペクトル比が大きい値を示している。

次に、各月と同様に 1 年間の太陽光の有効スペクトル量および日射量の積算値を求め、それより有効スペクトル比を計算し、結果を表 4 に示した。同表には、基準光の有効スペクトル比も示してある。表 4 の基準光比よりわかるように、基準光よりも太陽光のほうが多結晶 Si で 3%, アモルファス Si で 9% 年間の有効スペクトル量が多いことがわかる。このことより、太陽光スペクトルが太陽電池モジュールの出力に影響を与えることがわかる。

〈5・2〉 最大出力計算結果 太陽電池モジュール表面ガラスに付着する塵埃は、その出力低下の原因となる。そこで、塵埃による太陽光透過率の低下について実験を行った。図 8 は 1992 年 3 月 24 日～7 月 13 日までプレパラート (76 mm×26 mm×1 mm, 白板ガラス) を多数太陽電池モジュールのそばに設置し、1 枚ずつ取り込んでその塵埃のみの透過率を分光光度計 (日立製作所, 自記分光光度計 U-3210) で測定したものである。これより、太陽電池モジュールの太陽光透過率は平均して 0.93 であるとし、この値を (3) 式の透過率補正係数とした。

図 7 各月の有効スペクトル比
Fig. 7. Available spectral ratio.

表 4 年間の有効スペクトル比
Table 4. Available spectral ratio.

	多結晶 Si	アモルファス Si
太陽光 AI	0.850	0.635
基準光 AI	0.828	0.582
基準光比	1.03	1.09

図 8 塵埃による太陽光透過率の低下
Fig. 8. Decrease of solar transit rate by dirt.

(1) 1 日の結果 多結晶 Si, アモルファス Si の 1991 年 6 月 8 日 (晴天日) 4～19 時の測定データ (30 分ごとの平均値) を用いて、従来法、スペクトル法による最大出力の計算を行った。その結果を以下に示す。

まず、従来法による最大出力 $P_{c,max}$ は、(4)式より求めた。

次に、スペクトル法による計算結果について述べる。 I_{rr} に対する I_{sc} , V_{oc} , P_{max} , FF をそれぞれ図 9 (a), (b) に示した。このデータはソーラシミュレータを用いて取得したものである。次に、これより求めた I_{rr} に対する K の近似式をそれぞれ (7a), (7b) 式に示す。

多結晶 Si :

$$K = (2.53I_{rr}^3 - 7.32I_{rr}^2 + 7.83I_{rr} + 13.12) \times 1.18 \dots\dots\dots (7a)$$

アモルファス Si :

$$K = (7.46I_{rr}^3 - 19.64I_{rr}^2 + 16.43I_{rr} + 7.44) \times 1.96 \dots\dots\dots (7b)$$

(I_{rr} : 日射強度 (kW/m²))

(a) 多結晶 Si

(b) アモルファス Si

図 9 太陽電池モジュールの特性データ
Fig. 9. Characteristics of photovoltaic modules.

(a) 多結晶 Si

(b) アモルファス Si

図 10 日射強度に対する短絡電流
Fig. 10. Short circuit current to irradiance.

(5)式より求めた I_{sc} の計算値およびその測定値をそれぞれ図 10(a), (b) に示した。両者の値はほぼ一致していることがわかる。

K と I_{sc} の積と (3) 式より、スペクトル法による最大出力 $P_{s,max}$ を求めることができる。

図 11(a), (b) は日射強度に対する従来法による $P_{c,max}$ 、スペクトル法による $P_{s,max}$ および測定値 $P_{m,max}$ を多結晶 Si、アモルファス Si について示したものである。

これらの結果が示すように、晴天日の $P_{s,max}$ と $P_{m,max}$ はほぼ一致している。

(2) 各月の結果 (1991 年 3 月～1992 年 2 月)

以上の手法を 1991 年 3 月～1992 年 2 月の 1 年間の測定データに適用した。

表 5 には、各月と年間の日射量、従来法による $P_{c,max}$ の積算値および $P_{c,max}$ を基準にしたときのスペクトル法による $P_{s,max}$ 、測定値 $P_{m,max}$ の比率が示してある。表 5 を図示したものが図 12(a), (b)、図 13 である。

まず、各月の積算値の推移について述べる。 $P_{c,max}$

の積算値を基準にしたとき、多結晶 Si の $P_{s,max}$ 、 $P_{m,max}$ の積算値の差は表 5、図 12(a) が示すように 14% 以下で、 $P_{s,max}$ と $P_{c,max}$ の値にあまり差がなく、測定値に影響を与えたと考えた太陽光スペクトル分布の違いが明言できなかった。

また、アモルファス Si については、 $P_{s,max}$ 、 $P_{m,max}$ の積算値の差は表 5、図 12(b) が示すように 13% 以下で、両者の傾向の一致が見られた。これより、太陽光スペクトル分布の違いが影響していることがわかった。

両太陽電池モジュールの $P_{s,max}$ と $P_{m,max}$ の各月の積算値が異なる原因としては、スペクトル法の (6) 式で用いている K が太陽光スペクトル分布により変化することが影響していると考えられる。また、アモルファス Si については、ステグラール・ロンスキー効果による影響も考えられる。また、多結晶 Si の場合に $P_{s,max}$ が $P_{c,max}$ よりも $P_{m,max}$ との誤差が大きいの原因としては、表 1 に示される分光日射計の CH 6 の波長帯が広く、その部分の多結晶 Si の分光感度帯が 850～1,200 nm と狭いため、スペクトル法の短絡電流

を求める(5)式の $n=6$ の項の部分で計算誤差を生じたものと考えられる。

次に、年間の積算値について表5、図13より述べる。多結晶Siについては、 $P_{c,max}$ の積算値を基準にしたとき、 $P_{m,max}$ と $P_{s,max}$ の年間積算値の差は7%、

$P_{m,max}$ と $P_{c,max}$ の差は5%であった。また、アモルファスSiについては $P_{m,max}$ と $P_{s,max}$ の年間積算値の差は1%、 $P_{m,max}$ と $P_{c,max}$ の差は11%で、スペクトル法は従来法より10%も正確に求まった。

(a) 多結晶Si

(b) アモルファスSi

図 11 日射強度に対する最大出力
Fig. 11. Maximum output to irradiance.

(a) 多結晶Si

(b) アモルファスSi

図 12 各月の出力積算量
Fig. 12. Output amount in each month.

表 5 各月の出力積算量 (1991年3月～1992年2月)

Table 5. Maximum amount of output in each month (from March 1991 to February 1992).

(積算量の単位: kWh/m²・月)

月	日射量	多結晶Si			アモルファスSi		
	I_{irr} 積算値	$P_{c,max}$ 積算値	$P_{s,max}$ 比率	$P_{m,max}$ 比率	$P_{c,max}$ 積算値	$P_{s,max}$ 比率	$P_{m,max}$ 比率
3	88.5	8.98	0.97	1.01	3.55	1.06	0.99
4	114.2	11.23	0.98	0.99	4.53	1.10	1.02
5	136.1	13.16	0.99	1.01	5.36	1.14	1.08
6	98.6	9.31	0.99	1.05	3.85	1.16	1.16
7	98.8	9.13	0.99	1.09	3.82	1.17	1.22
8	104.8	9.71	0.99	1.10	4.06	1.18	1.27
9	65.5	6.28	0.98	1.12	2.57	1.15	1.28
10	56.3	5.49	0.98	1.11	2.23	1.10	1.21
11	79.9	7.99	0.97	1.08	3.19	1.06	1.09
12	68.4	7.00	0.96	1.06	2.76	1.01	1.02
1	90.3	9.27	0.97	1.06	3.64	1.03	1.01
2	98.0	10.06	0.97	1.04	3.95	1.03	1.01
年間	1099.4	107.61	0.98	1.05	41.88	1.10	1.11

図 13 年間の出力積算量
Fig. 13. Output amount in a whole year.

6. 結 論

本論文では、太陽光スペクトル分布を含む日射データと太陽電池モジュールの分光感度特性など、基本特性を用いて太陽電池モジュールの出力量を求めるスペクトル法を提案した。また、この方法と従来法、更に測定結果を比較、検討した。その結果、次のことがわかった。

(1) 年間の太陽光と基準光の有効スペクトル量を多結晶 Si、アモルファス Si について計算した結果、基準光よりも太陽光のほうが多結晶 Si で 3%、アモルファス Si で 9%年間の有効スペクトル量が多いことがわかる。このことより、太陽光スペクトルが太陽電池モジュールの出力に影響を与えることがわかる。

(2) 年間の出力積算量を従来法を基準として、スペクトル法、測定値と比較した。その結果、多結晶 Si では測定値とスペクトル法の差が 7%、従来法との差が 5%で、あまり違いが見られなかった。多結晶 Si は分光感度帯が広く、太陽光スペクトルによる影響が少ないと考えられる。

(3) アモルファス Si では測定値とスペクトル法の差が 1%で、スペクトル法は従来法より 10%も測定値に近い値で求めた。アモルファス Si は、スペクトル法の各月の出力積算量の推移が測定値に近く、太陽光スペクトルによる影響を強く受けていることがわかる。これより、アモルファス Si ではスペクトル法が年間出力積算量の予想に有効である。

なお、スペクトル法の精度向上のためには、今後以下に示すような課題を明らかにし、スペクトル法の計算に考慮することが求められる。

- (i) ガラス表面に付着する塵埃により変化する太陽光透過率の時間変化
- (ii) K と太陽光スペクトル分布との関係
- (iii) 日射強度、太陽光スペクトル分布により変化する太陽電池モジュールの分光感度特性
- (iv) 850~1,200 nm の波長帯の太陽光スペクトルの測定方法

本研究を行うにあたり、御協力いただいた(財)日本機械電子検査検定協会、ならびに(株)三洋電機の関係各位に深謝する次第である。

(平成 4 年 7 月 22 日受付, 同 5 年 1 月 7 日再受付)

文 献

- (1) 谷・原田・杉田:「都心部における太陽電池モジュールのエネルギー的評価」, 昭 63 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, No. 9
- (2) 古屋・谷:「都心部における太陽電池モジュールのエネルギー的評価II」, 平 2 同上, No. 21
- (3) Stefan Nann & Keith Emery: "New proposals for energy rating of photovoltaic devices", 1991 Solar World Congress
- (4) 平田・小林・古屋・谷:「太陽光スペクトルを考慮した太陽電池モジュールの出力特性」, 平 2 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, No. 8
- (5) 辻:「太陽エネルギー」, 太陽エネルギー学誌, 9, No. 6, 31 (昭 58-11)
- (6) 桑野・武田:太陽電池ガイドブック, p. 27 (平 2) パワー社

平 田 陽 一 (学生員)

昭和 41 年 3 月 3 日生。平成 5 年 3 月東京理科大学修士課程工学研究科電気工学専攻修了。同年 4 月同博士課程工学研究科電気工学専攻入学, 現在に至る。太陽エネルギー利用技術に関する研究に従事。日本太陽エネルギー学会学生員。

谷 辰 夫 (正員)

昭和 15 年生。41 年 3 月名古屋工業大学大学院工学研究科修士課程修了。同年 4 月通産省電気試験所(現, 電子技術総合研究所)入所。同エネルギー部太陽エネルギー研究室長を経て, 63 年 4 月東京理科大学工学部教授, 現在に至る。工学博士。エネルギー変換工学担当。