

太陽光発電システム普及助成策の効果と影響

Effect of Supporting Program for High Penetration of PV System

キーワード：太陽光発電，普及過程，普及規模，設置形態，普及助成策

今村 栄一 内山 洋司

はじめに

増大するエネルギー需要，石油供給の不透明感，地域規模の環境問題など，エネルギーを巡る諸情勢を考慮すると，エネルギー源の多様化と同時に非化石エネルギー源の積極的な普及促進を図ることが必要となってきた。このような状況の中で，分散型電源の普及が期待されている。特に，分散型電源技術の中でも実用化技術の開発が順調に進んでいる太陽光発電システム（以下，PV システムと訳す）には大きな期待がもたれている。このような状況の中，新エネルギー技術の普及を支援するために，1992年1月末に電気事業は需要家の設置した分散型電源からの余剰電力を積極的に買い取る方針を打ち出した。また，系統連係のためのガイドラインも作成され，公共部門及び家庭部門に対する助成策の実施により，多数の住宅・公共施設において PV システムの設置が進んでいる。

一方，PV システムの価格は 1 kWp 当たり 200 万円と高価であるため，普及促進のためには積極的な助成策を実施する必要がある。

著者らは分散型電源の普及量評価に関して概略検討¹⁾²⁾を行い，分散型電源として特に有望な PV システムの普及分析を行うために，発電技術等の技術的要件を考慮しつつ，補助金の利用に対する判断基準として，システムが経済的に成り立つかどうかにかかわらず普及過程分析モデルを開発した³⁾。

本稿では，第 1 章でこの普及過程分析モデルの特徴を紹介し，第 2 章において種々の普及助成策が将来の普及量および資金助成策の投資効果に与える影響について紹介する。そして，第 3 章において普及による将来の太陽光発電技術産業への影響や環境問題への効果を紹介する。

1. 普及過程分析モデルの特徴

図 1 にフレームワークを示した本分析モデルは，需要家端に設置される分散型電源の発電技術を経済的成立性と市場普及関数とから評価する方法によって将来の普及量の分析を行う。すなわち，建設費から算定された発電コストが需要家の許容限界コストより小さくなった時点が普及開始年として評価される。

普及開始後の普及過程は，通常，新技術の普及量分析に用いられるロジスティック関数により求まる。各年の普及量は，地域別／普及先別に分けたシステムの設置形態すべてについて同時に評価される。各年の累積普及量は設備の生産習熟の評価に使われる。すなわち，生産習熟によって分散型電源技術の発電コストは，次第に低下していき，様々な需要家に技術が普及していくことになる。通常，普及初期においては，建設費から算定された発電コストが需要家の許容限界コストより高くてもその技術を導入する innovator が存在するが，その設置数は商用プラントの普及開始後の普及量に比して十分に小さい。従って，innovator による設置は

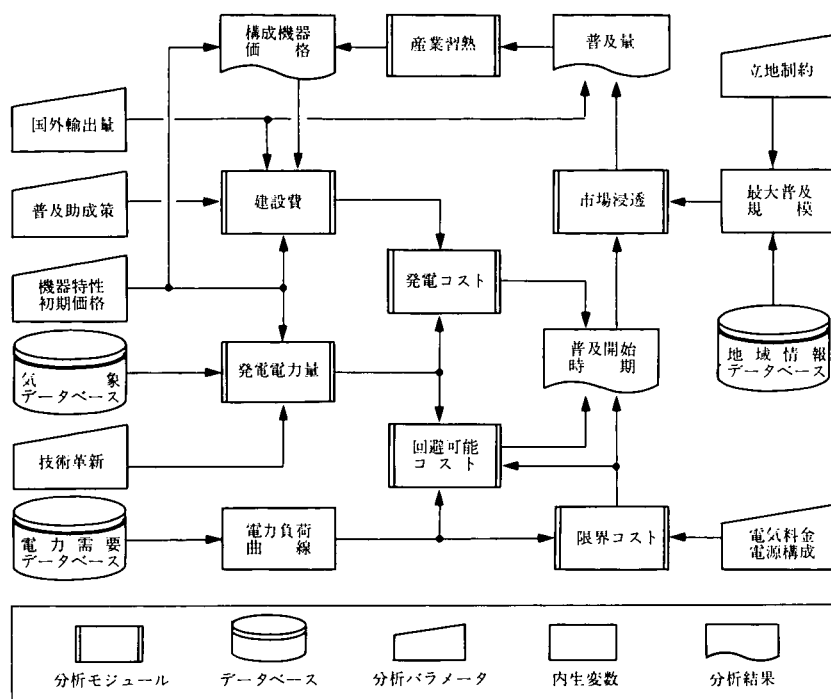


図 1 PV システム普及分析モデルのフレームワーク

構成する種々の機器の累積生産量と機器のコスト低下に影響を与えない。また、資金助成はここで言う分散型電源利用時の年総経費を軽減するために用いられるため、助成金が用意されていても、システムが経済的に成立しなければ助成金が利用されることはない。

この分析モデルは以下のような特徴を持つ。

- (1) 全国を気象条件等により 36 の地域に分割して精査に分析を行う。
- (2) 家庭部門のみならず、公共部門、産業部門、業務部門等、すべての部門について 100 種以上の施設におけるシステムの経済的成立性を同時に評価する。
- (3) システムを構成する機器を 20 以上に分ける事で、市場浸透による機器毎の将来の価格低下を求める。
- (4) 感度解析として資金助成策のみならず、電気料金制度やエネルギーコストの増加などの社会的条件、将来の技術目標の達成度などの技術的条件について評価分析を行うことができる。

(5) 得られる普及量の他、助成金の総額や低下したコストを用いてコストベネフィット分析を行うことができる。

2. 普及助成策が普及に与える影響

2.1 助成額が普及過程に与える影響

現在、NEDO では 2000 年までにセル効率を 20% とし、2010 年までに薄膜化技術の商用化によりセルコストの低減を行うことを目標としている。本分析ではこの技術開発目標を踏まえて 2000 年までのセル効率を 17%、2000 年以降のセル効率を 20% と仮定した。

助成期間は 1994 年～2008 年の 15 年間を想定した。普及促進策としては初期時点で出来るだけ、市場に受け入れられやすくする事が望ましい。本稿では初期段階に重点的に助成を行う政策を仮定した。つまり、初期の 5 年間は助成率を 75% とし、次の 5 年間は 67%、最後の 5 年間は 50% の助成を行うとした。

年助成額を 40 億円とした場合、徐々に普及が進むものの、2030 年頃までは急速な普及は

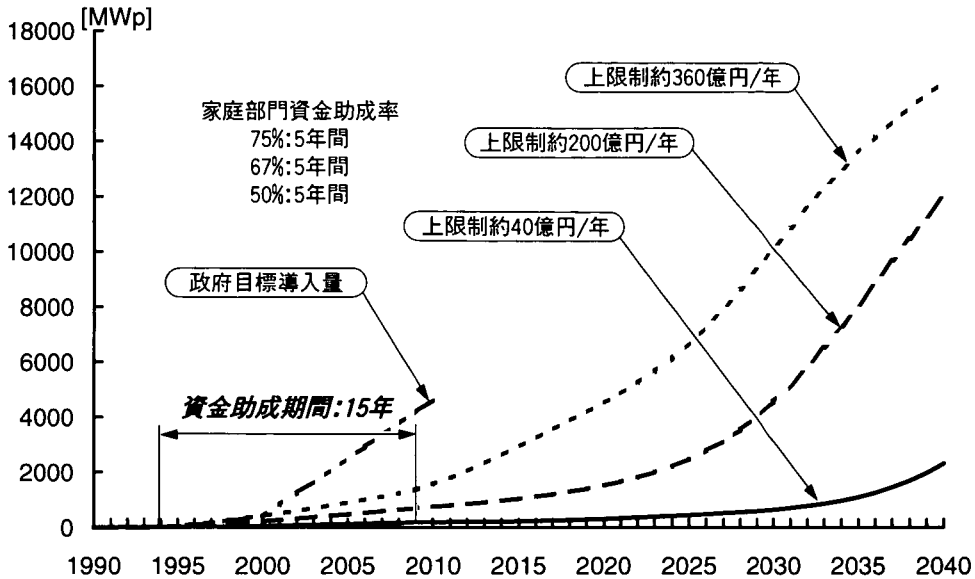


図 2 助成率動的変更下での年間助成額の影響

見込めない。一方、年間の助成額を 360 億円程度とした場合、来世紀前半に急激な普及が見込まれる。このとき、2010 年での普及量は 100 万 kWp 程度が見込まれる。また、2040 年までの普及量は 1500 万 kWp に達する。

現在の政府目標は、初期段階において急激に普及促進を図り、早い時期に多くの設置先にシステムを設置することを意味する。この影響については次章で改めて分析を行う。また、年間の助成金を 360 億円、助成総額として 1500 億円を投資した場合でも、2010 年での普及量は

160 万 kWp にとどまる。従って、政府の導入目標 460 万 kWp (2010 年) の導入規模を達成するためにはさらに多くの助成金を用意することが必要となる。

2.2 資金助成額と普及量

資金助成総額と 2040 年での普及量の関係を見た場合 (図 3)、資金の投入量と普及量の間には非線形的な関係が見られる。つまり、将来の普及量が大量の資金投入により線形的に増えるのではなく、図 3 から明らかなように年間の助成額がある水準を超えると、増額による

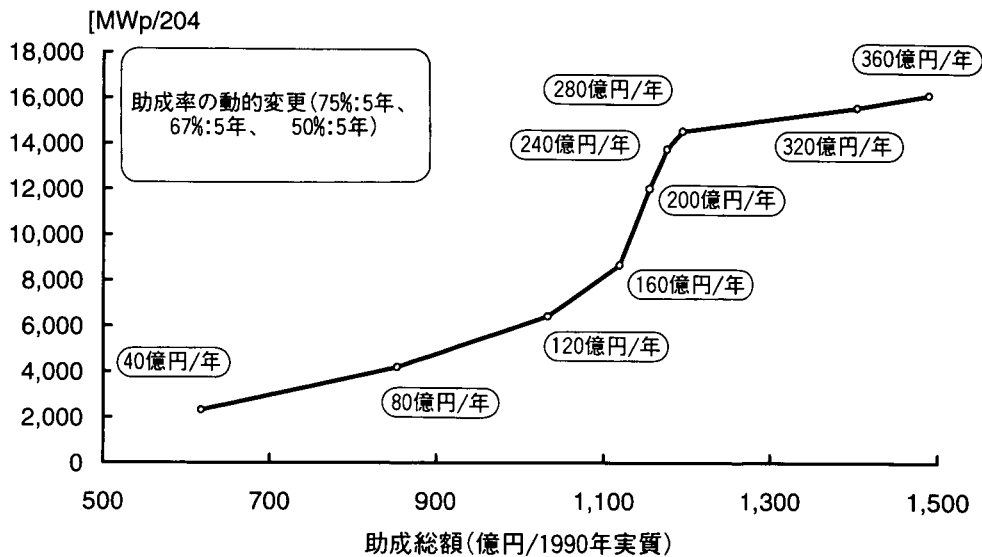


図 3 助成率動的変更下での 2040 年時点の普及量と資金助成総額との関係

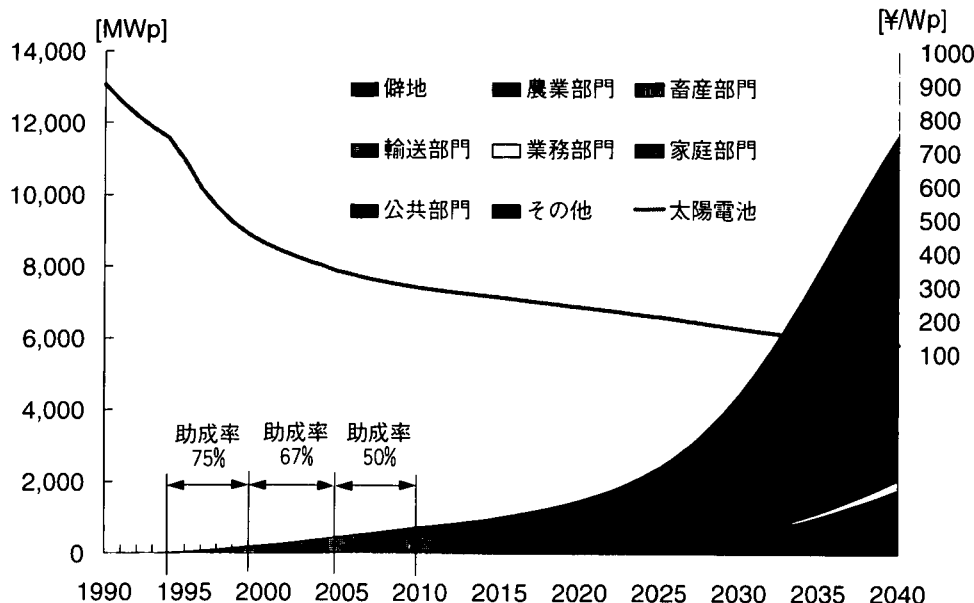


図4 部門別太陽光発電システム普及過程（年間助成額：200億円）

2040年での普及量の伸びは鈍化する。

2.3 太陽光システムの普及量

最大普及規模¹⁾がもっとも大きな家庭部門では15年間²⁾の助成期間を終了した後も、普及が停滞することなくそのまま進む(図4)。これは、15年間にわたる資金助成により、システム価格が低下し、2009年に家庭部門では発電コストが限界費用より低くなるためである。このケースでは家庭部門での普及量はおよそ700万kWpに達する。家庭部門の潜在普及規模³⁾が約800万kWp⁴⁾であることから、家庭部門の設置可能先のほとんどに太陽光システムが設置されたこととなる。また、公共部門での普及量はおよそ240万kWpになり、公共部門の最大普及規模のおよそ半分に相当する。

地域別に普及動向をみると、2030年頃までに中部地域での普及量が比較的大きくなる事が予想される。この理由として、普及初期段階では限界費用の高い独立型システムが主として設置されるため、山間部を多く抱える中部地域での普及量が大きくなる。また、戸建住宅を中心に設置される家庭部門での普及が2010年代より加速されるため、戸建て住宅の比率が大きい地域での普及量が大きくなる。従って、集合住

宅に居住する需要家が相対的に多い。大都市圏を抱える東京・関西地域は重要家数に比べて普及量が小さくなる。

九州地域では2030年以降急激に普及が進み、2040年には250万kWpの規模となる。九州地域では戸建て住宅の比率が比較的高いこともあるが、良好な日射条件により、逆潮流を発生しない系統連携型のシステムが経済的に成立する。一方、九州地域と同様に良好な日射条件に恵まれた沖縄地域では需要家の数が少ないことから、普及量として20万kWpにとどまっている。

- i) 最大普及規模 (Maximum Potential) とは立地制約を考慮した上で、設置できる最大のシステム量をさす。
- ii) オランダにおいては、風力発電システムの普及促進のため、10年間にわたり資金助成策を継続した結果、風力発電機産業が産業として成立するようになり、世界で最も安価な風力発電機を作るようになっている。
- iii) 潜在普及規模 (Maximum Potential) は現実的に設置できるシステムの量を表す。一方、現実的に設置できるかどうかを別として、すべての施設・建物に設置した場合のシステム量を究極普及規模 (Ultimate Potential) と呼ぶ。
- iv) 著者が秋葉原で実際の価格を1995年3月に調査したところ、50Wp~60Wpのパネルが約60,000円~約80,000円程度(1,200円/Wp前後)の価格で販売されていた。流通量が少ないこともあり、NEDO調査価格の約2倍の価格で販売されていることは記憶にとどめておく必要がある。しかしながら、1995年4月までに販売を開始した新モデルでは家庭用システムの価格は1,200円/Wpとなっている。

表 1 助成率動的变化下での普及量と年間助成額

助成金 支出上限	普及量 [MWp]				助成総額 [億円]
	2010	2020	2030	2040	
40 億円/年	183. 71	305. 97	643. 03	2, 307. 48	618. 45
200 億円/年	748. 90	1, 523. 09	4, 547. 76	11, 996. 96	1, 154. 79
360 億円/年	1, 567. 50	4, 501. 64	10, 104. 07	16, 096. 25	1, 489. 88

家庭部門助成率：5年間75%，5年間67%，5年間50%，習熟係数：0.8，海外輸出伸び率3%，限界費用上昇率：2000年以降1%，システム効率13%，達成時期：2000年

表 2 助成率動的变化下での普及量と年間助成額

助成金 支出上限	PVセル価格 [円/Wp]					
	1990	2000	2010	2020	2030	2040
40 億円/年	900	595	435	365	298	251
200 億円/年		425	293	237	173	126
360 億円/年		367	245	174	134	114

前提条件は表1と同じ

比較的望ましい年間助成額と考えられる200億円/年のケースの場合、1990年に流通経費を含めて900円/Wp^{iv)}のPVセル価格は、表2に示すように2010年には1990年の約1/3である293円/Wpまで、2040年には126円/Wpまで低下する事が見込まれる。

3. 普及による影響

3.1 普及による生産量への影響

PVシステムが普及しても生産量が極端に変

動する様な場合にはセルを生産する産業に大きな影響を与え、長期的に見て適切な生産計画を立てることが難しくなる場合もあり得る。まず、年間のPVセル生産と年間助成額との関係からPVシステムの普及による影響を明らかにする。

年間助成額が360億円では2030年以降生産規模が急速に縮小する。この理由としてはPVパネルの寿命を30年としているため、2000年代前半に設置されたシステムが2030年代にリ

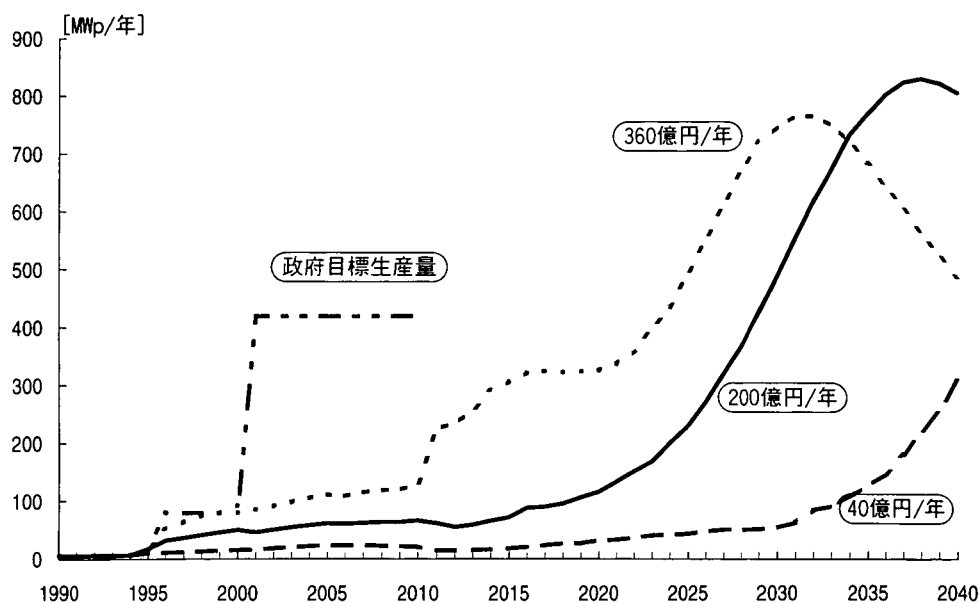


図 5 太陽光パネルの年間生産量

プレースされる。このことは新規の市場が残り少ないときには、主たるパネルの需要がリプレース分となることを意味する。2030年代のリプレース分は2000年代に設置された物であるため、需要規模は10万kWp程度になる。従って、急激な普及により2030年代までに総普及量が1500万kWp程度と成った場合には、普及規模が大きく見込まれている部門のほとんどにシステムが普及する。この結果、市場としてはリプレース需要以外に大きな普及先が無いため、市場規模が縮小していくのである。

年間助成額が200億円の場合には徐々に生産規模が拡大していくため、年間360億円の場合と対照的な結果となる。ただし、年間助成額が200億円では補助期間の終了時に一部の地域において普及が停滞するため、生産規模が若干落ち込む。2008年までの助成期間、年間の生産規模は現在の8倍程度の5万kWpとなる。

年間助成額40億円のケースでは評価期間中急激な普及は見込めないものの、助成期間終了後の生産規模の急激な減少もなく徐々に生産規模が拡大し、2010年には生産規模が現状の4倍程度の2万5千kWp、2025年過ぎに5万kWpになる。

一方、現在の政府導入目標、2000年40万kWp、2010年460万kWpを達成するために必要な生産量は今世紀中は現在の約20倍の10万kWp、2000年代は更に4倍の40万kWpの生産規模を達成しなければならない。また、年間助成額360億円ケースで急激な生産規模の縮小を起こした1500万kWpの導入規模に達するの

は、2030年より前となり、モデル計算の場合と同様の理由で2030年以降急激な生産規模の縮小が予想される。

3.2 普及によるCO₂排出量への影響

太陽光発電システムの普及に伴うCO₂排出量の削減効果を明らかにするためには、普及した太陽光発電システムによる発電電力量を明らかにする必要がある。年間の助成額を200億円としたケースでは2040年に発電電力量として156億kWhが見込める。この発電電力量は1994年に全国の電力会社が需要家に供給した電力量6861億kWhの2.4%に相当する。

この発電電力量を用いて、太陽光発電システムがピーク時間帯に運用されている石油火力発電システムと代替し、また、2040年までピーク対策用の電源として石油火力発電が用いられると仮定した時の石油燃料消費の削減量とCO₂削減効果を算出した。石油火力発電所の運転に伴う燃料消費によるCO₂排出量原単位を192[g-C/kWh]⁵⁾とした。

PVシステムの普及により2040年には年間405万klの石油の消費を抑制する。また、炭素換算で301万tのCO₂の排出が抑制される。炭素換算で301万tのCO₂は1991年のわが国の年間CO₂排出量31,880万t-Cの0.9%、電気事業と自家発電による年間のCO₂排出量10,998万t-Cの2.7%に相当する。

おわりに

助成金利用の選択に関する判断基準がシステムの経済的成立性に従うとした普及分析モデル

表3 太陽光発電システム普及による影響
(年間助成額200億円ケース)

	2010	2020	2030	2040
設備容量 [万kWp]	75	152	455	1,200
発電電力量 [億kWh]	9.9	20.9	60.9	156.5
石油燃料削減量 [万kl]	26	54	158	405
CO ₂ 削減量 [万t-C/年]	19	40	117	301

を用いた今回のシミュレーション分析によって以下の事が明らかとなった。

- (1) 将来の普及促進を図る観点からは初期に高助成率を適用し段階的に助成率を下げていくことが必要となる。今回の分析では、75%、67%、50%と5年毎に段階的に助成率を下げる施策の普及促進効果が大きいことが定量的に示された。
- (2) 年助成額が増えるにしたがって将来の普及量も大きくなるが、年間の助成額がある水準以上になると、投資した額の伸びに比べて普及量の伸びは鈍くなる。今回の分析では200億円/年の助成金を用意することが将来の普及量に対する投資の効果が最も大きくなる。
- (3) 年助成額が200億円及び360億円の場合には2040年までに約100円/W_p近くまで価格が下がるが、年助成額40億円では約250円/W_pまでしか下がらない。
- (4) 長期的に見て、普及初期段階からの急激にシステムが普及し、2020年代までに市場に大量のシステムが普及した場合、2030年以降急激に市場の規模が縮小する。
- (5) 年助成額が200億円のケースでは助成期間の終了後、市場が徐々に拡大してい

き、2030年代に1000億円事業に成長する。この場合でも、2035年頃から市場規模が徐々に小さくなるものの、急激に市場が縮小するようなことはない。

- (6) 年助成額を200億円とした場合には、排出削減量は2040年で約300[万t-C/年]のCO₂排出が抑制される。しかし、助成額上限を約1.5倍の360億円/年としても排出削減量は約97[万t-C/年]多い、約397[万t-C/年]にしかない。

[参考文献・引用報告書]

- [1] 今村, 内山, 「新エネルギー導入過程の検討」, 電気学会電力技術研究会, PE92-189, 1992年10月
- [2] 内山, 今村, 「分散型電源の導入評価手法の開発—太陽光発電と風力発電の導入ビジョン—」, 電力経済研究 No. 31, 1992年10月
- [3] 今村, 内山, 「分散型電源普及分析手法と太陽光発電システム普及分析モデルの開発」, 電力中央研究所報告Y93009, 1994年6月
- [4] 今村, 内山, 「太陽光発電システムの普及分析」, 電力中央研究所報告Y94011, 1995年5月
- [5] 内山, 山本, 「発電プラントの温暖化影響分析」, 電力中央研究所報告Y91005, P13, 1992年

(いまむら えいいち
技術評価グループ
うちやま ようじ
技術評価グループ)