

東京電力の自然エネルギーへの取り組み

2002年10月24日

東京電力株式会社

はじめに

(1) 自然エネルギーとは

わが国では太陽光や風力などを総称して新エネルギーという言葉で呼ぶことが多いが、新エネルギーとはわが国独自の概念である。

新エネルギー法（平成9年制定）によって、新エネルギーとは、

- ・ 経済性の制約から十分に普及していないものの、
- ・ 石油代替エネルギーの導入拡大に必要なもの

と定義されている。

新エネルギーは大きく、再生可能エネルギー、リサイクル・エネルギー、従来型エネルギーの新しい利用形態、の3つに分類されるが、一般的に自然エネルギーとは再生可能エネルギー、のことを指している。

なお、再生可能エネルギーは欧米で renewable energy として統計上整理されているが、その分類は国・地域によってまちまちであり、一概に比較することは困難となっている。

新エネルギーの種類

再生可能エネルギー

- ・ 太陽光発電
- ・ 太陽熱利用
- ・ 風力発電
- ・ バイオマスエネルギー

リサイクル・エネルギー

- ・ 廃棄物発電・廃棄物熱利用
- ・ 廃棄物燃料製造
- ・ 未利用エネルギー
(温度差エネルギーなど)

従来型エネルギーの新しい利用形態

- ・ 燃料電池
- ・ 天然ガスコジェネレーション
- ・ クリーンエネルギー自動車

欧米におけるrenewable energyの定義

IEA	EU	イギリス	ドイツ	フランス	アメリカ
水力 地熱 太陽 風力 潮力・波力・海洋 ヒートポンプ 固体バイオマス・蓄糞 ・木質系 ・農業廃棄物 ・黒液等 気体・液体・バイオマス ・埋立地ガス ・下水ガス ・バイオアルコール・エステル 廃棄物 ・産業廃棄物 ・一般廃棄物	水力(含む揚水) 地熱 太陽 風力 バイオマス ・農林廃棄物 ・エネルギー作物等 バイオガス	水力(大規模・小規模) 地熱 太陽 風力 バイオマス ・一般用木材 ・産業用木材 ・わら燃焼 ・その他バイオ燃料 (農場廃棄物分解、 家禽厩肥、廃タイヤ、 産業・医療廃棄物含む) ・下水ガス ・埋立地ガス ・一般固体廃棄物	水力 太陽 風力 バイオマス ・固形燃料 ・液体燃料 ・ガス	水力 太陽 風力 潮力 バイオマス ・木質系 ・バイオ燃料 ・バイオガス (埋立地ガス、 農業廃棄物)	水力 地熱 太陽 風力 バイオマス ・木材、木材廃棄物、 ビート、木材スラッジ ・農業廃棄物 ・わら ・魚油 ・埋立地ガス ・一般固体廃棄物 ・廃タイヤ ・その他の廃棄物

注1: 水力はEU以外は一般水力
注2: 太陽は太陽光・太陽熱を含む

(2) 自然エネルギーの特徴と位置付け

太陽光・風力などの自然エネルギーは、枯渇することのない貴重な国産エネルギー、かつ原子力と同様、発電時にCO₂を排出しないクリーンなエネルギー。

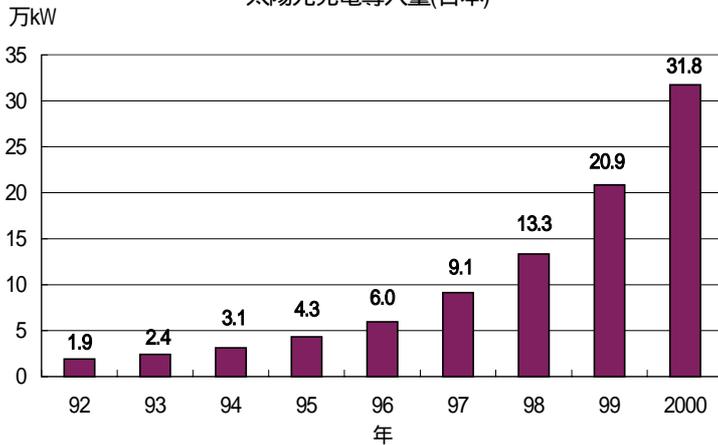
しかし、経済性、供給安定性、利用技術など課題も多いことから、あくまでも主力電源を補完する電源と位置づけられている。

わが国においては、電力会社の取り組みと行政による支援策が相俟って、欧米に勝るとも劣らない自然エネルギー導入が図られてきた。

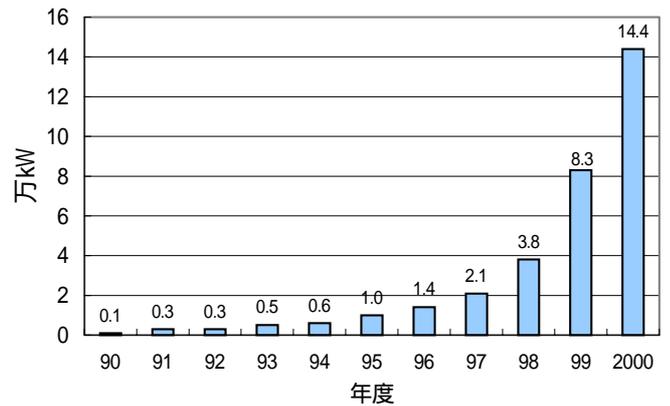
太陽光：31.8万kWで世界一の水準

風力：30万kW程度だが、近年北海道や東北など風況のよい地域を中心に導入量が急増。

太陽光発電導入量(日本)



風力発電導入量推移 (日本)



太陽光並びに風力発電の導入量の国際比較(万kW)

	太陽光 (2000年)	風力 (2001年)
日本	31.8	30.0
ドイツ	11.4	875.3
オーストラリア	2.9	9.5
イタリア	1.9	69.7
オランダ	1.3	48.3
フランス	1.1	8.5
韓国	0.4	0.8
スウェーデン	0.3	28.0
イギリス	0.2	48.5
デンマーク	0.1	241.7
アメリカ	13.9	424.5

太陽光・風力発電の現状

	太陽光	風力
コスト	<ul style="list-style-type: none"> [住宅用システムの場合] ○発電原価67円～81円/kWh程度 	<ul style="list-style-type: none"> ○発電原価 16～25円/kWh (好風況地点の場合)
スペース	<ul style="list-style-type: none"> [平地での発電所の場合] ○20m²/kW (効率10%・メンテナンススペースなど含む) ○100万kW規模の原子力発電所と同量の年間発電電力量を得るためには約130km²の広大な面積が必要 (山手線内の面積(63km²)の2倍あまり) ・100万kW級原子力発電所1基の約360倍の面積 	<ul style="list-style-type: none"> ○250kW級ユニット(高さ30m・羽の直径28m)2台の建設・保守にサッカーグラウンド(50m×100m)位の広さが必要 ○火力・原子力発電所と同じ電力量を風力発電で生み出すには、火力・原子力発電所の約100倍の面積が必要
稼働率	<ul style="list-style-type: none"> ○夜間に電力は得られず天候・気温にも出力が左右される ○年間設備利用率 約12% (原子力発電は約80%) 	<ul style="list-style-type: none"> ○風速約5m/s以上が必要 ○年間設備利用率 20～30%程度 (好風況地点の場合)

出典：通産省資料(1999年7月)
中央電力協議会資料(1999年9月)

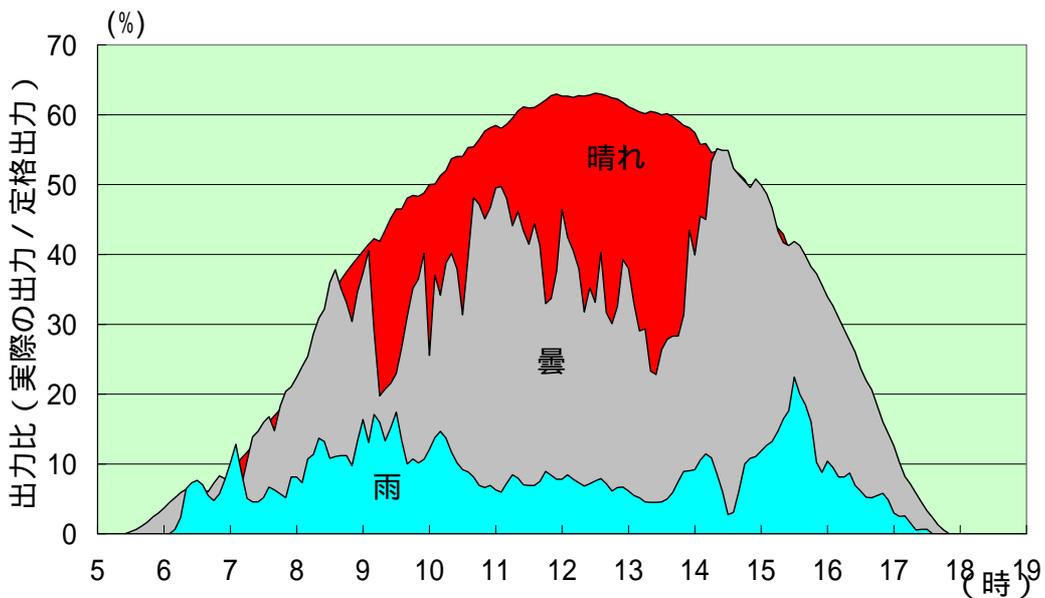
(出所)太陽光:IEA Web Site (2000年末実績)、
風力:WindPower Monthly HP (2001年末実績)

(3) 太陽光発電の特徴

光を受けると電気を発生する太陽電池（光電池）を利用した発電方式。エネルギー源がクリーンで無尽蔵である反面、大きな電力を発生させるためには広大な面積を必要とするうえ、天候に左右され、夜間は使用できないという特徴がある。日本は太陽光発電の導入量は世界一で、まだまだ難しい課題がありながら分散型電源としての利用が広がっている。

長所	短所
<ul style="list-style-type: none"> ・ 枯渇する心配がない ・ 発電時に CO₂ などを出さない ・ 需要や地形に合わせて自由に設計できる ・ 地上のどこでも発電できる ・ 設備規模の大小にかかわらず効率が一定 ・ システムが単純で保守管理が容易 	<ul style="list-style-type: none"> ・ エネルギー密度が低く、火力・原子力と同じ電力量を得ようとすると広大な面積が必要 ・ エネルギー変換効率が 10% 程度と低い ・ 雨、曇りの日や夜間は発電できない ・ 設備にかかるコストが高い

太陽光発電の出力推移（夏季）



太陽光発電のエネルギー密度とコスト(住宅用)

エネルギー密度	発電コスト	システム価格
0.1kW / m ² (10m ² / kW)	66 円 / kWh	94 万円 / kW

出所) 新エネルギー部会資料

(参考)

原子力発電のエネルギー密度：2.8kW / m² (0.36m² / kW) (通産省/平成元年)

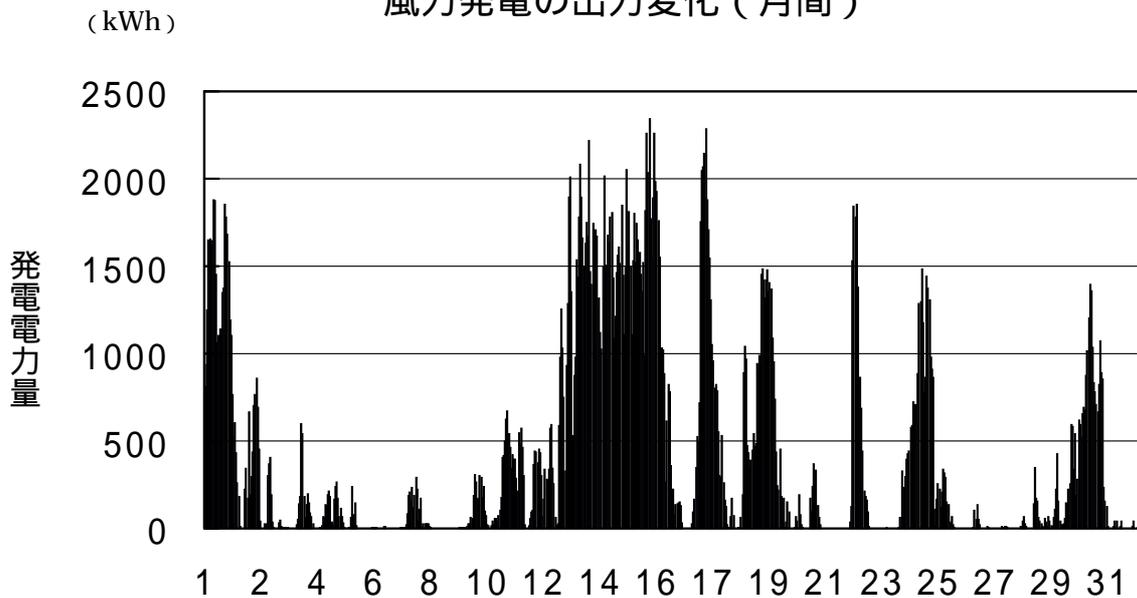
(4) 風力発電の特徴

風が風車を回す力で発電機を回して発電。1973年のオイルショック以降、風力発電は石油に替わる新エネルギーとしてアメリカ、カナダなど世界で脚光を浴び、世界的に導入量は急増している。2001年末の世界合計の導入量は約2400万kW。

風のエネルギー密度が小さいことやエネルギー変動の大きいこと、日本においては風力発電に適した場所の気象条件が厳しく、耐久性や信頼性などが課題。

長所	短所
<ul style="list-style-type: none"> ・ 枯渇する心配がない ・ 発電時にCO₂などを出さない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ エネルギー密度が低く、火力・原子力と同じ電力量を得ようとするとな大な面積が必要 ・ 風向き、風速に季節的、時間的な変動があるほか地形や気象の影響を受けやすく、発電が不安定 ・ 風車が回転する時に騒音が発生 ・ 設備にかかるコストが高い

風力発電の出力変化（月間）



風力発電のエネルギー密度とコスト（事業用）

エネルギー密度	発電コスト	設置コスト
6.25 × 10 ⁻³ kW / m ² (160m ² / kW)	10 ~ 14 円 / kWh (大規模)	21 ~ 24 万円 / kW (大規模)
	18 ~ 24 円 / kWh (中小規模)	24 ~ 37 万円 / kW (中小規模)

．これまでの電力会社の取り組み

(1) 研究用および自家用新エネルギー設備等の導入

太陽光発電、風力発電を研究用、自家用設備として先導的に導入。

東京電力が導入した新エネルギー設備は次の通り

【太陽光発電】：57カ所、709kW

・当社事業所などに太陽光発電設備を設置。(平成3年度～)

【風力発電】：500kW

・八丈島風力発電所(500kW, 事業用)

【地熱発電】：3,300kW

・八丈島地熱発電所(3,300kW)

(株)ユーラスエナジーホールディングスに出資(2002年10月1日)

設立年月日：平成13年11月1日(トーメンパワーホールディングスとして設立)

事業内容：風力を中心とする再生可能エネルギーによる発電事業

八丈島地熱・風力発電所の概要

八丈島の電力需要は、3千～1万kW程度の幅で変動。地熱発電所(平成11年3月営業運転開始)をベース供給力とした上で、内燃力発電所(1ヶ所：ディーゼル発電、総出力：11,100kW、燃料：A重油)を需要変化にきめ細かく対応させることで、内燃力発電の燃料消費量を削減。

また、平成13年2月には電力貯蔵システム(NAS電池)を風力発電所(平成12年3月営業運転開始)に併設。風力発電の出力安定化の実証試験を開始した。

八丈島風力発電所の概要

1．所在地 東京都八丈島八丈町中之郷 2872番地

2．風力発電設備の出力等

- ・出力 500kW
- ・機器製造 エネルコン社(独)
- ・風車中心の高さ 44m
- ・風車羽根の長さ 19.2m
- ・風車羽根の枚数 3枚
- ・発電機 多極同期発電機(可変速インバータ付)
- ・発電開始風速 2.5m/s
- ・発電停止風速 25m/s
- ・定格出力風速 14m/s
- ・建設費 約1.8億円
- ・設備の特徴 羽根の角度を自動調節できるようにしたほか、可変速インバータを設けたことによって電圧・周波数を一定に保つ機能に優れる。

(2) 余剰電力購入メニュー・事業用風力購入メニューの導入

お客さまが設置された発電設備の余剰電力は、お申し出頂いた全量を購入。特に太陽光、風力については、普及促進に向けた最大限の協力として当社からの販売価格と同額で購入。

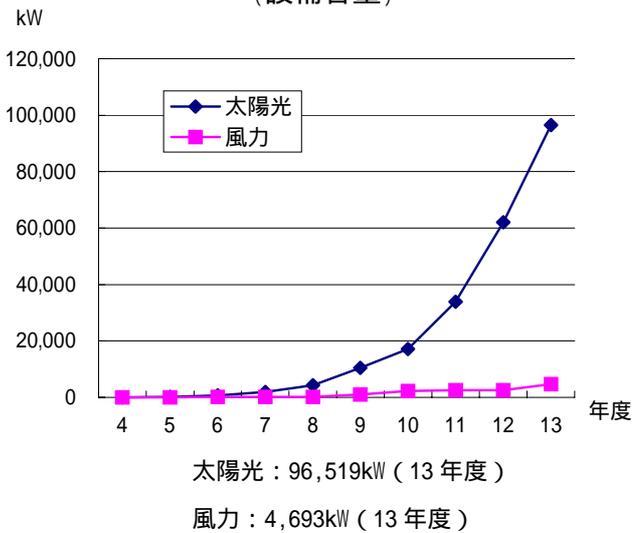
事業化が進んでいる風力発電については、長期かつ安定的に購入する事業用風力メニューを設定。

(東京電力の例では、15年の長期契約で11.7円/kWh：火力燃料費相当の4～5円/kWhに比べ、大幅に割高)

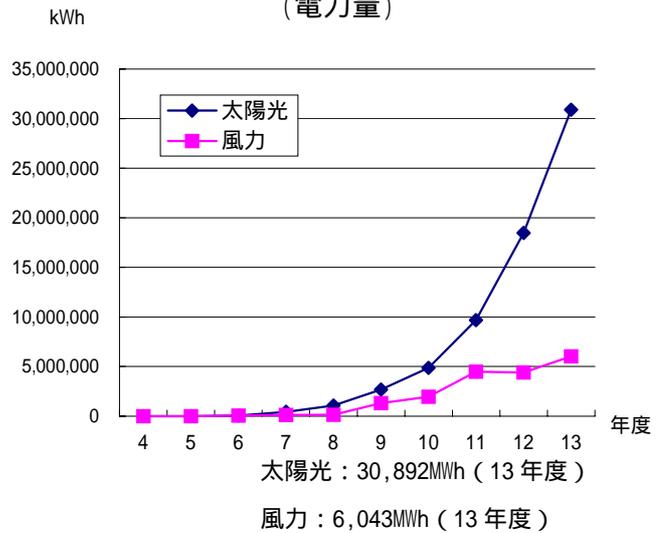
さらに、大規模化・技術革新によりコスト低減が進んでいる大規模事業用風力(出力2,000kW以上)については、グリーン電力基金の実施と併せ、入札制度を導入。購入価格にコスト低減効果を反映させる仕組みとした。

余剰電力購入の実績(東京電力)

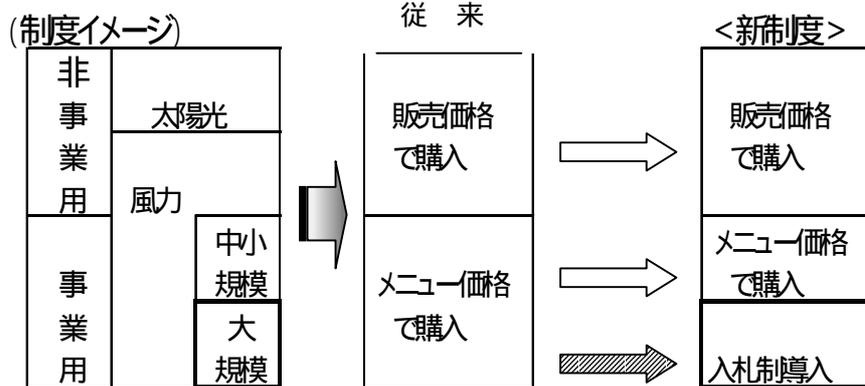
太陽光・風力からの余剰電力購入
(設備容量)



太陽光・風力からの余剰電力購入
(電力量)



風力発電購入制度の合理化(イメージ)



(3) 市民団体の支援

余剰電力購入に加え、NGOや消費者団体と共に自然エネルギーの普及を支援するためのプロジェクトを実施。

(東京電力の例)

太陽光発電の実用性研究への助成を実施。

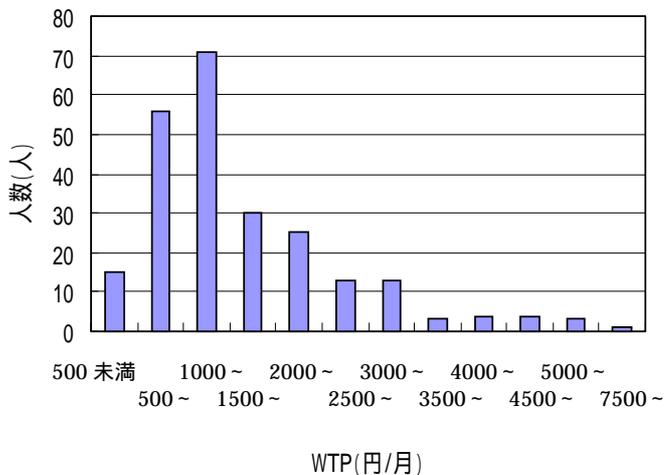
平成9年、11年と2度募集を行い、合計95件の応募に対し11件へ助成。助成総額は1億1千万円。太陽電池用材料、インバータ、地域的発電特性等について、それぞれ2年間の研究助成を実施した。

生協・環境NGOと協調した太陽光発電設備設置助成プロジェクトを実施。

- 助成額 50万円/kW(1件あたり上限3kW)
- 394件、848kW相当に助成(平成9~11年度、系統連係型)
- 発電量などのデータを第三者を交え評価、報告会を開催・公表
- WTP(Willingness to Pay: 支払い意志)社会調査を2度実施。わが国にもグリーン電力に対するWTPが諸外国と同程度ある可能性を示す。

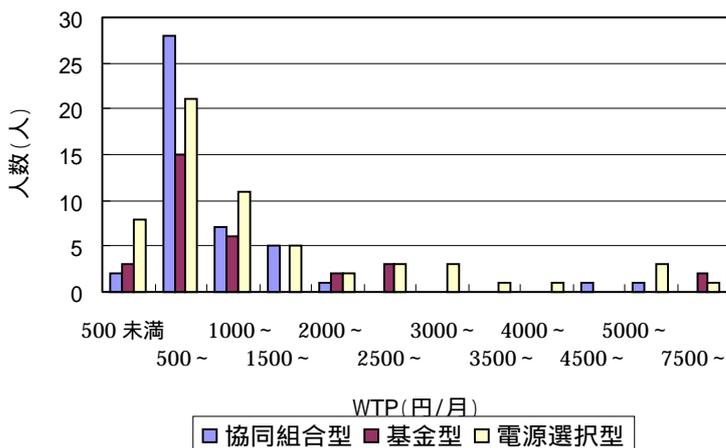
WTPの調査結果

第一回社会調査結果



回答者の6割強に自然エネルギーの購入意志があり、1000円前後(電気料金の10%程度)の支払いを容認していることが分かった。

第二回社会調査結果



第一回調査に比べ具体的かつ現実的な制度案を示したところ、賛同者の割合が減少し、明確に拒否した人の割合が増加。支払い意志額も低めとなった。調査における支払い意志の表明と実際の支払い行動の間には大きな差が生じることを考慮すべきとの示唆を得た。

グリーン電力制度

更なる新エネルギー普及促進のためには、消費者・行政・電気事業者が一体となり、フレキシブルな方策を採ることが望ましい。

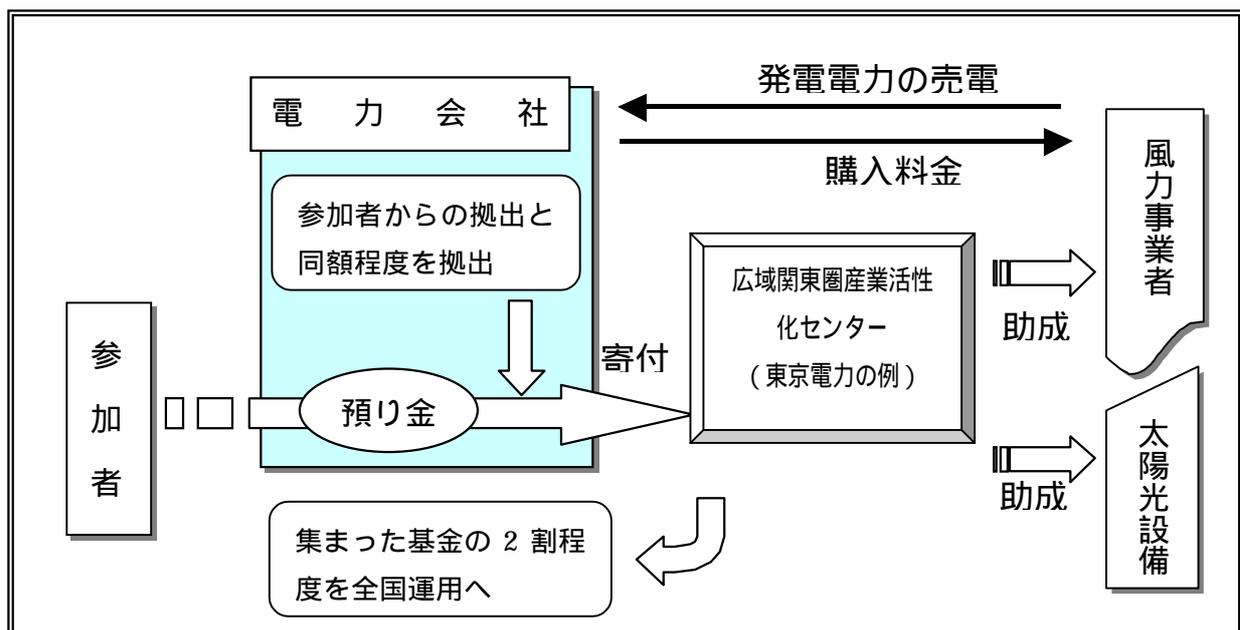
電力業界はこのような試みの一つとして、平成12年7月14日の総合エネルギー調査会新エネルギー部会において、消費者、企業の環境貢献への拠出希望と電力会社の支援を一体的に有効活用する「グリーン電力制度」の導入を提案、賛同をいただいた。

消費者、企業の多様なニーズに対応し、「一般消費者向けの制度」=グリーン電力基金(平成12年10月1日制度開始)、「企業向けの制度」=グリーン電力証書システム(平成12年11月1日受託会社設立)を導入。

(財)広域関東圏産業活性化センター(東京電力サービス区域)が運営するグリーン電力基金の平成14年10月16日現在の加入状況は 15,031件 18,214口。

- ・ 平成13年度は、風力入札落札者(4250kW)に対し、1円/kWh・5年間の助成を決定。
- ・ 太陽光発電助成については、公共性を有する設備に対して1kW当たり10万円を12件、116kWの助成を決定。
- ・ 平成14年度については、公共性を有する太陽光発電設備30件・422.05kWに対して5,944.5万円の助成を決定。風力発電については、東京電力の事業用風力発電入札の落札3事業者(31,500kW)に約8,000万円を助成予定。

【グリーン電力基金のイメージ】



一般消費者向けの制度「グリーン電力基金」

- ・ 一口当たり予め設定した拠出金を電気料金と一緒に集金。
- ・ 電力会社は参加者からの拠出金と併せ一定額を基金に寄付。
- ・ 公益的な第三者機関である各地域の活性化センターが基金の運営に当たり、透明性を確保。基金運営方針、助成方針等については市民団体代表、学識経験者から成る「グリーン電力基金委員会」において協議。
- ・ 風力事業者、公共性を有する太陽光発電設備への助成を実施。
- ・ 風力発電には風況による地域偏在性があるため、基金の一部を全国運用。

グリーン電力証書システムに従って自然エネルギー発電を受託する事業会社として、平成 12 年 11 月に日本自然エネルギー株式会社が設立された。

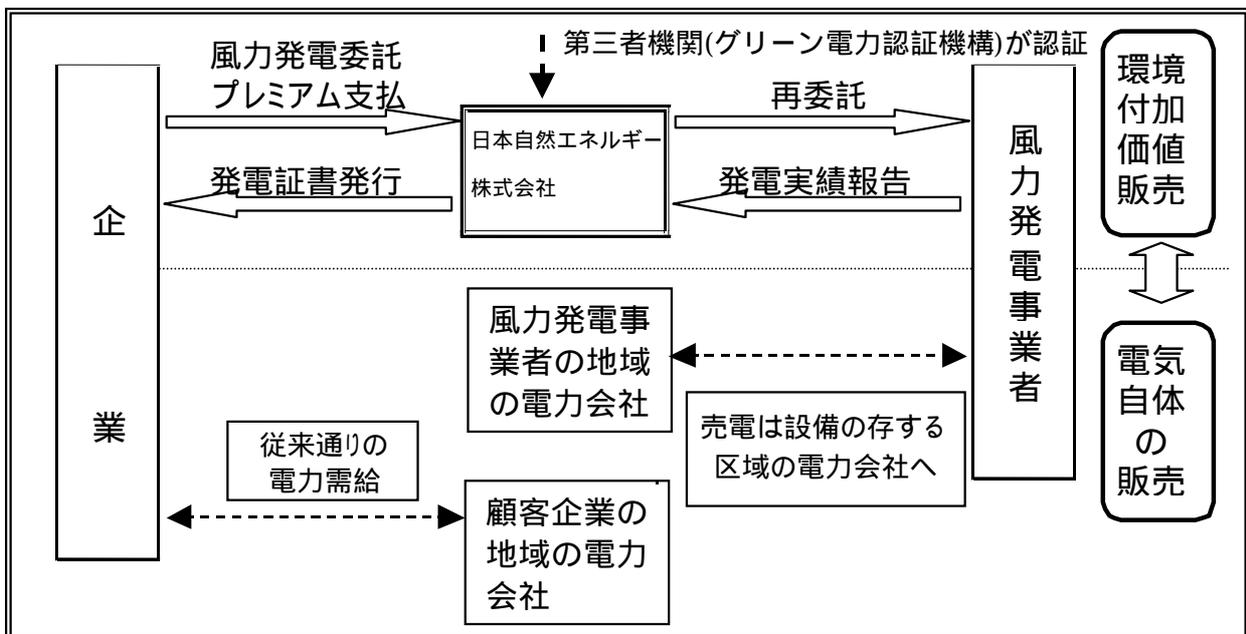
出資企業：電力 7 社（東北、東京、中部、北陸、関西、四国、九州）

住友商事、三井物産、日本風力開発、三井住友銀行

平成 14 年 3 月末現在では、計 27 社、1 自治体と、年間 3,515 万 kWh の契約を獲得済み。

受託した風力発電の再委託先として、3 地点・23,550kW の風力発電所と 15 年間の委託契約締結について合意、さらなる受託契約の余裕を確保。そのうち、銚子屏風ヶ浦風力発電所、能代風力発電所がそれぞれ平成 13 年 9 月 1 日、11 月 1 日から運転を開始している。

【グリーン電力証書システムのイメージ】



企業向けの制度「グリーン電力証書システム」

- ・企業は、日本自然エネルギー株式会社に風力発電の実施を委託。
- ・日本自然エネルギー株式会社は、優良な風力発電事業者を選定し、発電を再委託。
- ・中立的な第三者認証機関（グリーン電力認証機構）が、風力発電事業者による発電実績を認証。
- ・日本自然エネルギー株式会社は発電実績を証明する証書を企業に対して発行。企業は、発電実績に基づき委託費を日本自然エネルギー株式会社に支払う。
- ・発電された電気自体は、風力発電事業者が地元電力会社へ販売。風力発電事業者は、電気自体の販売（売電）と環境付加価値の販売（企業からの委託費）から収入を得る。

今後の新エネルギー導入について

わが国における新エネルギーの導入は電力会社と行政による普及支援への取り組みが相俟って、現在では欧米と比べ遜色ない状況。

風力発電については、昨今新規参入者が続出し、技術開発も進み、建設コストも低下しつつあり、普及促進に向けて離陸してきた感がある。

このような状況をふまえ、今後の新エネルギー導入にあたって電力会社としては、諸外国の状況も参考にしつつ、以下の各点について力を入れていく。

- (1) 民間の自主性を発揮した自発的な取り組みを促進させるための消費者の理解・合意形成にむけた努力。(例：グリーン電力制度の導入)
- (2) 新エネルギー導入拡大の最大の課題であるコストダウンの促進に資する技術開発(例：太陽光発電の低コストインバーターの開発・性能評価)
- (3) 技術レベル・システム全体としての経済性向上及び各種インフラとの整合を図り、投資や政策措置(補助等)の効果の最大化を図る。(例：系統連系試験、研究開発成果の系統連系ガイドライン改定への反映)

平成 11 年 12 月から総合エネルギー調査会(現 総合資源エネルギー調査会)新エネルギー部会において今後の新エネルギー政策のあり方についての議論がなされ、平成 13 年 6 月に取りまとめられた報告書における 2010 年度の導入目標は下表の通り。

		実績		現行対策維持ケース		目標ケース	
		1999年度		2010年度			
		石油換算 万 kl	発電設備 万 kW	石油換算 万 kl	発電設備 万 kW	石油換算 万 kl	発電設備 万 kW
発電分野	太陽光発電	5.2	20.5	62	254	118	482
	風力発電	3.5	8.3	32	78	134	300
	廃棄物発電	115	90	207	175	552	417
	バイオマス発電	5.4	8.0	13		34	33
熱利用分野	太陽熱利用	98.0		72		439	
	未利用エネルギー(雪氷冷熱含む)	4.1		9.3		58	
	廃棄物熱利用	4.4		4.4		14	
	バイオマス熱利用					67	
	黒液・廃材	457		479		494	
新エネルギー計		693		878		1910	
一次エネルギー供給に占める割合(%)		1.2		1.4		3.2程度	
(参考)							
地熱		83	52	1	百万 kl	1	百万 kl
水力		2171	4430	20	百万 kl	20	百万 kl
再生可能エネルギー計		29	百万 kl	30	百万 kl	40	百万 kl
一次エネルギー供給に占める割合(%)		4.9		4.8		6.6	
一次エネルギー総供給		5.93億 kl		6.22億 kl		6.02億 kl程度	

2010 年度の新エネルギー導入目標量(供給サイドの新エネルギー)

原油換算で 1910 万 k l = 一次エネルギー総供給の 3%程度

...官民における最大限の努力を前提とした目標量との位置付け

(参考) 電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法 (R P S 法)

平成 13 年 6 月の新エネルギー部会報告書を受け、新エネルギーのうち、発電分野における市場拡大策の検討のため、「新市場拡大措置検討小委員会」が設置された。

小委員会における議論を経て 11 月に、電力小売事業者に対して販売量の一定割合を新エネルギーで賄うことを求める、R P S 制度の導入の提言がなされ、12 月に新エネルギー部会において了承された。

R P S 制度とは、Renewable Portfolio Standard (= 証書を用いた再生可能エネルギーの導入基準) の略称であり、電力会社に対して販売電力量の一定割合を新エネルギーで賄うよう義務づける (供給量の義務づけ) 法律に基づく新エネルギー普及促進策のこと。

平成 14 年 3 月 15 日には、R P S 法 (正式名称: 電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法) の法案が閣議決定され、通常国会にて可決、成立した。

電力会社としては、新エネルギーの導入に伴って必要となる追加的コストについて、電力など特定の事業者や分野だけの負担とすることなく、公平かつ公正な負担とすることが必要と主張している。

