

○大平竜也， 桑原輝隆（文科省・科学技術政策研）

1. はじめに

先進各国の温室効果ガス排出削減への取り組みやアジアの石油需要増大を背景にした石油需給バランスの逼迫化で、再生可能エネルギー（以下、再生エネ）の導入が、近年、急速に進みつつある。本稿では、再生エネの普及には、発電システムの高効率化や低コスト化技術開発に加えて、促進制度の導入が重要な鍵であること、促進制度は、近年、研究開発主体の技術プッシュ型から、経済的インセンティブを伴う需要プル型に大きく変化してきていることなどを述べ、日本の法整備状況の問題点を指摘する。また、これらを普及させるために、喫緊の大きな課題となる分散電源と既存電力系統との連系に焦点を当てる。

2. 再生可能エネルギー普及・促進に向けた取り組み

再生エネは、自然環境の中で繰り返し起こる現象に伴って得られるエネルギーのことで、世界的に、風力、太陽光、バイオマスなどに加え、水力や地熱、海洋を含めた形で定義されている。

普及促進制度を、より強制的か自主的かという軸と、官民の取り組みという軸で分類したものを図1に示す。例えば、再生エネ設備に対する政府補助金や特別減税といった初期投資への補助から、実績発電量を対象にした経済的インセンティブを与える支援措置[固定価格制（電力会社が固定価格で買い取る制度）や後述する固定枠制度（RPS 制度、電気事業者に一定量の新エネルギーを義務付ける制度）など]へと変化している。また、電気事業者による自主的取り組みの余剰電力買い取り制度や、消費者サイドの仕組みであるグリーン電力プログラム（グリーン料金、グリーン証書等）が、日本、欧州、米国で動き出している。以下、これらの現状と課題について述べる。

日本の RPS 制度の概念図を図2に示す。政府は、

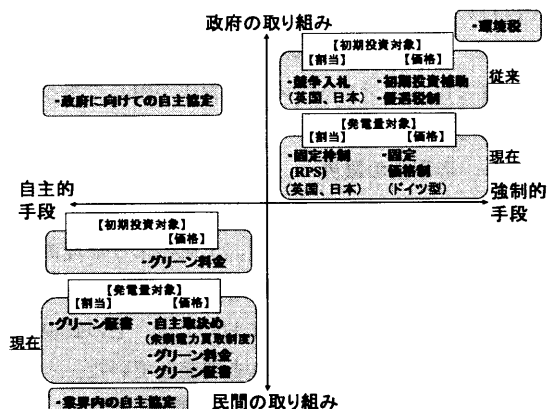


図1 再生可能エネルギー普及促進制度の分類⁽¹⁾

利用目標を勘案して、電気事業者に対して、毎年度その販売量電力量に応じて一定割合以上の新エネルギー等電気の利用を義務付ける。電気事業者は、上記の義務を履行するため、以下の3つの方法での新エネルギー等電気の入手が可能である。

- ① 自ら「新エネルギー等電気」を発電する
 - ② 他から「新エネルギー等電気」を購入する
 - ③ 他から「新エネルギー等電気相当量」を取得する
- ③の「新エネルギー等電気相当量」とは、いわゆるクレ

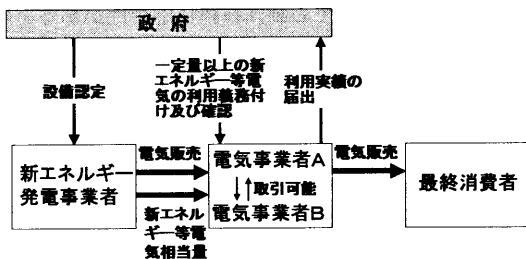


図2 日本の RPS 制度の概要⁽²⁾

ジットで、新エネルギー等電気の価値を他社から購入することで、実際の電気の利用や、利用目標量の減少にあてることができる。

新エネルギー等電気の利用目標は、政府が4年ごとに総合資源エネルギー調査会の意見をもとに当該年度以降8年間の利用目標を定めることになっている。現在の利用目標は、図3に示したように、2010年度

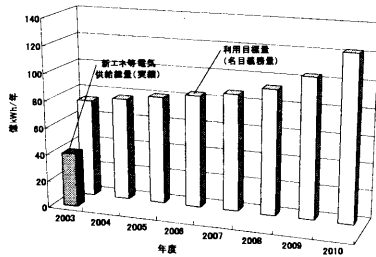


図3 新エネルギー等電気の利用目標量(2)

(122億kWh/年、予想販売電力量の1.35%に相当)までしか定められておらず、利用目標量が全電力量の1.35%程度で、市場の流動性がほとんど期待できない。今後、新エネルギーを中長期的に推進していくには、目標値の向上、および少なくとも2020年ぐらいまでの長期目標設定が必要である。

余剰電力買い取り制度は、一般電気事業者が新エネルギーの導入拡大に協力するため、自主的な取り組みとして1992年度より、太陽光発電と風力発電から余剰電力を購入してきた制度である。一方、グリーン電力プログラムは、消費者サイドの自発的取り組みを促す制度で、民間事業者が自主的に消費者サイドに対して、再生可能エネルギーのもつ「環境価値」に焦点をあてた商品の開発や取り組みを行なっている。この取り組みが、供給サイドに向けられたRPS制度と並存できるような仕組み作りも必要である。現状では、グリーン電力証書とRPS制度の「新エネルギー等電気相当量」との2重カウント(2度売り)を避ける措置がとられておらず、これが課題のひとつになっている。

3. 世界における再生可能エネルギー導入環境整備の状況

世界各国で始まっている再生エネ導入制度は、固定枠(RPS)制と固定価格制に大別できる。代表的な国を取り上げてその特徴を表1にまとめ、日本と比較した。図4からわかるように、風力発電導入量での比

較では、ドイツ、スペインなど固定価格制導入国の方が進んでいる。固定価格制では、各種再生エネ事業に対する電力購入価格が長期間にわたって保障されるため、発電事業者に対する大きなインセンティブが働き、電力購入価格の長期保証制度が有効である。

他国のRPS制度をみると、英国における中長期的

表1 再生可能エネルギー導入制度の比較(2)(3)(4)

国名	日本	英国	イタリア	スウェーデン	ドイツ	スペイン
制度		固定枠(RPS)制度			固定価格制度	
導入年	2003年	2002年	2002年	2003年	2000年	2002年
目的	再生電力の一割を占める再生可能エネルギーの普及を促進する	再生	再生	再生	再生可能エネルギー電力の普及を促進する	再生
義務対象者	電力供給事業者	電力供給事業者	発電事業者(発電設備を2年以上稼働させる事業者)	発電事業者(10kW以上の設備を2年以上稼働させる事業者)	電力供給事業者	電力供給事業者
2010年導入目標	全電力の3.0%(目標値)	全電力の14.4%(目標値)	全電力の3.0%(2004年) 2010年以降は未定	全電力の18.0%(目標値) (大型電力を占めるも20%)	全電力の12%	全電力の10% (大型電力を占める)
発電事業者に対するインセンティブ	「環境価値」を再生可能エネルギーの発電量に応じて算出される「環境価値」の割合を算出する	「環境価値」を再生可能エネルギーの発電量に応じて算出される「環境価値」の割合を算出する	「環境価値」を再生可能エネルギーの発電量に応じて算出される「環境価値」の割合を算出する	2004年までは基本固定価格を設定	「環境価値」を再生可能エネルギーの発電量に応じて算出される「環境価値」の割合を算出する	「環境価値」を再生可能エネルギーの発電量に応じて算出される「環境価値」の割合を算出する
特徴	再生可能エネルギーの導入拡大に協力するため、自主的な取り組みとして1992年度より、太陽光発電と風力発電から余剰電力を購入してきた制度である。一方、グリーン電力プログラムは、消費者サイドの自発的取り組みを促す制度で、民間事業者が自主的に消費者サイドに対して、再生可能エネルギーのもつ「環境価値」に焦点をあてた商品の開発や取り組みを行なっている。この取り組みが、供給サイドに向けられたRPS制度と並存できるような仕組み作りも必要である。現状では、グリーン電力証書とRPS制度の「新エネルギー等電気相当量」との2重カウント(2度売り)を避ける措置がとられておらず、これが課題のひとつになっている。	太陽光、風力、水力、地熱、1980年代後半から1990年代後半にかけて導入された。再生可能エネルギーの導入拡大に協力するため、自主的な取り組みとして1992年度より、太陽光発電と風力発電から余剰電力を購入してきた制度である。一方、グリーン電力プログラムは、消費者サイドの自発的取り組みを促す制度で、民間事業者が自主的に消費者サイドに対して、再生可能エネルギーのもつ「環境価値」に焦点をあてた商品の開発や取り組みを行なっている。この取り組みが、供給サイドに向けられたRPS制度と並存できるような仕組み作りも必要である。現状では、グリーン電力証書とRPS制度の「新エネルギー等電気相当量」との2重カウント(2度売り)を避ける措置がとられておらず、これが課題のひとつになっている。	太陽光、風力、水力、地熱、1980年代後半から1990年代後半にかけて導入された。再生可能エネルギーの導入拡大に協力するため、自主的な取り組みとして1992年度より、太陽光発電と風力発電から余剰電力を購入してきた制度である。一方、グリーン電力プログラムは、消費者サイドの自発的取り組みを促す制度で、民間事業者が自主的に消費者サイドに対して、再生可能エネルギーのもつ「環境価値」に焦点をあてた商品の開発や取り組みを行なっている。この取り組みが、供給サイドに向けられたRPS制度と並存できるような仕組み作りも必要である。現状では、グリーン電力証書とRPS制度の「新エネルギー等電気相当量」との2重カウント(2度売り)を避ける措置がとられておらず、これが課題のひとつになっている。	太陽光、風力、水力、地熱、1980年代後半から1990年代後半にかけて導入された。再生可能エネルギーの導入拡大に協力するため、自主的な取り組みとして1992年度より、太陽光発電と風力発電から余剰電力を購入してきた制度である。一方、グリーン電力プログラムは、消費者サイドの自発的取り組みを促す制度で、民間事業者が自主的に消費者サイドに対して、再生可能エネルギーのもつ「環境価値」に焦点をあてた商品の開発や取り組みを行なっている。この取り組みが、供給サイドに向けられたRPS制度と並存できるような仕組み作りも必要である。現状では、グリーン電力証書とRPS制度の「新エネルギー等電気相当量」との2重カウント(2度売り)を避ける措置がとられておらず、これが課題のひとつになっている。	太陽光、風力、水力、地熱、1980年代後半から1990年代後半にかけて導入された。再生可能エネルギーの導入拡大に協力するため、自主的な取り組みとして1992年度より、太陽光発電と風力発電から余剰電力を購入してきた制度である。一方、グリーン電力プログラムは、消費者サイドの自発的取り組みを促す制度で、民間事業者が自主的に消費者サイドに対して、再生可能エネルギーのもつ「環境価値」に焦点をあてた商品の開発や取り組みを行なっている。この取り組みが、供給サイドに向けられたRPS制度と並存できるような仕組み作りも必要である。現状では、グリーン電力証書とRPS制度の「新エネルギー等電気相当量」との2重カウント(2度売り)を避ける措置がとられておらず、これが課題のひとつになっている。	太陽光、風力、水力、地熱、1980年代後半から1990年代後半にかけて導入された。再生可能エネルギーの導入拡大に協力するため、自主的な取り組みとして1992年度より、太陽光発電と風力発電から余剰電力を購入してきた制度である。一方、グリーン電力プログラムは、消費者サイドの自発的取り組みを促す制度で、民間事業者が自主的に消費者サイドに対して、再生可能エネルギーのもつ「環境価値」に焦点をあてた商品の開発や取り組みを行なっている。この取り組みが、供給サイドに向けられたRPS制度と並存できるような仕組み作りも必要である。現状では、グリーン電力証書とRPS制度の「新エネルギー等電気相当量」との2重カウント(2度売り)を避ける措置がとられておらず、これが課題のひとつになっている。

※ 年度値は前年より再生可能エネルギーからの電力量を削減した年、目標値を大きく超過した年を指す。

な制度の保証、イタリアあるいはスウェーデンなどの最低保証価格の設定、イタリアの再生エネ系統アクセス

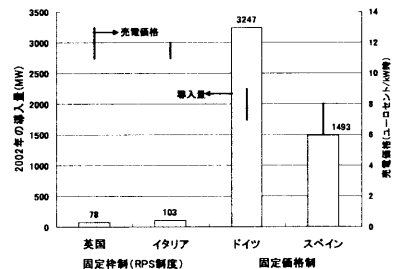


図4 固定枠制(RPS制度)と固定価格制との風力発電導入量格差(1)

優先権確保などが、日本のRPS制度見直しの参考になると考えられる。2章で指摘したように、日本の2010年導入目標量は全電力量の1.35%程度であって、他国に比べて非常に少なく、これでは日本の再生エネ市場の流動性は期待できない。現行のRPS法スキームを維持しながらも、目標量の大幅な引き上げと、発電事業者と電力供給事業者の事業リスクを可能な限り低減するような価格安定化および長期的制度保証を取り入れていくべきである(5)。

4. 再生可能エネルギー導入における系統連携問題

風力発電、太陽光発電等の技術は、分散型電源として発展途上であり、既存電力系統への連系問題は至近の大きな課題となる。ここでは、その概要と対策技術について述べる。

表2は、各種再生エネシステムの分散型電源としての出力安定性と制御性を評価したものであるが、風力発電、太陽光発電は、天候による変化を受けやすいため、出力の安定性、制御性が小水力、バイオマスに

表2 分散型電源としての出力の安定性と制御性⁽⁶⁾

エネルギー源	分散型電源	出力特性	
		安定性	制御性
再生可能エネルギー	太陽光発電	×	×
	風力発電	×	×
	小水力	○	×
	バイオマス	○	△

○、△、×は、特性が良い、普通、悪いを示す。

比べて劣ることがわかる。しかも、これらの技術が、今後5年程度で急速に改善する見込みは薄い。ところが、風力発電、太陽光発電は、電力系統における出力制御性が悪いにもかかわらず、再生エネ導入推進を受けて、2010年には、図5に表すようにそれぞれ3000MW、4820MWの導入量が目標となっている。今後、多くの分散電源を出力の安定性や制御性が不十分なままに、既存の電力系統に連系し協調運用していく必要性が生じ、そのためには様々な対策技術が必要になると予想される。以下に検討すべき課題と対策技術を述べる。

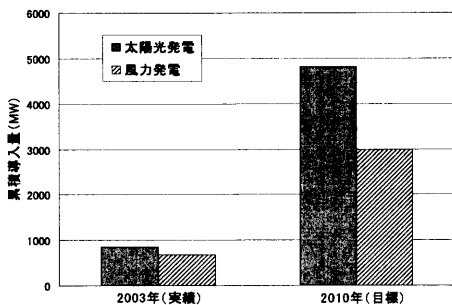


図5 日本における風力発電、太陽光発電導入量の実績と目標⁽¹⁾⁽⁷⁾

再生エネなどの分散型電源を大量に電力系統に連系する場合、様々な課題が生じると想定される。電力系統側からの課題としては、電源計画、安全・供給信頼度の確保、品質の確保について、分散型電源側からの課題としては、安定運転の確保について、その内容と対策技術を表3にまとめた。

表3 分散型電源の系統、連系に関する検討課題と対策技術例⁽⁶⁾⁽⁸⁾

対象	項目	課題	対策技術例
電力系統 および分散型電源 を接続する 事業者	電源計画	◎分散型電源の導入量、地点などが計画段階から不明確なため、中長期的な電源計画の策定が困難となる。◎分散型電源の導入による系統の不安定性が増大する。◎運用計画がある場合は、その日の分散型電源出力が予測困難なため、日々の運用を安定する運用計画で不確実性が拡大する。	◎分散型電源の導入量、地点、需要などの予測技術 ◎天候予測をもとにした分散型電源出力の予測技術開発向上
	安全、供給信頼度の確保 (待機電源)	◎電力系統事故時に、分散型電源が過剰な出力を供給することにより、事故の拡大や事故区間が広がる恐れがある。◎分散型電源の内部事故あるいは故障が電力系統に波及する。◎電力系統停止時に分散型電源が単独運転あるいは逆発電する。	◎系統側、分散型電源の事故検出後すぐに分散型電源を配電網から分離する技術 ◎短絡検出技術 ◎多数の分散型電源連系系統における単独運転検出装置の予備防止技術
	品質の確保	◎分散型電源の過剰により生じる配電網の電圧変動が増大する。◎電気の周波数変動に寄与しない分散型電源が増えると、その制御が難しくなる。◎分散型電源からの高調波電圧電流が起る可能性あり。	◎分散型電源と電網の取れた低周波電圧調整器 ◎電圧調整技術や分散型電源における電圧調整技術 ◎分散型電源大量導入時の負荷用電圧制御技術* ◎複数の分散型電源同時制御(制御)技術 ◎分散型電源における高調波抑制技術 ◎制御に必要な系統情報を伝達する情報伝送システム技術 ◎電力貯蔵設備を組み合わせ分散型電源などの過剰で電圧・周波数影響を緩和するシステム用制御技術
分散型電源側	安定運転の確保	◎電力系統事故、系統切り替え、瞬時電圧低下、負荷変動などにに対して運転が停止する。	◎系統側、分散型電源の事故検出後すぐに分散型電源を配電網から分離する技術

*1 電力貯蔵は過剰を吸収しており、その蓄積の残容量を分散する長周期成分、短周期成分、最小変動に分けられる。この短周期成分の制御を負荷周波数制御(LFC, Load Frequency Control)という。常に100%負荷変動する分散型電源が増えると、相対的に短周期成分変動幅電圧変動率が低下し、周波数制御が難しくなる。

5. 提言

日本での導入促進策と系統連系対策に関する技術開発について、以下に具体的に提言する⁽⁹⁾。

(1) 導入促進策について

①供給サイドの視点において - 固定枠制(RPS制度)の見直し-

再生エネ発電事業者が安定して事業を行え、電気事業者が再生エネ電力購入の負担増リスクを回避できるようにするためには、政府が現行RPS制度のスキームを維持しながら、長期的な購入価格を保証していくことが望ましい。具体的には、一定の公共性を持った再生エネ取引市場の流動性を高めるため、RPS制度の見直しによって、2010~2020年における電気事業者の利用目標を大幅に引き上げると同時に、価格を安定化させるため、下限価格(最低価格保証、電源毎に調整)を導入することが望まれる。また、制度の長期性を担保するために、最短でも15年先、できれば20年先の目標値を設定することが望まれる。電気そ

のものの原価は電気事業者の負担とするが、「新エネルギー等電気相当量価格」のうち、最低価格保証分については、政府の財源(エネルギー予算特別会計あるいは温暖化対策税など)で負担することも考えるべきである。「新エネルギー等電気相当量価格」のうち、最低価格保証分以外については、電気料金上乗せで電力消費者負担とするべきである。

システムの整備形成と運用に関しては、再生エネ拡大を基本理念とし、欧米のように、再生エネ電源の優先接続かつオープンアクセスの考え方を採用し、原則として、全量買い取りを保証すべきである。これらの措置の前提としては、システム運用に関する再生エネ連系費用を透明化し、その負担のあり方・制度を検討、「公共的活用」が可能なガイドラインを作成、実施することが必要である。

②需要サイドの視点において グリーン電力プログラムの見直し

国のRPS制度と民間のグリーン電力プログラムとの調和を図る必要があり、具体的には、RPS制度の「新エネルギー等電気相当量」とグリーン電力証書の2重カウント(2度売り)を避けることを制度に明記する必要がある。

(2)系統連系対策技術開発の促進について

再生エネを利用する分散型電源を大量に電力系統に連系する場合、電力系統側、分散型電源側双方に課題が生じるため、それぞれについて、以下の究開発に力を入れていく必要がある。

①電源計画、運用計画立案に資する技術

分散型電源の導入量、地点、需要などの予測技術開発、また、天候予測を基にした分散型電源発電量を短時間で予測可能なシミュレーション技術開発を推進する。

②供給信頼度及び安定運転の確保のための技術

電力系統事故検出後直ちに分散型電源を配電線から分離する技術や単独運転検出装置の干渉を防止する技術などが必要である。

③品質面の確保に貢献する技術

複数の分散電源同時制御(郡制御)に有用な系統

情報を伝達する情報伝送システム技術開発など、上記②も含め、電力需要の変動に合わせ、電力系統と協調運用しながら分散型電源を出力制御できるシステムを目指す開発体制が必要である。

謝辞

本稿をまとめるに当たり、東京大学大学院工学系研究科電気工学専攻の山地憲治教授、東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻の浅野浩志教授、財団法人電力中央研究所社会経済研究所の西尾健一郎研究員のご意見をご参考にさせていただきました。ここに深く感謝致します。

調査文献

- (1)飯田哲也編、自然エネルギー市場、築地書館、2005年
- (2)RPS法ホームページ、新エネ等電子管理システム、<http://www.rps.go.jp/RPS/new-contents/top/toplink-sitemap.html>、<http://www.rps.go.jp/RPS/new-contents/top/toplink-1.html>
- (3)NEDO 海外レポート、「再生可能エネルギー発電：欧州のグリーン電力振興(1/2)」、No.953、2005. 4. 6、「オンタリオ州の再可エネ政策に国内での整合求める声」、No.920、2003. 11. 26、「米国エネルギー法案の現状と行方」、No.956、2005. 6. 1、「EUの新エネ/環境/研究開発・動向レポート(その3・1/2)」、No.904、2003. 4. 7
- (4)日本エネルギー経済研究所、「日本における再生可能エネルギー導入策の論点」、2003年6月
- (5)「自然エネルギー促進法」推進法ネットワーク、「自然エネルギー拡大のための政策・制度の提案」、2005年2月
- (6)山地憲治 編著、「分散エネルギーシステム」、エネルギー・資源学会、2004年5月
- (7)NEDOホームページ、日本における風力発電設備・導入実績、<http://www.nedo.go.jp/intro/pamph/fuuryoku/graphs.pdf>
- (8)駒橋徐、「新エネルギー・創造から普及へ」、日刊工業新聞社、2004年3月
- (9)大平竜也、「再生可能エネルギーの普及促進策と技術課題」、科学技術動向8月号、2005年