

米国における再生可能エネルギー発電

～政策・技術・ファイナンス動向と日本への示唆～

株式会社日本政策投資銀行 産業調査部 木村 健

【要旨】

米国は世界最大の再生可能エネルギー発電容量（水力除く）を有しており、連邦政府の税控除制度や当該制度を利用したファイナンススキームなどが再生可能エネルギー発電の導入拡大に貢献している。本稿では、米国における再生可能エネルギー発電に関連した政策・技術・ファイナンスの動向について整理するとともに、我が国の政策や産業バリューチェーンに対する考察を行う。

1. 米国のエネルギー動向と再生可能エネルギー発電

米国は世界のエネルギー需要の2割弱を占める世界最大のエネルギー消費国である（図表1）。特にオイルショック以降、エネルギー安全保障強化を目的にエネルギー源の多様化が進められ、再生可能エネルギーの利用が拡大した。また、発電量の約半分が石炭火力によるものであり、CO₂排出抑制の観点からも再生可

能エネルギーの導入促進が重要となっている。金融危機後は景気刺激・雇用対策の一環として、再生可能エネルギー導入促進策が強化されている。

この背景から、米国における再生可能エネルギー発電（水力除く）は、風力を中心に導入が進み、2008年時点で41GWと世界最大の発電容量を有している。そのうち風力が25GWと約6割を占める。2035年には再生可能エネルギー発電の容量は300GWまで拡大する

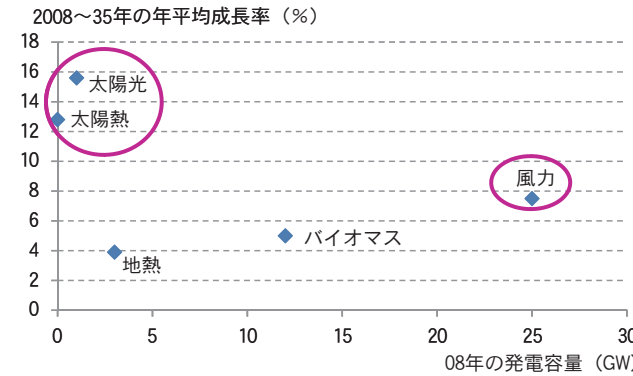
図表1 米国のエネルギー関連指標

	実績	備考
エネルギー需要（2008年）	2,281石油換算百万トン	世界シェア19%（1位）。構成比：石炭24%、石油37%、天然ガス24%、原子力10%、水力1%、再生可能エネルギー（水力除く）5%
エネルギー純輸入（2008年）	634石油換算百万トン	輸入依存度28%、石油輸入依存度69%、ガス輸入依存度13%
CO ₂ 排出（2008年）	5,571百万トン	世界シェア19%（2位）
発電量（2010年）	4,120TWh	構成比：石炭45%、石油1%、天然ガス24%、原子力20%、水力6%、再生可能エネルギー（水力除く）4%
発電容量（2009年）	1,121GW	構成比：石炭30%、石油6%、天然ガス41%、原子力10%、水力7%、再生可能エネルギー（水力除く）4%、その他2%

（備考）国際エネルギー機関「World Energy Outlook 2010」、米国エネルギー情報局「Annual Energy Outlook 2010」等より作成

i 絶えず資源が補充されて枯渇することのないエネルギーであり、風力、太陽光、太陽熱、バイオマス、地熱等を含む（米国連邦エネルギー省）

図表2 米国における各再生可能エネルギー発電の容量と今後の成長率

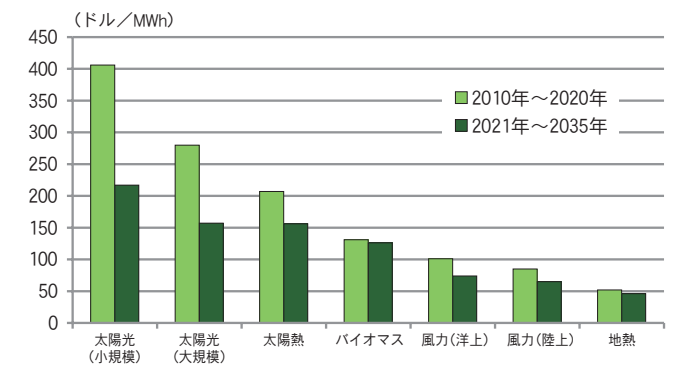


（備考）国際エネルギー機関「World Energy Outlook2010」より作成

見通しであり、現状では小規模にとどまっている太陽光、太陽熱発電が大きく成長する見込みである（図表2）。

しかし、石炭火力やガス火力発電の発電コストが100ドル/MWhを下回っているのに比べ、太陽光・太陽熱発電のコストは高く、政策支援なしには導入が進まない（図表3）。長期的には技術革新や量産化に伴って、太陽光発電のコストは半分程度まで低下するとみられる。太陽熱発電のコストは現状の200ドル/MWh程度から将来は150ドル/MWh程度まで下落すると考えられている。

図表3 世界における再生可能エネルギー発電コストの見通し



（備考）国際エネルギー機関「World Energy Outlook2010」より作成

2. 政策の動向

米経済諮問委員会によると、米国再生・再投資法（ARRA、2009年2月成立）の予算総額7,872億ドルのうち902億ドルがクリーンエネルギー分野に充てられ、72万人の雇用創出が見込まれている。再生可能エネルギー発電に関しては、全プログラム中、最も多い266億ドルが拠出されており、雇用創出人数は約20万人と影響力が大きい。

連邦政府は税控除や債務保証等の政策により、再生可能エネルギー産業を支援している（図表4）。州レベルでは、電力会社に対して発電所の一定割合以上を再生可能エネルギーとすることを義務づけるRPS制度

図表4 風力、太陽光、太陽熱発電に対する連邦政府の主な政策

	制度の対象と支援内容		
	風力	太陽光	太陽熱
生産税控除 (Production Tax Credit: PTC)	・控除額は2.2セント/kWh（2010年時点。インフレによる調整あり） ・2012年末までに供用開始するプロジェクト ・制度適用期間は運転開始後10年間	・対象外	
投資税控除 (Investment Tax Credit: ITC)	・ARRAによりPTCの代わりに利用可能に ・控除額は総投資額の30% ・2012年末までに供用開始するプロジェクト	・2016年末までに供用開始するプロジェクトについては、控除額は総投資額の30%。それ以降は10%	
助成金 (Cash Grant)	・固定資産金額の30%を助成 ・ARRAによりITCの代わりに利用可能 ・2011年末までに建設開始するプロジェクト		
債務保証 (Loan Guarantee)	・保証対象は2,500万ドル以上のプロジェクト ・保証割合はプロジェクト総費用の8割が上限 ・予算が無くなり次第終了（ARRAでの予算は60億ドル）		
加速償却 (MACRS)	・5年間の加速償却が適用可能 ・初年度の償却額については割増も可能		

（備考）連邦エネルギー省、国立再生可能エネルギー研究所等資料より作成

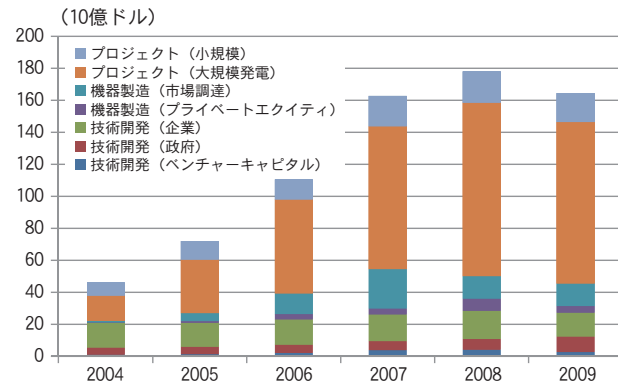
図表5 風力発電プロジェクトの投資採算性の試算例

前提条件		
設備概要	発電容量	1500kW
	設備利用率	25%
	耐用年数	20年
費用	設備投資費用	3,300,000ドル
	運営費用(固定)	20ドル/kW/年
	運営費用(変動)	0.0075ドル/kWh
収入	初年度売電単価	0.12ドル/kWh
	売電単価上昇率	2% (年)

投資採算性	
政策支援条件	20年間のIRR
政策支援なし	8.7%
30% ITC	13.2%

(備考) ローレンスパークレー国立研究所「Revealing the Hidden Value that the Federal Investment Tax Credit and Treasury Cash Grant Provide To Community Wind Projects」より作成

図表6 世界のクリーンエネルギーに対する投資額の推移 (資金種類別)



(備考) United Nations Environmental Programme and New Energy Finance, 「GLOBAL TRENDS IN SUSTAINABLE ENERGY INVESTMENTS 2010」より作成

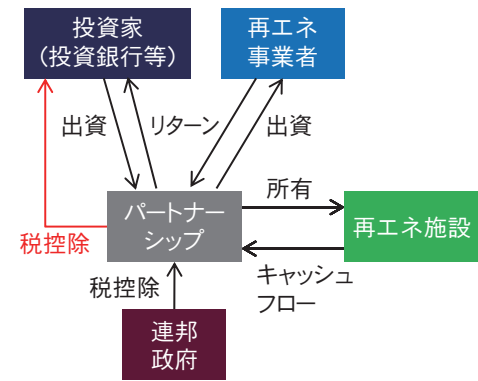
が普及している。

米国のローレンスパークレー国立研究所は、風力発電所の建設プロジェクトを想定し、投資税控除 (ITC) 制度による投資採算性への効果を検討している (図表5)。同調査で想定しているのは1.5MW級の商業用風力発電プラントの建設・運営プロジェクトである。20年間におけるプロジェクトの内部収益率 (IRR) は、政策支援がない場合は8.7%であるのに対して、30%のITCを利用した場合には13.2%まで上昇すると試算されている。

3. ファイナンスの動向

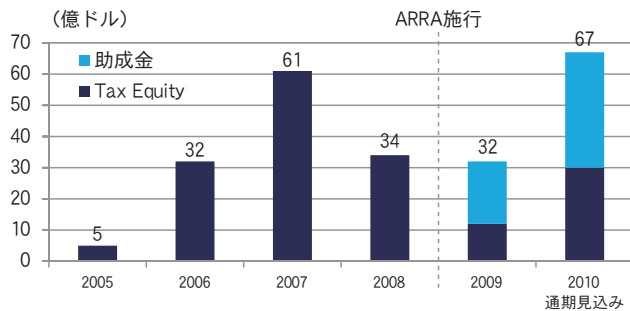
世界のクリーンエネルギー向け投資の内訳をみると、再生可能エネルギーの導入拡大に伴って大規模発電プ

図表7 Tax Equity投資のスキーム例



(備考) 各種資料より作成

図表8 米国におけるTax Equity投資と助成金受取額の推移



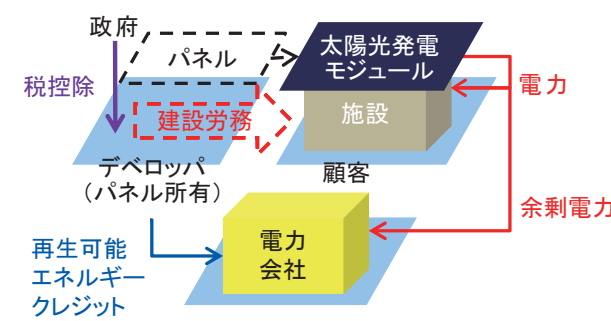
(備考) 米国再生可能エネルギーファイナンスパートナーシップ「Prospective 2010-2012 Tax Equity Market Observations」より作成

プロジェクト向けのファイナンスが増加し、投資額全体の約7割を占める (図表6)。米国における投資は、金融危機の影響により2009年は減少している。

税控除制度を活用し、米国ではTax Equity投資という投資スキームが普及している。Tax Equity投資は、投資家が再生可能エネルギー事業者とのパートナーシップ組成等により、当該プロジェクトに適用される税控除を受け取ることができるスキームである。本スキームの利用により、プロジェクトが赤字でも投資家は当該税控除を他事業からの課税利益と相殺でき、経済的恩恵を受けられる (図表7)。さらに、多くの投資銀行が十分な課税利益を確保できなくなった金融危機後は税控除が助成金として受け取り可能となるなど、投資家のニーズに応じた施策がとられている (図表8)。Tax Equity投資の主体は投資銀行が中心であるが、最近では電力会社やGoogle等の事業会社の参入もみられる。

また、カリフォルニア州等では太陽光発電に関して、

図表9 3rd Party PPAのビジネスモデル



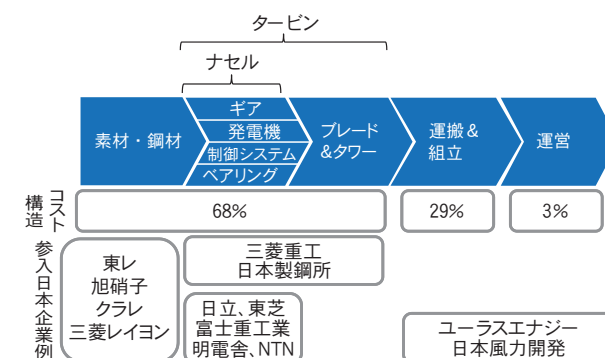
(備考) 各種資料より作成

デベロッパによる3rd Party PPAというビジネスモデルが普及している。3rd Party PPAでは、デベロッパが資金を調達し、顧客となる電力消費者の土地・施設内にモジュールを設置・所有、長期電力購入契約 (PPA) により電力を顧客に販売する。デベロッパは政府からは税控除を受け、再生可能エネルギークレジットについては電力会社に販売する。3rd Party PPAを通じて、電力消費者は初期投資コストを負担せずにクリーンな電力を調達できる (図表9)。

4. 日本への示唆

国際エネルギー機関によると、2008年における日本国内の発電量1,075TWhのうち、再生可能エネルギー (水力除く) による発電量は30TWhと全体の3%にとどまる。今後、国内温室効果ガスを削減するためには、再生可能エネルギーの利用増加を通じた発電部門の低炭素化は欠かせない。また、国内製造業の競争力強化の観点からも、再生可能エネルギー発電市場の拡大が期待されている。さらに、2011年3月に発生した東日

図表10 風力発電のバリューチェーン



(備考) Duwind「Offshore Wind Energy Ready to Power a Sustainable Europe Final Report」等資料より作成

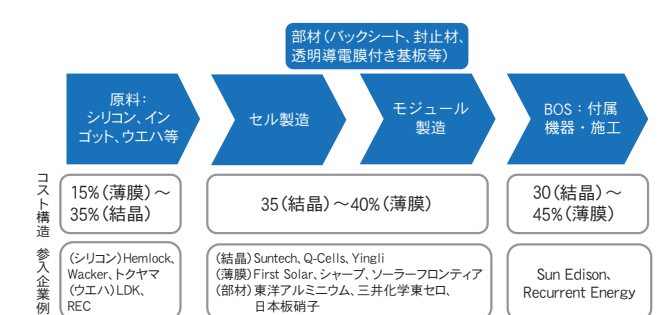
本大震災を受け、地域の自然エネルギーを活用する電力供給源として、再生可能エネルギーへの関心が高まっている。

国内の再生可能エネルギー発電の導入拡大策としては、米国の州政府も採用しているRPS制度の適用が2003年に始まっている。2009年からは、欧州で普及している固定価格買取 (FIT) 制度が国内でも太陽光発電を対象に導入され、さらにその対象を風力等、他の再生可能エネルギー発電にも拡大する法律が制定されたところである。

米国の連邦レベルでは、税控除制度が再生可能エネルギー発電の導入拡大を支えており、税控除制度の恩恵を投資家が受けられるTax Equityスキームが確立されているほか、金融危機後には税控除の金額を助成金として受け取れるように変更されたことが効果を上げている。このように、未だコストが高い再生可能エネルギー発電の導入を促進するためには、投資家のインセンティブに配慮した設計が重要であろう。

また、日本企業にとっては、米国における再生可能エネルギー発電の導入拡大は、部材供給から完成品製造、発電所建設・運営に至るバリューチェーンの各段階で事業機会となり得る。日本企業は、風力発電におけるベアリングや太陽光発電におけるバックシート、封止材、透明導電膜付き基板等の部材製造を中心に技術的な優位性を持つ (図表10、11)。今後は、技術優位性を維持しつつ、バリューチェーンの垂直統合やファイナンス上の工夫等による、発電システム全体でのコスト競争力向上や販売力強化が求められよう。

図表11 太陽光発電のバリューチェーン



(備考) 経済産業省「ソーラー・システム産業戦略研究会報告書」等資料より作成