ISSN 1342-5749

http://www.nochuri.co.jp/

農林金融

THE NORIN KINYU

Monthly Review of Agriculture, Forestry and Fishery Finance

2012 国際協同組合年

2012 10 OCTOBER

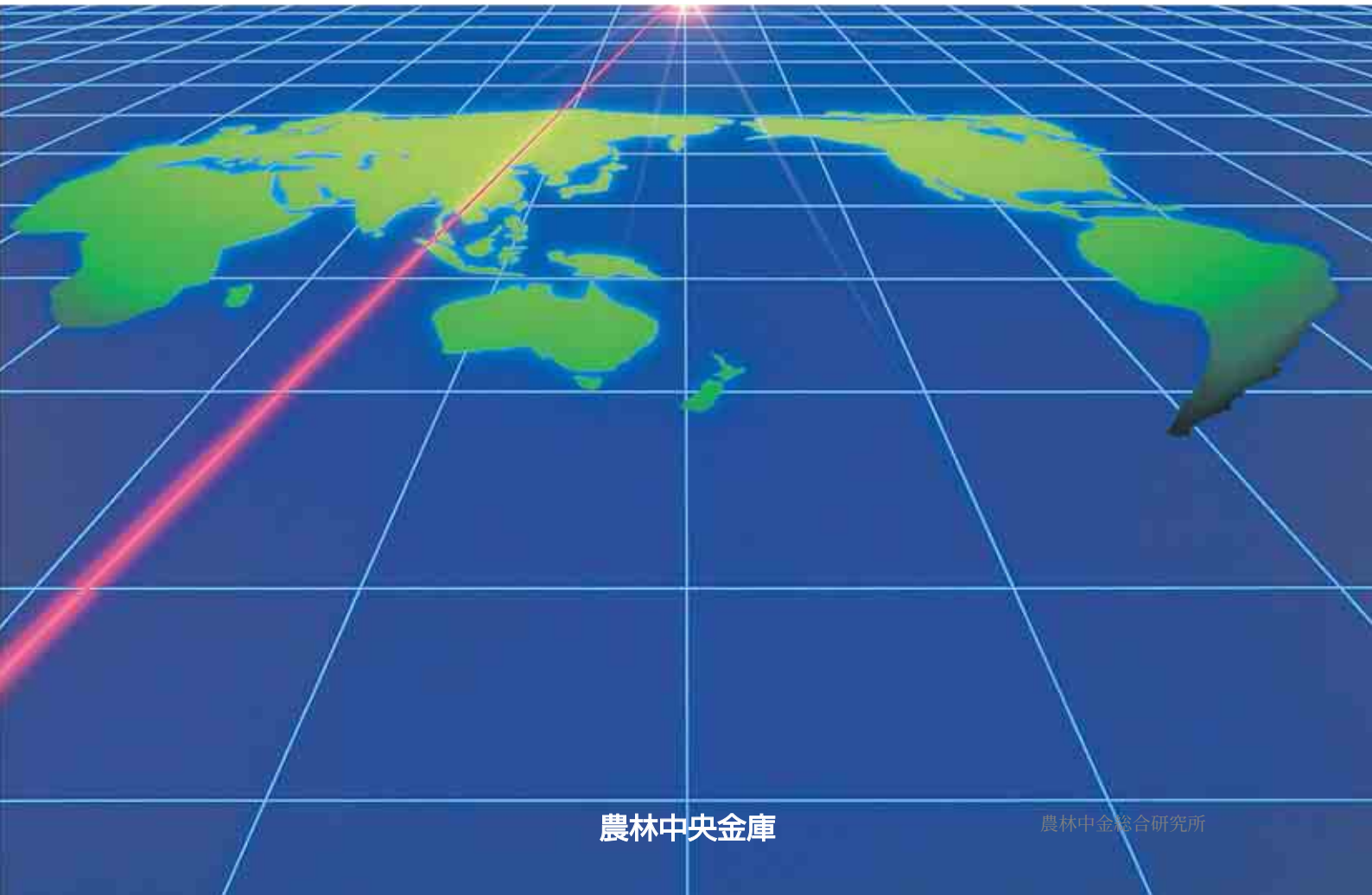
再生可能エネルギー推進の課題

●小水力発電の現状と普及の課題

●木質バイオマス発電の特性・特徴と課題

●デンマークの再生可能エネルギーに対する取組み

●2011年夏の節電効果と節電の継続可能性について



農林中央金庫

農林中金総合研究所

今月の窓

次世代への責任

2012年の夏は全国的に猛暑であったが，福井県大飯原発の再稼働を契機として国会議事堂がほぼ半世紀振りにデモ隊に取り巻かれるなど，国のエネルギー政策を巡る議論においても殊のほか熱い夏であった。

これは，エネルギー政策が，単に産業と生活のインフラの問題にとどまらず，国家運営の基本に直結し，これからの国と国民のあり方を方向付ける最重要の課題であることを日本国民が再認識した一つの現れと思われる。

こうしたなか，政府においては６月29日に「エネルギー・環境に関する選択肢」を設定したうえで国民的議論の開始に踏み切った。すなわち，７月から８月にかけてパブリックコメント（意見公募）を行ったうえで，全国主要11都市で意見聴取会を開催し，さらに政府として初めて「討論型世論調査」を実施したのである。

このようなプロセスを経て８月22日に公表された「討論型世論調査」の報告書は，今後の原発依存度について，ゼロシナリオ支持が全体の約５割を占めて最も多いとしたうえで，結論に「国民の覚悟」の標題をあえて用い，「国民は省エネをもっと行い，また，ライフスタイルも変え，コストが高くなっても再生エネルギーを推進し，国民も発想の転換をするということを引き受けると読むべき」と判定した。

これを受け，政府のエネルギー・環境会議は９月14日に，「2030年代に原発稼働ゼロを可能とするよう，あらゆる政策資源を投入する」革新的エネルギー・環境戦略をとりまとめたが，９月19日の閣議決定は見送られ，今後に修正の余地を残すあいまいなものとなったため，国民から見てわかりづらい印象を残した。

国の長期的なエネルギー戦略を策定するという大事業において，政府として国民に覚悟を求めるのであれば，為政者・リーダーがまずもって断固たる覚悟・決意を示すべきではないか。そして，その覚悟・決意は，現在の有権者・国民の経済上の利害のみを考慮して決めるものではなく，将来の国のあり方，国民の幸福までを考えた大局的な判断に基づくものでなければならない。

まことに遺憾なことであるが，私たち現代の日本を託された世代は，父祖から受け継ぎ次世代に引き継ぐべきかけがえのない国土を，海を，ふるさとを放射能で汚してしまった。いま，私たちがなすべきことは，もう二度と同じ過ちを繰り返さないことを大前提に，私たちが現在有する技術力の限界を冷静に見極め，仮に目先の経済効率性や利益を多少減じたとしてもそれを受け止め，次の世代に危険や負担を残さない環境保全型の再生可能エネルギーへの転換を推進していくことであると考える。

折しも，固定価格買取制度が７月に発足したことを受け，再生可能エネルギー生産事業への関心が高まっているが，同事業の起業・参入にあたっては，事業（ビジネス）として成り立たせる視点のみならず，これからの地域・社会・自然環境を私たち自身の手で守り，創っていくという視座がまずもって必要と思われる。

（（株）農林中金総合研究所　常務取締役　柳田　茂・やなぎだ　しげる**）**

http://www.nochuri.co.jp/

農林金融　第 65 巻　第 10 号〈通巻800号〉　目　次

今月のテーマ

再生可能エネルギー推進の課題

今月の窓

次世代への責任
（株）農林中金総合研究所 常務取締役　柳田　茂

小水力発電の現状と普及の課題
清水徹朗 —— 2

木質バイオマス発電の特性・特徴と課題
渡部喜智 —— 21

デンマークの再生可能エネルギーに対する取組み
一般財団法人農村金融研究会 主席研究員　坂内　久 —— 37

2011年夏の節電効果と節電の継続可能性について
明治大学農学部 教授　大江徹男 —— 54

外国事情

ライファイゼンバンクが貢献した
太陽光発電事業協同組合の組織化
小田志保 —— 69

談話室

不老長寿の尻尾を把んだ
協同乳業株式会社 代表取締役社長　山崎直昭 —— 52

本棚

宋基昊（ソン キホ）著　金哲洙・姜暻求 訳
『恐怖の契約 米韓 FTA —TPP で日本もこうなる—』
石田信隆 —— 79

統計資料 —— 80

本誌において個人名による掲載文のうち意見にわたる部分は，筆者の個人見解である。

農林中金総合研究所

http://www.nochuri.co.jp/

小水力発電の現状と普及の課題

基礎研究部長　清水徹朗

〔要　　旨〕

1　福島原発事故以降，原子力発電のあり方が問われ，再生可能エネルギーの拡大が重要な課題になっている。固定価格買取制度の開始によって全国各地で再生可能エネルギーに対する取組みが盛んになり，小水力発電に対する期待も高まっている。

2　水力発電は水の自然循環を利用しているため燃料が不要であり，優れた再生可能エネルギーである。日本では明治期以降水力発電所の建設が進められ，現在全国に1,727の水力発電所があり，発電量の7.5%を担っている。日本には未開発の水力がまだ４割近くある。

3　小水力発電はダムを必要としないため，自然環境と調和した発電である。日本には現在1,000kW以下の小水力発電所が522あり，その中には農協や土地改良区が運営しているものもある。欧州では再生可能エネルギー拡大政策のもとで小水力発電の推進を行っており，特にドイツには小規模な小水力発電所が多くある。

4　資源エネルギー庁と環境省は小水力発電のポテンシャル調査を行い，環境省は，河川部で19,686か所，898万kW，農業用水で595か所，30万kWのポテンシャルがあると推計している。この推計は過小評価であるとの見解もあるが，その一方で，水量に季節変動があるため過大な推計であるとの指摘もある。

5　全国各地で小水力発電に取り組む活動が盛んになっており，小水力発電によって地域が活性化している事例が多い。農業用水を利用した小水力発電や水道局で取り組んでいる事例もあり，鹿児島県では新しい会社を立ち上げて比較的規模の大きな小水力発電所の建設を計画している。

6　小水力発電は地域の活性化に貢献し長期にわたって農山村地域に利益をもたらす可能性があり，今後，新しい産業分野として成長していく見込みである。今年７月から始まった固定価格買取制度における買取価格は魅力的な水準であり，蓄電池や電気自動車と組み合わせると可能性はさらに広がるであろう。

7　小水力発電を設置する際に水利権の問題を解決する必要があり，20kW以上では電気事業法による規制も受ける。これらの規制は大きな負担になっており，小水力発電の普及促進のため制度の簡素化や規制緩和が必要である。

8　脱原発社会の実現のため再生可能エネルギーの拡大を行う必要がある。小水力発電は農山村の資源を活用し分散型エネルギー供給体制を築く上で重要であり，今後，土地改良区等が主体的に取り組み，全国的に広がっていくことが期待される。

目　次

はじめに
1　水力発電の概況
（1）　水力発電の原理
（2）　水力発電の特色
（3）　水力発電の歴史
（4）　水力発電の現状
（5）　水力発電のポテンシャル
2　小水力発電の意義
（1）　小水力発電の定義
（2）　自然環境と調和する小水力発電
3　小水力発電の現状
（1）　小水力発電の数と発電量
（2）　農協による小水力発電
（3）　土地改良区による小水力発電
（4）　欧州における小水力発電
4　小水力発電のポテンシャル
（1）　資源エネルギー庁，環境省のポテンシャル調査
（2）　ポテンシャル調査の評価
5　小水力発電の事例
（1）　JA山口東
（2）　岩手県照井土地改良区
（3）　岐阜県石徹白集落
（4）　山梨県都留市
（5）　福岡県糸島市
（6）　八戸圏域水道企業団
（7）　鹿児島県の取組み
6　小水力発電普及の課題
（1）　期待される小水力発電の拡大
（2）　地域活性化に貢献する小水力発電
（3）　小水力発電の採算性と可能性
（4）　制度上の課題
おわりに
──脱原発社会の実現に向けて──

はじめに

福島原発事故以降，原子力発電のあり方が問われており，再生可能エネルギーの拡大が重要な課題になっている。

原子力発電は，比較的少量のウラン燃料から大量の電力を生み出すことができ，CO_2発生量も少ないため，地球温暖化対策としてこれまで拡大路線がとられてきた。しかし，福島原発事故によって原子力発電の「安全神話」が崩壊し，使用済み核燃料の処理について根本的な解決策を持たないまま，日本がここまで原子力発電所を増大させてきたことが，多くの国民に知られることになった。

現在，今後のエネルギー政策のあり方に関する再検討が進められており，国民の多くは将来的な「原発ゼロ」を支持している。政府はこうした世論の動向を受け，2012年９月に発表した「革新的エネルギー・環境戦略」において「2030年代に原発稼働ゼロを可能とするよう，あらゆる政策資源を投入する」との方針を示したが，どういうプロセスで脱原発社会を実現するのか，再生可能エネルギーの拡大はどこまで可能であり，どの程度の速度で実現できるのか，冷静な検討を行う必要があろう。

再生可能エネルギーを拡大するため12年７月より再生可能エネルギーの固定価格買

取制度が始まり，全国各地で再生可能エネルギーの取組みが盛んになっているが，本稿では，このうち小水力発電に焦点を当て，小水力発電の現状と今後の可能性，普及の課題について考察する。

1　水力発電の概況

最初に，水力発電の基本的事項について確認しておきたい。

(1)　水力発電の原理

現代の日本では，照明，テレビ，パソコン，エアコン，冷蔵庫，電車など生活のあらゆる面で電気に依存しているが，その電気は，電力会社が水力，火力，原子力によって発電し供給している。水力，火力，原子力による発電は，いずれも発電機の軸を回転させて電気を起こす(注1)ことは共通であるが，そのエネルギー源を，火力は化石燃料（天然ガス，石炭，石油）の燃焼，原子力はウランの核分裂から得ているのに対して，水力は自然の水の持っている（自然循環に由来する）位置エネルギーを利用している。

水は高い所にあると位置エネルギーを有しており低いところに流れていく。水力発電はその水の落差（＝位置エネルギー）を利用して水車（タービン）を回し（＝運動エネルギーへの転換），その回転を発電機に伝えて電気を起こすというのが，水力発電の基本的仕組みである。

水力発電は，ダムを設けて貯水し，それによって生じた落差を利用して発電する「ダム式」発電所がよく知られているが，ダムを作らなくとも，上流で取水した水を水路で導き一定の落差のある場所で水管で落として発電する「水路式」もあり，また，この両者の組み合わせであるダムの水を水路で導き水管で落として発電する「ダム水路式」もある。小水力発電のほとんどは水路式であり，既存の河川，用水路に水車・発電機を設置しただけの小水力発電もある。

また，上下に二つの貯水池を有し，電力が余剰である夜間に下の池から上の池に水をくみ上げ，電力需要の多い時間帯にくみ上げた水を落下させて発電する揚水発電所(注2)もある。

(注1) 発電は磁界の中で導体を動かすと電流が流れる現象（電磁誘導）を利用しており，発電機はコイルに対して磁石を回転させることで発電している。

(注2) 揚水発電所は余剰電力を蓄える巨大な蓄電池ということができ，夜間に出力を落とすことが困難な原子力発電の拡大とセットでこれまで建設が進められてきた。

(2)　水力発電の特色

電気を起こす方法として，水力以外に火力，原子力，風力，太陽光，地熱，潮力，波力など様々な方法があるが，水力発電は他の発電方法と比較すると，以下のような優れた点がある。

①水の自然循環を利用しているため，CO_2，廃棄物を出さずクリーンな再生可能エネルギーである。

②燃料が不要であり，輸入燃料に依存しない「純国産エネルギー」である。

③ダムや水路の設置のため土木工事が必要で初期投資は大きいが，発電機のメンテ

ナンスを行えば長期にわたって発電が可能である。また，燃料費が不要で運営コストが低いため，発電コストが低い。

④太陽光，風力とは異なり，季節，時間帯によらず安定的に発電することができる。

⑤雨量が多く急勾配の河川が多い日本の風土に適した発電方法である。

⑥発電を止めたり再開するのに短時間で対応が可能である。

その一方で，水力発電には，以下のような問題点，制約もある。

①地形，水量により発電が可能な場所は限られており，条件のよい場所は既に開発済みのところが多い。

②発電能力が大きい水力発電所を設置するためには貯水のための大規模なダムを建設する必要があるが，ダムの建設は河川の環境・生態系を悪化させる。また，ダムを建設するためには地域住民の同意など難しい交渉を行わなくてはならず，完成までに時間がかかることが多い。

③ダムの建設には多額の資金が必要であり，投資の回収期間が長い。

このように水力発電の問題はダム建設の問題と密接に関係しており，こうした問題点が，ダムの建設が不要な小水力発電が注目されている理由でもある。

(3)　水力発電の歴史

人類は古代より河川の流れによって回る水車の動力を灌漑，紡績，製粉などの作業に利用してきたが，19世紀末より水車の動力で発電を行うことを始めた。日本でも1890年頃より銅山，紡績工場で水力発電が導入され，1891年には琵琶湖疎水を利用した日本で最初の事業用水力発電所（蹴上発電所）が設置された。

その後，電力需要の増大とともに水力発電は徐々に広まり，1920年代には木曽川，天竜川などでダム式の水力発電所が建設されるようになった(注3)。さらに，戦後，経済復興の過程で国土総合開発法（1950年），電源開発促進法（1952年）などに基づいてダムの建設が盛んに行われ，佐久間ダム（1956年），奥只見ダム（1960年），黒部第四ダム（1961年）などの巨大ダムが建設され，これらの水力発電による電力が成長する日本経済を支えた。

その一方で，火力発電所も急速に建設され，日本の電力は1960年代より「水主火従」から「火主水従」の時代に入った。さらに，石油ショック（1973年）を契機に次第に原子力発電所の建設が増大し，水力発電が電力供給全体に占める割合は低下してきた。

（注３） 1910～13年に水力発電の潜在力，候補地を探るため発電水力調査（第１次）が行われ，その後，各地で水力発電所の建設が進んだが，そのなかに後に「電力王」と呼ばれた福澤桃介がいた。なお，発電水力調査はその後第５次（1980～86年）まで行われている。

(4)　水力発電の現状

a　発電所数と発電量

「電気事業便覧」（電気事業連合会編）によると，09年において，日本には水力発電所が1,727，火力発電所が2,791，原子力発電所は17（原子炉は54基）ある。このうち電気事業用は水力発電所1,454，火力発電所196で

あり，火力発電所の多くは自家発電用である。

出力（最大出力）は，水力発電所4,797万kW（平均28千kW），火力発電所１億8,174万kW（平均65千kW）であり[注4]，原子力発電所は4,885万kW（１基平均905千kW）である。09年の発電電力量は，水力発電が838億kWhで全体の7.5％を占め，火力発電は7,425億kWh（66.7％）[注5]，原子力発電は2,798億kWh（25.1％）である。

一方，発電水力調査（資源エネルギー庁）によると，09年において水力発電所は1,907か所（うち一般1,888，混合揚水19）あり，一般水力発電所の出力は2,185万kW（平均12千kW）で，混合揚水発電所の出力は571万kW（平均301千kW）である[注6]。

（注４）事業用に限れば火力発電所の平均出力は747千kWと大きく，自家用火力発電の出力（平均15千kW）は事業用に比べて小さい。

（注５）火力発電（一般電気事業用）の燃料の構成（電源構成）は，LNG（液化天然ガス）48%，石炭40%，石油等12%である（09年）。

（注６）09年の発電水力調査のデータは，第５次発電水力調査（1980～86年）をベースに補正して作成したものである。なお，発電水力調査では，揚水発電所のうち「混合揚水」（自然流量による発電も行う）のみを算入し「純揚水」（上池には自然の貯水がない）は除いており，純揚水を含む電気事業便覧とは出力計が大きく異なっている。

b　水力発電所の種類

水力発電所を種類別にみると，一般水力発電所のうち流込式が最も多く1,178（出力計523万kW，平均4.4千kW）であり，調整池式が467（出力計1,020万kW，平均22千kW），貯水池式が243（出力計642万kW，平均264千kW）である。調整池式，貯水池式はダムを伴う場合が多いが，流込式はダムを設けない場合が多い[注7]。

なお，日本にはダム（堰を含む）が2,659あり，このうち発電目的が634（うち発電専用が389）で，農業用1,559，上水道用534，洪水調整用745である（『ダム年鑑2012』による）[注8]。

（注７）「流込式」は河川の水を貯えずそのまま利用する方法，「調整池式」は短期間の運転に必要な水を貯える方法，「貯水式」は豊水期に水を貯え長期間の運転を行う方法である。

（注８）ダムの目的は大きく治水（洪水調整等）と利水（灌漑，上水道，発電等）に分けられるが，治水・利水の複数の機能を有した多目的ダムも多くある。

c　地域別分布

水力発電所の立地には地域的な偏りがあり，発電電力量が最大なのは富山県（105億kWh）であり，次いで長野県（93億kWh），岐阜県（90億kWh），新潟県（88億kWh），福島県（66億kWh），静岡県（59億kWh），北海道（58億kWh），群馬県（40億kWh）が大きく，この上位8道県で全体（946億kWh）の63％を占めている。水系でみると信濃川，木曽川，阿賀野川，利根川，天竜川などの発電量が多い。

d　水力発電所の規模

一般水力発電所（揚水を除く）を規模別にみると，1,000kW未満が474（25.1％），1,000～3,000kWが417（22.1％）であり，3,000kW未満の水力発電所が全体（1,888）の５割近くを占めているが，出力では4.3％を占めるのみである。一方，５万～10万kWが64，10万kW以上が26あるが，出力では５万kW以

第1表　日本の包蔵水力(一般水力, 出力別)

（単位　千kW）

	既開発		工事中		未開発	
	地点	出力	地点	出力	地点	出力
1,000kW未満	474	203	8	1	371	242
1,000～3,000	417	745	9	18	1,232	2,263
3,000～5,000	166	625	2	7	523	1,962
5,000～10,000	287	1,942	4	30	340	2,288
10,000～30,000	363	6,037	6	91	209	3,313
30,000～50,000	91	3,467	0	0	21	802
50,000～100,000	64	4,190	11	62	14	879
100,000kW以上	26	4,643	2	543	3	378
計	1,888	21,852	32	750	2,713	12,128

資料　資源エネルギー庁「発電水力調査」(2009)
(注)　揚水を除く。

上が40％を占めている（第１表)。

揚水発電所（純揚水＋混合揚水）は44あるが，出力100万kW以上の水力発電所（12ある）は全て揚水発電所であり，50万～100万kWの13の水力発電所のうち揚水発電所でないのは奥只見発電所（福島県, 50万kW）のみである。このように，日本では規模の大きな水力発電所のほとんどが揚水発電所であることがわかる。

(5)　水力発電のポテンシャル

それでは，日本で水力発電による発電量を増やす可能性はどの程度あるだろうか。

発電水力調査によると，日本の包蔵水力（技術的・経済的に開発可能な発電水力資源の量，混合揚水を含む）は4,621万kW（4,387か所）であるが，うち既設の水力発電所が2,756万kW（1,907か所），工事中が75万kW（32か所）であり，未開発の水力が1,904万kW（2,731か所）ある(注9)。つまり，包蔵水力のうち既に使用しているのは６割であり，未開発が４割あるということになる。

未開発の水力発電のうち，揚水発電所（混合揚水）が692万kW（18か所）であり，揚水を除いた一般水力発電所は1,213万kW（2,713か所）で（第１表)，原発１基の出力を100万kWとすると一般水力発電所の未開発のポテンシャルは原発12基分あることになる。

未開発の水力発電を種類別にみると，流込式が2,513か所，出力893万kWであり，数で93％を占め，出力でも72％を占めている。ダムが必要な貯水式，調整池式の未開発水力は小さく，貯水式が49か所，92万kW，調整池式が151か所，228万kWである。また，規模別にみると，1,000kW未満が371か所，1,000～3,000kWが1,232か所であり，3,000kW未満が６割を占めている。出力でみると，１万～３万kWが331万kWで最大であるものの，1,000～3,000kWが226万kW，3,000～5,000kWが196万kWであり，今後日本で開発余地が大きい水力発電は中小水力であることがわかる。

(注９) 資源エネルギー庁水力発電研究会の報告書によると，既設の水力発電所は，維持放流（河川環境の維持のために義務付けられている放流）によって使用水量が減少しており，老朽化による出力低下もみられるという。

2　小水力発電の意義

(1)　小水力発電の定義

「小水力発電」とは，その名の通り「小規模な水力発電」のことであるが，どの程度が小規模であるかについて明確な定義は定まっていない。欧州小水力発電協会（European Small Hydropower Association：ESHA）は「小水力（Small Hydropower)」

を「１万kW以下」としているが，日本の水力発電所の７割は１万kW以下であり，ESHAの定義では日本の水力発電所は大部分が小水力になる。

NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）が作成した「マイクロ水力発電導入ガイドブック」（03年）では，1,000～１万kWを「小水力」としており，100kW未満を「マイクロ水力」，100～1,000kWを「ミニ水力」と名づけ，１万～10万kWを「中水力」，10万kW以上を「大水力」としている。

また，RPS法（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[注10]）では1,000kW以下の水力発電（水路式発電またはダム式の従属発電）を助成の対象としており，再生可能エネルギー固定価格買取制度では買取の対象を３万kW未満の「中小水力」とし，買取価格を，①200kW未満（35.7円/kWh），②200～1,000kW（30.45円/kWh），③1,000～30,000kW（25.2円/kWh）の３段階に分けている。

このように小水力の定義は定まっていないが，本稿では主として1,000kW以下の小水力発電について検討する。

(注10) RPS（Renewable Portfolio Standard）法は，新エネルギーの普及を目的に電気事業者に新エネルギー等から発電される電気を一定割合以上利用することを義務づけたものであり，03年に制定されたが，12年７月より固定価格買取制度（「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」による）が開始したことにより，RPS法は廃止された。なお，97年に制定された新エネ法（新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法）では，当初，小水力発電は対象に含まれていなかったが，08年の施行令改正で小水力発電（1,000kW以下）が追加された。

(2)　自然環境と調和する小水力発電

水力発電は水の自然循環を利用した再生可能エネルギーであり，燃料が不要でCO_2も出さない非常に優れたエネルギー源である。

しかし，戦後の日本では，国土開発政策のなかでダム開発が精力的に進められたため，大規模なダムを新たに建設できる適地はそれほど多く残っていない。特に近年では，大規模な自然改造を伴うダムは環境破壊的であるとの批判が強まっており，またダム建設に伴う地域住民との調整が長引いているなど[注11]，今後日本で大規模なダムを建設することは困難になっている。

それに対して小水力発電は，既存の河川，農業用水を活用できるため大規模なダムを建設する必要がなく，自然環境と調和した発電が可能である。こうしたことから全国各地で小水力発電に対する注目・期待が高まっており，05年に全国小水力利用推進協議会が設立されたのをはじめ，県レベルの協議会も12県で設立され，これまで全国小水力発電サミットが２回開催されている。特に，今年７月から固定価格買取制度が始まり小水力発電によって発電した電気はこれまでよりも高い価格で売電できることになったため，全国各地で小水力発電に取り組む動きが盛んになっている。

(注11) 日本には計画から完成まで30年以上かかっているダムが多くあり，その象徴的存在である八ッ場ダム（群馬県）は，調査開始（1952）から60年，建設開始（1970）から42年が経過しても未だに完成していない。

3　小水力発電の現状

(1)　小水力発電の数と発電量

発電水力調査（09年）によると，日本には1,000kW未満の小水力発電所が474あり，その出力の合計は203千kWである。また，１万kW未満の水力発電所が1,344あり水力発電所全体の７割を占めており，その出力の合計は3,515千kWで水力発電所（一般）の出力全体の16％を占めている。

一方，RPS法の認定を受けた1,000kW以下の小水力発電所は全国に522あり，その出力の合計は216千kWである。小水力発電所（1,000kW以下）が多い県は，長野（42），広島（29），山梨（23），静岡（22），静岡（22），島根（22），栃木（22）である。また，設立年をみると，1930年以前に設立されものが228で４割以上を占め，1945～79年に設立されたものが83，80年以降のものは179である。小水力発電所の建設は70年代から90年代にかけて停滞していたが，RPS法が制定されて以降，設立件数が増加し，11年には新設が19件あった。

RPS法の認定設備のうち情報が公開されている492の小水力発電所について規模別にみると，100kW未満が65，100～200kWが86であり，200～500kWが155，500kW以上が186である。また，事業主体をみると，電力会社（子会社を含む）が286で約６割を占め，地方公共団体が99，農協が47，土地改良区が24で，企業が22である。

(2)　農協による小水力発電

戦前の日本では，農村地域の電化のため電気利用組合による小水力発電所が多く設立されたが(注12)，戦後になっても農山漁村の一部では電力不足や未電化の地域があったため，1952年に農山漁村電気導入促進法が制定され，小水力発電の導入が進められた。

農山漁村電気導入促進法に基づく小水力発電所は中国地方を中心に全国で200近く設置されたが，現在でも60の発電所が稼働しており，このうち53が中国地方にある(注13)。

いずれも1,000kW未満の小規模なものであり，１か所当たりの平均出力は192kWである。中国地方の53の小水力発電所のうち，農協が運営しているものが44あり（うちJA庄原のみで９つの小水力発電所を有する），中国地方小水力発電協会の事務局はJA広島中央会にある。そのほか市町村が５つ，公社が２つ，土地改良区が２つを運営している。そのほとんどは1950～60年代に設置したものであり，既に40年以上にわたって発電を行っている。発電した電気は中国電力に売電しており，JAにとって小水力発電事業は安定的な収入源になっている。

これらの小水力発電所は，既に固定資産の償却が済んでいるものが多く，発電に伴うランニングコストも大きくはないものの，発電機の定期的な点検・修理，将来的な水路等の補修を考慮すると現在の売電価格（平均９円/kWh程度）は満足できる水準ではなく，中国地方小水力発電協会は売電価格の引上げを要望している(注14)。

(注12) 西野寿章「戦前における電気利用組合の地

域的展開（Ⅰ）（Ⅱ）」（2008，2009，高崎経済大学「産業研究」）

（注13） 中国地方に小水力発電所が多いのは，中国電力出身の織田史郎（イームル工業を設立）が小水力発電に精力的に取り組んだためであり，農山漁村電気導入促進法も織田の働きかけによって成立したと言われている。（永井健太郎他「中国地方の小水力の歴史」〈2010，長崎大学総合環境研究〉，「60年前から農協発電を支える水力発電メーカー・イームル工業」〈2011.8，「季刊地域」〉）

（注14） 資源エネルギー庁は，20年を超えた小水力発電については，発電機本体を新規に更新すれば固定価格買取制度の対象とするという方針を示している。

（3） 土地改良区による小水力発電

土地改良区は，戦前の水利組合と耕地組合を合体してできたものであり，農業生産にとって不可欠な農地と農業用水を管理する組織として重要な役割を担っている。土地改良区のなかには早くから小水力発電に取り組んでいる組合もあり，農業土木機械化協会は89年に農業用水を活用した小水力発電に関する冊子「小水力発電事業化へのQ&A」を発刊したが，実際に小水力発電を行っている土地改良区はそれほど多くない。

農林水産省によると，現在，農業農村整備事業に基づいて小水力発電を行っている事例は全国で26地区（出力合計22千kW，平均845kW）あり，そのうち23地区では土地改良区が小水力発電を運営している。また，現在計画中のものが11地区（出力合計３千kW，平均286kW）ある。ただし，この26地区は農業農村整備事業に基づいて設立したものであり，それ以外の制度（農山漁村電気導入促進法，NEDO事業等）によって設立した発電所は含まれておらず，実際には土地改良区による小水力発電は他にもある。

農村部には既存の農業用水路があるため，新たに導水路を設けなくとも小水力発電所を設置できる場所があり，その場合，建設コストが低くなる可能性がある。また，土地改良区は農業用水の管理団体であるため水を扱う専門家がおり，小水力発電の運営管理能力を有している。小水力発電による売電収入は土地改良区の新たな収入源となり，土地改良区の収入を安定化させ農家負担を軽減させるためにも，全国の土地改良区が小水力発電に積極的に取り組んでいくことが期待される。(注15)

（注15） 土地改良法（第２条，５条）により土地改良区の事業は限定されており，そのなかに発電事業は含まれていないが，農林水産省はこれまで揚排水施設への電力供給の目的に限って発電所の設置を認めてきた（「見合い施設」）。しかし，再生可能エネルギーの普及拡大が求められるなかで，農林水産省は，土地改良区が行う小水力発電の売電収入を土地改良施設全体の維持管理費に充当できるよう改めた（2011.10.25.農林水産省農村振興局「土地改良事業における小水力発電の取扱いについて」）。

（4） 欧州における小水力発電

EUでは，97年より再生可能エネルギーの普及を積極的に進めており，2020年までに全消費エネルギーに占める再生可能エネルギーの割合を20％とする目標を立てている。EUにおける再生可能エネルギーの割合は，99年に5.4％であったが09年には9.0％に上昇しており，EU各国は2020年の目標達成に向けて努力を続けている。特に大きく伸びているのは風力（10年で８倍）とバイオマス（同３倍）であるが，水力も10年間で6.1％増加している。

EU（27か国）には小水力発電所（１万kW以下）が21千か所（06年）あり，その出力の合計は1,317万kWで，小水力発電の出力は過去５年間で24.1％増加している。ポーランド，チェコなどの旧東欧諸国を中心に小水力発電の潜在力が多くあり，EUでは助成措置を設けて小水力発電の推進を行っている。

特に，ドイツには１万kW以下の水力発電所が８千あり，うち５千kW未満が7,679（平均出力869kW）で，日本（1,057）の７倍以上もある。さらにドイツには，統計には出てこないような小規模な小水力発電（数10kW以下）が1.5万～２万あり，これだけで数10万～100万kWの出力があるとの推計もある。(注16)

(注16) 小林久「ドイツ，オーストリアにおける小水力発電の現状」（2007.11，農業農村工学会誌），後藤眞宏他「南ドイツにおける小水力発電の調査報告とわが国の農村地域の小水力発電の今後の展望」（2009，農工研技報）

4　小水力発電のポテンシャル

水力発電のなかでも小水力発電の開発余地が最も大きいが，そのことをもう少し詳しく見てみたい。

(1)　資源エネルギー庁，環境省のポテンシャル調査

a　資源エネルギー庁「発電水力調査」

資源エネルギー庁「発電水力調査」(09年）によると，出力１万kW未満の水力発電所が設置できる未開発地点は全国に2,466か所あり，その合計出力は6,755千kWで，１万kW未満の包蔵水力のうち65％が未開発である（前掲第１表)。

１万kW未満の未開発水力を規模別にみると，1,000kW未満が371か所，242千kW，1,000～3,000kWが1,232か所，2,263千kW，3,000～5,000kWが523か所，1,962千kW，5,000～１万kWが340か所，2,288千kWである。

b　資源エネルギー庁「未利用落差発電包蔵水力調査」

資源エネルギー庁は，99年度より中小水力発電のポテンシャル調査を実施しており，09年３月にそれまでの調査をとりまとめた「未利用落差発電包蔵水力調査報告書」（中小水力開発促進指導事業基礎調査）を発表している（新エネルギー財団に委託)。この調査は，それまでの包蔵水力調査（発電水力調査）では把握していなかった，河川維持用水，利水放流水，農業用水，上下水道などの既往構築物における遊休落差を利用した水力発電の可能性を調査したものである。

この調査によると，未利用のダムは971か所，309千kW，未利用の水路は418か所，22千kWあり，未利用の落差を利用して計331千kWの発電が可能であると推計している。この推計はｃ，ｄでみる環境省のポテンシャル調査に比べると非常に小さいが，それはこの調査が新たな開発をしなくとも発電が可能な場所（既往構築物の未利用落差）に限っているためである。

c　環境省「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」

環境省は，10年度に「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」を実施しており，そのなかで「中小水力発電」（３万kW未満）のポテンシャルを推計している。この推計は，全国の全ての地域の河川，農業用水について地形，水系，流量，取水量を調べ，そこから３万kW以上の既設発電所を除外するという方法であり，資源エネルギー庁の調査よりかなり細かい地域まで含んだ調査になっている。

この調査によると，中小水力発電の賦存量は，河川部が26,476か所，1,655万kW，農業用水が609か所，32万kWであり，そこから建設単価が高い場所（kW当たり260万円以上）や国立公園特別保全地区等を除外すると，中小水力発電の導入ポテンシャルは，河川部が21,703か所，1,398万kW，農業用水が595か所，30万kWで，合わせて1,428万kWあると推計している。

d　環境省「再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備」

10年度に実施した上記「ポテンシャル調査」では，３万kW以上の既往発電所は除外しているものの，３万kW未満の既往施設を含んだものになっていたため，環境省は翌11年度に「再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備」事業を実施し，河川部について前年度に行った導入ポテンシャル調査の精査，再検討，更新を行うとともに，既開発の水力発電所を控除した推計を行った。その結果，河川部における中小水力発電の導入ポテンシャルは，19,686か所，898万kWあるとしており（第２表），発電水力調査との差異は前年度の推計よりかなり縮まった。(注17)

第2表　中小水力発電の導入ポテンシャル

（単位　千kW）

	河川部		農業用水	
	地点	設備容量	地点	設備容量
100kW未満	4,614	289	224	11
100～200	4,431	645	128	18
200～500	5,604	1,793	121	38
500～1,000	3,059	2,129	54	36
1,000～5,000	1,878	3,350	61	117
5,000～10,000	83	530	5	39
10,000kW以上	17	246	2	40
計	19,686	8,982	595	299

資料　環境省，河川部は「再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備」(2012)，農業用水は「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」(2011)

19,686か所のうち100kW未満が4,614，100～200kWが4,431，200～500kWが5,604と，７割以上が500kW未満であり，5,000～１万kWは83か所，１万kW以上は17か所のみである。地域別にみると，東北地方が5,651か所，290万kWと最大である。

(注17) この調査では１万kW未満の地点が２万か所近くあり，発電水力調査における未開発地点（2,466）とは８倍の差があるが，その一つの理由として地点のとり方（＝開発の仕方）が異なることが指摘できる。

(2)　ポテンシャル調査の評価

以上，資源エネルギー庁，環境省のポテンシャル調査の概要を紹介したが，これらの推計をどう評価したらよいであろうか。

農村部における小水力発電の導入を早くから提唱してきた小林久氏は，昭和10年代の日本では農業用水車が８万台近く稼働しており，富山県のみでらせん型水車が１万

３千台稼働していたことを考えると，環境省，資源エネルギー庁の推計は過小であると指摘している。小林氏が実際の農業用水路で調査を行った結果，30kmの水路で小水力発電の適地が100か所あることがわかり，全国には４万kmの農業用水路があるため，環境省の推計（農業用水で595か所）は少なすぎ，小林氏は日本で小水力発電が可能な地点は100～1,000kWで数千，10～100kWで数万あると推計している。(注18)

一方，農村工学研究所の研究チームは，東北地方の実際にある農業用ダムについて詳細な調査を行い，資源エネルギー庁，環境省の推計は過大であると指摘している。その主な理由として，これらの推計は他の河川利用者の事情を十分に配慮しておらず，灌漑期と非灌漑期では水量が異なり発電可能水量が安定的に確保できないため発電効率が落ちることをあげている。(注19)

また，ポテンシャルがあるからといって，その通り小水力発電が設置できるかというと，実際に設置するとなると様々な困難に直面するであろうことは容易に想像できる。奥地になれば設置コストは高くなり，管理コストも増大するであろうし，そもそも近くに送電線がないと売電もできない。さらに，ある程度の規模の小水力発電所を設置すれば，取水口と発電所の間では河川に流れる水量が減少し生態系に影響を与えるであろうし，水利権に関する調整が難航するケースもあるだろう。

このように資源エネルギー庁，環境省の推計はあくまでポテンシャルであり，それが全てすぐに利用できるわけではないが，日本に未利用の水力が存在していることは確かであり，再生可能エネルギー拡大の重要な柱として小水力発電を位置付けていく必要があろう。

(注18) 小林久「小水力発電の可能性」（2010. 1「世界」）

(注19) 上田達己他「東北地方の農業用ダムを利用した小水力発電ポテンシャルの評価」（2012，農村工学研究所技報）

5　小水力発電の事例

以下で，小水力発電の実際の事例をいくつか紹介する。

(1)　JA山口東（山口県岩国市錦町）

既に紹介したように，中国地方では多くの農協が小水力発電所を運営しているが，JA山口東が行っている稗原発電所もその一つである。

岩国市は山口県の東部に位置し，錦町は岩国市の北部，西中国山地の一画にある。その錦町に1967年に稗原発電所が設置され，それ以来45年間，発電機の定期検査・部品交換の期間を除き24時間休まず発電を続けている。水量は0.35m^3/秒でそれほど多くないが，有効落差が113mと大きいため，最大出力は300kWである。錦川水系の大野川から取水し，1,510mの導水路を経て水管で落下させ発電している。

発電した電気は中国電力に売電しており，売電単価は8.14円/kWhで，年間売電収入は約15百万円である。

(2) 岩手県照井土地改良区
(岩手県一関市)

照井土地改良区は，北上川水系磐井川を取水源とする農業用水を管理する土地改良区であり，1,500ha（組合員は約2,000戸）の農地に水を供給している。この農業用水の歴史は非常に古く，12世紀に開さくした照井堀を受け継いでおり，近くに中尊寺，毛越寺があり，全国疎水百選にも選定されている。

照井土地改良区は05年に農業用水を利用した小水力発電を導入することを計画し，NEDOの事業補助を受けて10年に小水力発電を設置した。有効落差6.85m，水量1.087m^3/秒で，最大出力は50kW（常時出力30kW）である。当組合では，翌11年に二つめの小水力発電施設を設置した（落差2.1m，水量0.44m^3/秒，最大出力4.4kW）。

発電した電気は東北電力に売電しており，売電価格は9.1円/kWhであったが，固定価格買取制度が始まったため引上げの方向で協議している。現在の9.1円であっても，常時30kWの発電を行うと年間240万円の売電収入があり，小水力発電事業は土地改良区の新たな収入源になっている。

(3) 岐阜県石徹白集落
(岐阜県郡上市白鳥町)

石徹白（いとしろ）地区は，岐阜県の北部，白山の南麓（標高750m）にある集落であり，集落の中を水量が多い水路が流れている。かつては白山信仰の拠点として栄え，昭和30年代には210戸，1,200人が住んでいたが，過疎化が進行し現在では110戸，276人に減少している。

都市工学を学び東京で働いていた平野彰秀氏は，07年より石徹白地区で小水力発電を中心とした地域再生事業を始めた。その後，平野氏は住居をこの地に移し，現在はNPO法人地域再生機構，岐阜県小水力利用推進協議会の事務局の仕事も行っている。

石徹白集落には現在３基の小水力発電（30W，0.8kW，2.2kW）が稼働しており，30Wと0.8kWは既存水路に設置したらせん式の水車，2.2kWは上掛け水車によるものである。いずれも小規模で各種事業の助成を受けて試験的に導入したものであるが，今後，集落全体の電力を自給できる規模の小水力発電を構想している。

こうした小水力発電の取組みによって石徹白地区は全国的に注目を浴びており，小水力発電を契機に地域が活性化し，11年には新たに他の地域から４世帯11人の移住があったという。

農業用水路に設置した小水力発電
（らせん式0.8kW，石徹白地区）

(4) 山梨県都留市

都留市は山梨県の東部に位置し，富士山に近く水が豊富である。江戸時代から水車の動力を活用した織物が盛んであり，明治期以降，都留市周辺の河川（桂川水系等）において首都圏に電力を供給する水力発電所が多く作られた。

その後，織物業は次第に衰退し水車も取り壊されていったが，現在も市の中心を流れる家中川は11kmで160mの落差があり，流れが速く水量も豊富である。そのため，都留市では，01年に大学研究者の協力を得て小水力発電の実験を行い，市制50周年を記念して06年に市役所前に小水力発電「元気くん１号」を設置した。この１号機は下掛け水車方式であり，最大出力は20kWである。次いで，10年に上掛け水車方式の「元気くん２号」（最大出力19kW）を設置し，12年にはらせん式の「元気くん３号」（最大出力7.3kW）を設置した。都留市は，小水力発電を市民参加型とするため，市民債を発行して設置資金の一部に充当した。

都留市では，これらの小水力発電で発電した電力で市役所の電気をまかなうとともに，夜間等の余剰分は東京電力に売電している。都留市の取組みは先駆的なものであったため全国から視察者が多くあり，10年には第１回全国小水力発電サミットが都留市で開催された。

上掛け水車による小水力発電
（19kW，都留市）

(5) 福岡県糸島市

糸島市は福岡市の中心から西に20kmの距離にあり，市内に九州大学（工学部等）のキャンパスがある。糸島市南部の羽金山の中腹（標高530m）に名勝地白糸の滝があり，涼を求めて夏季には多くの市民が訪れる。

白糸の滝から発した水は下流に向かって急流となって流れており，この水流を発電に利用できないかと考えた九州大学の研究者が白糸小水力プロジェクト（代表島谷幸宏教授）を立ち上げ，12年４月に滝の近くで水車を使った発電を開始した。この発電量は500Wと小さいものであるが，今後，さらに２つの小水力発電所（16kW，50kW）を計画しており，白糸の滝のレストハウスと白糸地区の住民の電力を供給することを計画している。

12年６月30日に，九州大学で「小水力シンポジウムin糸島」が開催され，200人近い参加者があり，小水力発電の意義と可能性に関して熱心な討議が行われた。

(6) 八戸圏域水道企業団（青森県八戸市）

これまで紹介したのは河川，農業用水を利用した小水力発電であるが，次に紹介するのは水道の配水事業に伴う小水力発電で

ある。

八戸圏域水道企業団は八戸市，南部町，五戸町などの住民33万人に水道水を供給している公企業であるが，水道水の供給のためには水に圧力をかける必要があり，当地区では水を高い場所に貯えることによって必要な水圧を得ている。しかし，必要以上の水圧がかかる地区もあるため，これまで意図的に減圧することも行っていた。

当企業団では，この減圧のエネルギーを発電に利用できないかと考え，08年より検討を始め11年に小水力発電を設置した。この小水力発電は落差25m，水量0.33m^3/秒で，出力は57kWである。発電した電力は，一部は水道事業で使用し，余剰分は東北電力に販売しており（平均単価12～13円），年間の売電収入は272万円である。

なお，当企業団では水を高い場所にくみ上げるために電力を使用しており，この小水力発電は，それまで捨てていたエネルギーの一部を回収するものということができる。

(7)　鹿児島県の取組み

鹿児島県では，これまで見てきた事例よりも規模の大きい小水力発電の取組みが進行している。吉田功氏は，富山県で開催された全国小水力発電サミットに出席し，これなら鹿児島県でも可能性があるのではないかと考え，地元企業の出資を得て12年１月に九州発電（株）を設立した。

当社は，県内に40か所の候補地をリストアップし，既に20か所について調査を行っている。このうち，肝付町（大隅半島東部）において最初の小水力発電所建設に着手しており，13年末には完成予定である。この発電所は，落差200m，水量１m^3/秒で，出力は1,565kWである。建設に12億円かかる見込みであるが，年間１億３千万円の売電収入が見込めるため，ビジネスとして十分成り立つと判断している。既に水利権に関する手続きを終えており，肝付町との間で立地協定を締結した。現在計画している他の候補地も500kW程度の発電が見込め，当社は，今後，九州の他の県でも小水力発電事業を行うことを計画している。

なお，11年に鹿児島県小水力利用推進協議会が設立され，13年には鹿児島県で全国小水力発電サミットが開催される予定である。

6　小水力発電普及の課題

(1)　期待される小水力発電の拡大

福島原発事故以降，原子力発電所は徐々に停止となり，12年の５月には全ての原子力発電所が停止するに至った。原子力発電停止に伴う電力供給の不足分は火力発電所の稼働率を増すことで対応してきたが，CO_2削減の要請もあるため電力を化石燃料に過度に依存することはできず，今後，再生可能エネルギーを大きく拡大させることが必要である。

『自然エネルギー白書2011』（環境エネルギー政策研究所編）によると，10年度において自然エネルギー(注20)の発電量は403億kWhで，総

発電量に占める割合は3.4％であった。そのうち小水力（１万kW以下）が193億kWhで42.9％を占め，バイオマス（廃棄物発電を含む）が29.7％で，太陽光10.1％，風力10.1％，地熱6.6％であった。

2010年に決定された「エネルギー基本計画」では，一次エネルギーに占める再生可能エネルギーの割合を2020年までに10％にするという目標を掲げているが，現在の増加ペースは遅々としており，目標達成のためには，今後，再生可能エネルギーの飛躍的な普及が必要である。最も期待されているのは洋上風力発電であるが，小水力発電も既にみたようにまだかなりのポテンシャルはあり，今後裾野を広げて普及を加速させる必要がある。

(注20)「自然エネルギー」は「再生可能エネルギー」とほぼ同義の概念であるが，この白書では水力発電については１万kW以下の発電所のみを算入している。

(2)　地域活性化に貢献する小水力発電

事例でみたように，小水力発電に取り組んでいる地域では，地域住民が積極的に参加しており，小水力発電を契機に地域の活力が増しているケースが多い。条件が不利であるとされてきた中山間地域こそ小水力発電に適した地域であり，これまで見捨てられてきた農山村の水流が電力源となり日本の電力問題全体の解決に貢献できると考えると，小水力発電は非常に意義深い活動・事業である。たとえ小規模な発電であっても，エネルギー問題を実感として理解できる身近な施設として小水力発電所は教育的効果が大きい。

現在，小水力発電に先駆的に取り組んでいる地域はかつて水車を使った紡績業などが盛んであった地域が多く，電力独占体制のなかで電気は買うものとの意識が染みついてしまって豊かな水の流れは見捨てられてきた。しかし，石徹白や都留市の事例のように，かつて使っていた水の力を再び掘り返すことにより，小さな河川・農業用水が電力源として新たな光を浴びることになった。

小水力発電は24時間発電が可能であり，蓄電池や電気自動車を組み合わせることによって可能性はさらに広がる。少なくとも大規模ダム建設による地域開発よりは環境調和的であり，長期にわたる利益が得られる可能性を持っている。固定価格買取制度によって売電収入が見込め，再生可能エネルギーは新たな産業分野を生み出すことになろう。

なお，固定価格買取制度が始まったため商社等の大手企業が小水力発電所を建設する動きがあるが，小水力発電は地域住民が主導権を握り地域に収益が還元するような仕組みが望ましい。かつての電気利用組合のような小水力発電を運営する新たな協同組合を設立してもよいし，集落単位，あるいは個人で小水力発電を設置する動きが盛んになることが期待される。資金負担，リスク，ノウハウ等を考えると，ある程度規模の大きな発電所は電力会社（本体あるいは子会社）や企業が行うこともやむをえないであろうが，その際にも地域住民が何ら

かの形で関与する仕組みを構築すべきであろう。

(3) 小水力発電の採算性と可能性

小水力発電の設置に投資した資金は売電によって回収する必要があり，その条件が整わないと小水力発電が広く普及することは難しいだろう。幸いにして12年７月より固定価格買取制度が導入され，１kWh当たり25.2～35.7円で買い取りが行われることになった。中国地方の農協が行っている小水力発電の売電価格は９円程度であり，これに比べると現在の買取価格は非常に魅力的な水準になっている。

例えば，出力１kW当たりの建設費が200万円であるとすると，10kWの小水力発電所を設置するためには2,000万円が必要であり，100kWでは２億円が必要である。10kWで試算すると，稼働率80％で１年間に発電する電力量は７万kWhであり(注21)，35.7円/kWhで売電できるので，売電収入は年間250万円になる。ランニングコストを無視すると，建設費は８年で回収できることになる。発電装置はメンテナンスをしっかり行えば20年以上は使えるので，現在の売電価格は十分採算がとれる水準になっている。

ただし，実際には管理費，修理費等の費用が必要であるため，それほど単純ではなく，また小規模な発電所では建設単価や管理費が高くなるため，発電コストを引き下げるためにはある程度の規模が必要になる。

日本における１世帯当たり平均電力消費量は年間4,200kWhであり，年間，１日を通して電力消費量が横ばいであると仮定すると0.5kWの発電機があれば１世帯の電力はまかなえることになる。実際には，夏場，昼間の電力消費量が大きいため２～３kWの容量がないと電力不足が発生するが，蓄電池をうまく組み合わせれば１kWの小水力発電でも１世帯の電力をまかなえる可能性がある。こうした小規模な発電装置が100～200万円程度で設置できるような商品が開発されれば，中山間地の世帯にかなり多くの小水力発電装置が普及する可能性がある。電気自動車を導入し夜間に充電すればガソリン代を節約できるし，農業機械や農業用トラックの動力源としても使えるであろう。あるいは石徹白や糸島市で計画しているように，集落でまとまって30kW程度の発電所を設置するということも考えられよう。

(注21) 10kW×24時間×365日×0.8＝７万kWh

(4) 制度上の課題

このように，小水力発電は優れた再生可能エネルギーであり，固定価格買取制度によって採算的にも十分可能性がある発電方法であるが，実際に発電所を設置するとなると様々な難題に直面することになる。

その最大の問題は水利権に伴う問題である。河川を発電に利用するためには河川法に基づいて水利権者（行政機関等）の許可を得る必要があり，誰でも自由に河川，農業用水を使っていいわけではない。その許可の手続きは複雑であり，実際に許可されるまで長期間かかることが問題視されている。

水利権の問題に関しては，小水力発電普及の観点から簡素化，規制緩和が進みつつあるが，小水力発電の普及を加速させるためには一層の規制緩和が必要である。

農業用水の管理者である土地改良区は，水利権の問題を比較的容易に解決できる可能性があり，土地改良区は水を管理する能力と体制を備えているため，小水力発電の事業主体としてふさわしい。こうした情勢を受け，農林水産省は，農林漁業の健全な発展と調和のとれた再生可能エネルギーを促進するため「農山漁村における再生可能エネルギー電気の発電の促進に関する法律案」を国会に提出しており，再生可能エネルギーの拡大を政策的に支援する方針を示している。(注22)

また，発電事業を行うと電気事業法による規制を受け，事業用電気工作物（小水力発電は20kW以上）を設置する場合は，電気事業主任技術者を選任する必要があり，一定規模以上のダム，水路を設ける場合にはダム水路主任技術者の選任が必要になる。さらに，森林法，自然公園法などの規制があり，これらの規制は小水力発電事業を行ううえでの負担になっており，負担軽減のための制度改革が望まれる。

なお，95年以降の電力自由化によって電気供給事業への参入規制は徐々に緩和されてきたが，送電網を電力会社が独占的に所有していることが電力会社以外の者が発電分野に参入するうえでの制約となっており，小水力発電事業への参入を促し裾野を広げていくためには，発送電分離を含めた電力改革を検討する必要があろう。

(注22) 石川武彦「再生可能エネルギー発電を通じた農山漁村活性化策－農山漁村再生可能エネルギー法案－」(参議院事務局「立法と調査」2012.5)

おわりに
──脱原発社会の実現に向けて──

福島原発事故と，その後のエネルギー問題に関する論議のなかで明らかになったのは，日本が原子力発電所で発生した使用済み核燃料（高レベル放射性廃棄物）の処理方法を決めないままに今日に至っているということである。福島第一原子力発電所第４号炉には，現在も使用済み核燃料が1,300本以上残されており，その最終的な処理にはまだ多くの年月がかかる見込みである。

これまで政府は「核燃料サイクル」の構想を掲げ，使用済み燃料の再処理とそこで取り出したプルトニウムをMOX燃料として高速増殖炉もんじゅ等で使用し(注23)，そのサイクルによって原子力発電を「準国産エネルギー」と位置づけるというものであった。しかし，再処理工場も高速増殖炉も計画から大幅に遅れており完成のメドがたっておらず，そうしたなかで今回の事故が発生した。12年９月に政府が発表した「革新的エネルギー・環境戦略」では，もんじゅを年限を区切った研究施設とする一方で当面は再処理事業を続けるとしているが，高レベル放射性廃棄物の処理問題は依然として未解決であり，この問題が解決しない限り原子力発電所は廃炉に向けて「たたみ方」を検討せざるをえないであろう。(注24)

これまでの原子力推進路線のなかで再生可能エネルギーに対する日本の取組みは大きく遅れてしまい，日本のエネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合はごくわずかにとどまっている。今回の事故を機に，日本でもようやく電力改革に関する論議が本格化し，固定価格買取制度の導入によって再生可能エネルギーが増加していく条件は整った。小水力発電は，個々の出力は小さいものであるが，裾野が広がっていけば全体としては大きなものになるであろうし，農山村の資源を活用し分散型エネルギー供給社会を構築するうえで非常に重要な電力源である。今後，土地改良区や地域住民が小水力発電に主体的に取り組み小水力発電が日本全国の農山村に広がっていくことを期待したい。

(注23) 高速増殖炉もんじゅの開発が事故続きで遅れたため，日本では再処理で取り出したプルトニウムをウランと混合して既往の原子炉で使用してきた（「プルサーマル」と呼ばれている）。核燃料サイクルに関して，大島堅一氏は，日本の政策当局者やエネルギー政策の専門家，関連主体の多くが，「世界で孤立しつつ，原子力推進こそが使命であると信じ，他の世界とは無関係であるかのように，核燃料サイクルの幻想をいまだに追っている」と指摘し，再処理政策は将来に膨大なツケを残すと批判している（『再生可能エネルギーの政治経済学』）。核燃料サイクル政策を見直す必要性については，フランク・フォンヒッペル「増殖炉開発・再処理から『乾燥貯蔵』に進む世界」（「世界」2012年８月号）が明解である。

(注24) 現在でも多くの研究費を投じて核融合研究は進められており，一定の進展はみられるものの，実用化までにはまだかなり時間がかかる見込み（実用化ができたとしても今世紀後半以降）である。また，従来型の軽水炉とは異なるトリウム原子炉の構想も一部にあるが，核融合炉と同様に核廃棄物の問題を免れていないことは共通である。

<参考文献>

・織田史郎（1952）『小水力発電』自費出版
・小水力利用増進協議会編（2006）『小水力エネルギー読本』オーム社
・小林久（2010）「小水力発電の可能性」『世界』岩波書店，１月号
・小林久（2011）「農山村の再生と小水力からみる小規模分散型エネルギーの未来像」『季刊地域』農山漁村文化協会，８月号
・資源エネルギー庁（2008）「水力発電に関する研究会－中間報告－」
・水林義博，前田隆（2011）「農業用水を利用した小水力発電を取り巻く法律・制度の現状と課題」金沢大学「人間社会環境研究」３月
・伊藤康（2012）「小水力発電の現状・意義と普及のための制度面での課題」『科学技術動向』5・6月号
・河口真理子（2012）「一次産業としての再生可能エネルギーの可能性」大和総研
・大島堅一（2010）『再生可能エネルギーの政治経済学』東洋経済新報社
・橘川武郎（2012）『電力改革－エネルギー政策の歴史的転換』講談社現代新書
・村田武・渡邉信夫編（2012）『脱原発・再生可能エネルギーとふるさと再生』筑波書房

（しみず　てつろう）

木質バイオマス発電の特性・特徴と課題

理事研究員　渡部喜智

〔要　　旨〕

1　2012年７月より再生可能エネルギー電気の長期・固定買取制度の運用が開始された。同制度の買取価格は，供給者サイドの発電コスト等に関する意見を取り入れ，かつ利潤の確保に配慮した水準になったと評価される。

2　木質バイオマス発電においては，燃料調達の態様やコスト，事業リスクを踏まえ，「リサイクル木材」「一般木材」「未利用木材」の区分が設定され，未利用木材バイオマス発電の買取価格は32円/kWhとなった。この価格水準は燃料コストの高さなどのコスト構造に加え，その事業リスクに配慮した収益率（８％）を認定・加算したものである。また，未利用木材バイオマスを単一燃焼する「専焼」発電だけでなく，石炭等を含め「混焼」発電も認められた。

3　わが国の森林資源・林業は，森林蓄積の進行のもとでの絶対的な需要不足の状況と認識されるべきであり，現状用途を前提とするならば将来の木材総需要についても楽観できない。エネルギー利用など需要開発を行うことは重要であると考える。

4　未利用木材バイオマスを燃料とする出力1,000kW規模の専焼発電の木材需要を試算すると，チップ・ベース（生重量トン）で１万トン強，木材の材積ベースで１万3,000㎥程度と試算される。標準的プラントと言われる出力5,000kW規模では6.5万㎥の木材需要が想定され，地域林業にはインパクトをもたらす。
　また，合計出力が10万kWとなれば木材需要は130万㎥になる。ただしこの需要量は現状の国産材需要の7.0%相当にとどまり，マクロ的な需要を大きく底上げする規模とは言えない。

5　未利用木材バイオマス発電所を継続的に運転していくためには，燃料調達について川上の森林所有者から川下の発電所に至る持続的な「横の連係体制の構築」が不可欠である。それを持続可能なものとするには，各関係者のそれぞれの行動や決断の経済的インセンティブとなるような適正な収益分配が行われることが重要であり，望まれるところである。

6　未利用木材バイオマス発電においては，燃料源の木材が一定地域内から伐出・集材され，チップ加工されることにより，地域に就業誘発効果がもたらされる。産業連関分析により試算すると，５億円程度の素材を使う未利用材バイオマス発電に伴い，全国平均では林業などで58人の就業が直接・間接的に誘発されるほか，さらにチップ加工と発電所の運営により30人程度の就業が想定され，地域経済の活性化への寄与が期待される。

7　木質バイオマスのエネルギー利用においては熱効率や運搬コストの点から，熱供給，特に公共施設等の集約・集積した地区に集中生産した熱エネルギーを一括供給する「地域熱供給」事業が重要なテーマとなると思われ，推進には政策横断的な対応が求められる。

8　FITの長期的安定やそれに基づく信頼性が無くて，再生エネ電気の安定的な供給増加はありえない。制度の検証と運用改善は必要であるが，制度改変は慎重に行われるべきである。

目　次

はじめに
1　再生エネ電気の固定買取制度（FIT）における木質バイオマス発電
（1）　再生可能エネルギー特措法の修正成立と固定買取価格の決定
（2）　FITにおける木質バイオマス発電の買取価格の設定等
2　未利用木材バイオマス発電の特性・特徴と課題
（1）　わが国の森林資源・林業の現状認識
―絶対的需要不足の現状と需要開発の必要性―
（2）　未利用木材バイオマス発電の木材需要喚起効果
（3）　未利用木材バイオマス発電におけるコスト構造等と燃料調達の連係体制構築
（4）　未利用木材バイオマス発電による地域の就業創出効果
（5）　木質バイオマスによる地域熱供給
おわりに

はじめに

東京電力・福島第一原子力発電所（以下「福島原発」という）の過酷事故（シビア・アクシデント）に直面し，我々国民は有形無形の様々な被害を受けるとともに，原子力発電（以下「原発」という）をベースに置く発電体制について自省と変革を求められることとなった。

原発について語られてきた「安全性[注1]」と「コスト低廉[注2]」という推進根拠の信頼基盤は崩壊し，今後もその推進根拠が国民の信頼を取り戻すのは不可能だろう。したがって，我々国民は原発に依存しない発電政策への転換を国民の合意としたうえで，再生可能エネルギーの技術開発とその活用をさらに積極化すべきである。

直近では，2011年８月末に成立した「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」（以下「再生可能エネルギー特措法」という）に基づき，電力会社が再生可能エネルギー電気（以下「再生エネ電気」という）を長期・固定価格で買い取る制度（以下「FIT」＜Feed-in Tariffs＞という）の運用が12年７月に始まった。

また，マクロ的にどのような電源およびエネルギーの構成を目指すかなどを示す国の「エネルギー基本計画」（前回改定：10年６月）の再改定作業が福島原発事故を受けて行われている。同基本計画に先だって，まず12年９月に，政府は「革新的エネルギー・環境戦略」において「2030年代に原発稼働ゼロを可能にするように，あらゆる政策資源を投入」するとともに，再生エネ電気の発電量を「2010年の1,100億kWhから，2030年までに3,000億kWh（３倍）」にする方向性を決定した[注3]。

以上のような状況を受け，再生エネ電気全般について発電事業の積極化が見られて

いる。本稿では，再生エネ電気のなかで木質バイオマス（生物資源）発電，特に未利用木材[注4]を燃料源とする発電に，どのような特性・特徴や課題があり，その活用によってどのような波及的効果があるのかを，わが国の森林資源や林業の現状認識も踏まえ，考察する。

（注１）原発の安全性について，何らかの障害や誤操作などがあった場合にも安全側に多重的に制御される「フェイル・セーフ（fail safe）」機能が働き，重大な過酷事故には至らないというシステム・コントロールの考えが語られてきた。しかし，福島原発ではビルトイン・準備されていたはずの安全システムが機能せず爆発という過酷事故に至った。

（注２）原発の発電コストについて，04年の総合エネルギー資源調査会の試算では5.9円/kWhとされた。しかし，福島原発事故を受け11年12月に提出された内閣府・国家戦略室「コスト等検証委員会」の再検証報告では，原発補償費用（5.8兆円と仮置き）など安全コストを可変的要素として，下限で8.9円/kWhと試算した。この結果，石炭火力，LNG火力や一般水力などとのコスト差異を縮小し，かつ補償費用や安全強化費用および廃棄物処理や廃炉などの後処理コストの増加を想定すれば，原発の発電コストはさらに増大する可能性があり，原発のコスト低廉という主張は論拠を失ったと言える。

（注３）各方面からの異論を受け，「革新的エネルギー・環境戦略」自体の閣議決定は見送られ，エネルギー・環境会議の決定事項にとどめられた。年末決定に向けた新「エネルギー基本計画」の策定作業も紛糾の可能性が言われている。

（注４）「未利用木材」の統一的な定義はない。農林水産省HPの解説では，未利用木材を「立木を丸太にする際に出る枝葉や梢端部分，森林外へ搬出されない間伐材等通常は林地に放置される残材」となっている。しかし，バイオマス燃料向け供給を念頭に置くならば，雑木を含め建築用材に向きにくい木材一般というように前述解説より広く捉えた方が良いと思われる。本稿では「未利用木材」という言い方を改めないが，対象範囲・範疇をひろげる考え方をする。

1　再生エネ電気の固定買取制度（FIT）における木質バイオマス発電

（1）　再生可能エネルギー特措法の修正成立と固定買取価格の決定

まず，簡単に再生エネ電気の長期・固定買取制度の運用開始に至る再生エネ電気の政策動向を概観する。

12年７月から運用が始まったFITの根拠法である再生可能エネルギー特措法は，福島原発事故の以前から国会提出が決まっていた法案であった。同法案の準備段階における総合資源エネルギー調査会・新エネルギー部会の報告[注5]は，「太陽光発電以外の買取価格については20円/kWhが最低限必要なライン」という表現にとどまる一方，「過度の利益を保証するような価格設定は避けるべき」であり，「大枠において提示された15年～20年程度の買取期間の中では，15年を軸とする」とした。以上の同報告には，需要者負担に配慮し再生エネ電気の供給拡大に慎重な側に寄った考え方が色濃く示されていたと言えよう。

しかし，福島原発の事故により大規模原発をベースに置く電力供給体制という前提が変わったことを受け，再生可能エネルギー特措法の衆議院経済産業委員会の審議において重要な法案修正が行われた（以下文章の「　」内が条文に加えられた主要な修正内容）。

すなわち，買取価格は，再生エネ電気の

〈参考１〉FITの概要と主要再生エネ電源の買取価格・期間

・再生エネ特措法に基づき，農林水産大臣，国土交通大臣，環境大臣との協議および消費者問題担当大臣の意見聴取を行うとともに，調達価格等算定委員会（同法31条）の意見を聴き，その意見を尊重して経済産業大臣が定める（同法３条５項）。

・毎年度，当該年度の開始前に，再生エネ電気の発電設備の区分や設置形態，規模等に応じ，買取の価格や期間を決定する（同法３条１項）。

・電力会社（電気事業者）は電気使用者に対し，再生エネ電気の供給の対価の一部として，賦課金を請求（同法16条）。

これを費用負担調整機関（低炭素投資促進機構）に一旦納付した後，同機関から再生エネ電気の割合に応じ買取費用の交付を受ける（同法８条）。

・下表が木質バイオマス発電以外の買取価格とその期間などを概略的にまとめたもの。

・なお，既存の再生エネ電気発電設備はFITへの転換認定の申請が12年11月１日まで可能。その際，①所定買取期間から既稼働期間の残余期間が当該買取期間となり，②受給済み一部補助金の買取価格への差引調整が行われる。

	買取区分（規模ないし燃料源）	買取価格（税抜）		買取期間
		kWh当たり	事業収益率（IRR）	
太陽光	10kW以上 10kW未満（余剰買取）	40円 42円	税前　6% 税前　3.2%	20年 10年
風力	20kW以上 20kW未満	22円 55円	税前　8% 税前　1.8%	20年
地熱	15,000kW以上 15,000kW未満	26円 40円	税前　13%	15年
中小水力	1,000kW以上 30,000kW未満 200kW以上 1,000kW未満 200kW未満	24円 29円 34円	税前　7%	20年

資料　調達価格等算定委員会資料から作成
（注）　バイオマスの木質バイオマス等は本文第1表を参照。ガス化等は除外。

発電設備の区分に加え，「設置の形態及び規模ごとに」（同法３条１項），「適正な利潤」と「当該供給に係る費用その他の事情を勘案して」（同法３条２項）定めるとした。また，経済産業大臣は「関係大臣と協議および意見を聞く」とともに，新たに設置する「調達価格等算定委員会の意見を尊重」（同法３条５項）することが求められた。また，附則７条に「集中的に再生可能エネルギー電気の利用の拡大を図るため，（中略）３年間に限り，調達価格を定めるに当たり，特定供給者（発電事業者）が受けるべき利潤に特に配慮する」規定も盛り込まれた。

以上のような再生可能エネルギー特措法の修正成立と，原発など諸電源の発電コストの再検証(注2再掲)を受けて行われた調達価格算定委員会（以下「算定委員会」という）が経済産業大臣に提出した意見書(注6)は，再生エネ電気の供給者サイドの発電コスト等に関する意見・事情を取り入れ，かつ利潤の確保に配慮した買取価格の水準になったと評価される。

詳細な説明は省くが，各電源の発電設備の設置形態や規模により発電コストが異なってくることなどの事情を考慮して，発電設備の設置形態と規模別に区分し，かつ法附則７条の規定（施行後３年間は利潤に特に配慮する必要）を踏まえ事業収益率（内部収

益率：IRR＜internal rate of return＞）は事業リスクに基づくものに１～２％程度を上乗せした設定となった（＜参考１＞を参照）。

ただし，買取価格の設定水準の問題だけにとどまらず，FITの制度運用について改善の指摘・提言があることも事実である[注7]。算定委員会の前述意見書でも冒頭「分野横断的事項の総論」部分で「固定価格買取制度の適用を受けた設備のコストデータを，経済産業省に事後的に提出することを買取制度適用の条件とすることを求め，二年度目以降については，これを調達価格に関する審議に反映させる」と明記した。国民・需要者の納得感を得るためにも，個別・全体を問わず同制度の検証と運用改善を怠るべきではないだろう。

（注５）総合資源エネルギー調査会・新エネルギー部会・電気事業分科会 買取制度小委員会報告「再生可能エネルギーの固定価格買取制度における詳細制度設計について」（11年２月18日）

（注６）調達価格等算定委員会「平成24年度調達価格及び調達期間に関する意見（12年４月27日）」

（注７）批判的なところを含め，FITへの指摘・提言として梶山啓司（2012），朝野堅司（2012）参照。

（2） FITにおける木質バイオマス発電の買取価格の設定等

次に，FITで定められた木質バイオマス発電[注8]の内容について説明する。前の１(1)で述べた再生可能エネルギー特措法の規定に基づき，木質バイオマス発電においても，調達燃料の種類[注9]―燃料調達の態様やそのコストの違い―および事業リスクを踏まえ，三つに区分した設定が行われた。

すなわち，①主として建設廃材を想定した「リサイクル木材」を燃料源とする発電の買取価格が13円/kWh（税抜，以下同じ），②主として木材加工の工程から出てくる端材・おがくず・樹皮などの残材を総称した「一般木材」を燃料源とする発電の買取価格が24円/kWh，③主に「未利用木材」を燃料源とする発電の買取価格が32円/kWhとなった（第１表）。以上の①，②，③の買取価格の差異の理由として，燃料コストの高低や燃料調達の安定性の程度，事業リスクに基づく収益率の設定，および既存用途の木質バイオマス原料調達との競合回避（リ

第１表　固定買取制度における木質バイオマス発電の調達燃料別内容

	調達燃料対象の説明	買取価格（税抜）		現状の代表的事例
		（kWh当たり）	事業収益率（IRR）	
未利用木材	主伐で搬出されない未利用材や間伐材を主に想定	32円	税前8%	グリーン発電会津（福島）
一般木材	国産材を中心とする製材工場残材を想定した調達価格となっているが，輸入チップ燃焼もこの範疇にはいる	24円	税前4%	銘建工業（岡山），中国木材（広島）
リサイクル木材	主として建設廃材を想定	13円	税前4%	川崎バイオマス発電（神奈川），吾妻バイオパワー（群馬）
（参考）一般廃棄物	清掃工場等に搬入される固形可燃性ゴミなど廃棄物など。鶏糞等家畜糞も該当	17円	税前4%	行政の清掃工場で全国270程度がRPSの発電所認定を受けている。鶏糞発電ではみやざきバイオマスリサイクル（宮崎）等

資料　調達価格等算定委員会資料などから作成

〈参考２〉再生可能エネルギー特措法以前のバイオマス発電の状況

FIT導入前におけるバイオマス発電の状況を，「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」（RPS法）の認定設備（情報公開分）データにより見る。

表は，表面的な出力規模を基に，混焼の場合は技術的に問題が生じないと言われる「バイオマス比率」を乗じて算出したものである。

木質バイオマスの「専焼」発電所（情報公開分）は23か所の報告があり，出力合計は11.4万kWである。ただし，これまで未利用木材だけを燃料とする専焼発電所はコストの問題もあり存在しなかった。本文第１表のグリーン発電会津は未利用木材チップ専焼の発電所として12年７月に稼働開始した。

また，電力会社等の混焼発電所やメーカー系の混焼発電所についてバイオマス比率を乗じ，バイオマス部分の出力を試算したが，現状の木質バイオマス混焼は下表の下限程度の比率と見られる。今後，技術的に未利用木材など国産材の混焼割合の引上げ余地は大きいとともに，収益性のうえからも未利用木材の混焼率引上げのメリットは小さくないと思われる。

なお，一般廃棄物等の清掃工場において，廃棄物としての伐採木や建築残材の燃焼はあるが，有価チップ燃料の燃焼はないと言われている。

RPS法上のバイオマス認定発電所の出力規模（情報公開分）

（単位　万kW）

	バイオマス認定設備の出力規模（集計）①	従来のバイオマス比率の目安 ②	バイオマスによる発電出力の試算 ①×②
電力会社等火力発電所における混焼	1,503.3	1～3%程度	15～45
製紙･セメント･化学等メーカー発電設備での混焼	219.0	3～7%程度	7～15
一般廃棄物等清掃工場	217.4	50%強	110
木質系バイオマス	11.4		
畜産バイオマス	1.6		
食品等バイオマス	0.1		

資料　資源エネルギー庁HP「RPS法関連情報」から作成

サイクル木材や製材残材の発電への利用移行の抑制）への配慮があげられている。

また，①，②，③の単一木質バイオマス燃料を燃焼する「専焼」発電だけでなく，複数の木質バイオマス燃料を混ぜて燃焼する「混焼」発電，および石炭等化石燃料やゴミ等一般廃棄物と木質バイオマスを「混焼」する発電が認められた(注10)＜参考２＞。

FITにおける混焼発電の買取価格は，木質バイオマス燃料ごとに適正に当該バイオマス比率を算定し，乗じた後の売電量に，それぞれの種類に応じた買取価格を乗じて計算される。たとえば，１kWhの発電量（＝簡略的に売電量とする）において，未利用木材の発電比率が40%，一般木材が30%，リサイクル木材が20%，そして助燃剤として重油等を燃焼する発電比率が10%とすれば，FITの買取価格は，前掲第１表の各買取価格にしたがって，32円/kWh×40%＋24円/kWh×30%＋13円/kWh×20%＝22.6円/kWhとなる。なお，重油等の助燃剤による発電部分10%は別途，電力会社との相対契約で売電される。

混焼による燃焼効率（一般的に低下する）

や追加設備投資の必要の問題は確かにあるものの，FITにおいて様々な形での混焼発電が認められたことにより，木質バイオマス，特に32円/kWhという買取価格の設定となった未利用木材の混焼発電の拡大は収益性のうえからも十分に検討に値すると思われる。これにより，未利用木材を燃料源とする専焼発電所のみならず，様々な混焼発電所において未利用木材バイオマスの（追加）需要が期待される。

(注８) 木質バイオマス発電は，直接燃焼・蒸気タービン方式，ガス化・ガスタービンの方式が主なものである。文献的には小規模を中心にガス化方式発電の発電効率が若干高いというデータがあるが，営業運転している一定規模以上の木質バイオマス発電所においては木質燃料の含水率などの条件に関係した技術の安定性などから直接燃焼・蒸気タービン方式が多いのが実情である。いずれにしろ，欧州で見られるように発電と熱供給のコージェネレーションによる総合エネルギー効率の向上が必要である。

(注９) 調達燃料の由来について，林野庁「発電利用に供する木質バイオマスの証明のためのガイドライン」に基づき発行された証明が必要となるとともに，同法施行規則８条２項イの規定によりバイオマス発電比率を毎月１回以上定期的に算定し，当該バイオマス比率ならびにその算定根拠を帳簿に記載することが求められる。

(注10) 資源エネルギー庁「再生可能エネルギーの固定価格買取制度パブリックコメントに関する意見概要及び回答」番号145，146，147，150を参照。

2　未利用材木材バイオマス発電の特性・特徴と課題

未利用木材を中心とする木質バイオマス発電には，以下のような特性・特徴があげられる。

すなわち，再生エネ電気のなかで，未利用木材バイオマス発電と，太陽光や風力など他電源との大きな違いとして，①資源再生に時間がかかり，その資源管理が要求されること，②長期にわたり費用を掛けた木材を伐出・集材し，チップ等に加工し発電所まで運搬する過程で積み上がる燃料コストが高いこと，③燃料の安定的・持続的な調達体制を構築することが必要であること，および④木質バイオマス燃料の生産などに伴う持続的な経済波及効果がある。

また，以上のような特性・特徴の諸点が，木質バイオマス発電の推進にあたっての論点にもなっている。よって，前述の①～④について分析を行い，課題を考察することとする。

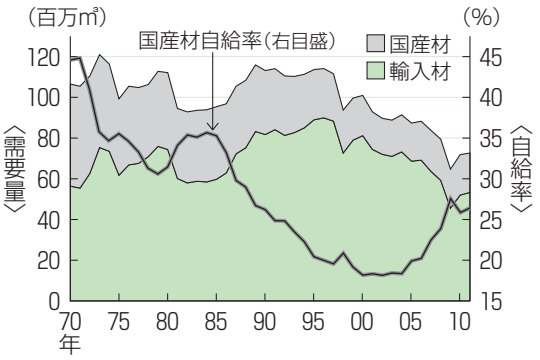
(1)　わが国の森林資源・林業の現状認識―絶対的需要不足の現状と需要開発の必要性―

木質バイオマス資源の再生には時間を要する。建築用材を主用途に想定すれば，おおむね50～60年が最低必要とされる。したがって，森林の成長を大きく上回るような過剰な木質バイオマス資源の利用は，林業という地域産業の長期的な基盤を不安定にする。したがって資源再生に配慮した循環的利用が前提となる。

また，公共財的経済価値が明確な治山治水だけでなく，広範な自然・生態系環境への影響という観点からも，森林の資源管理が重要であることは論をまたない。

それでは，わが国の森林資源・林業の状況について，どのような認識を持つべきで

第1図　国産材，輸入材別も木材需要と自給率



資料　農林水産省「木材需給表」から作成

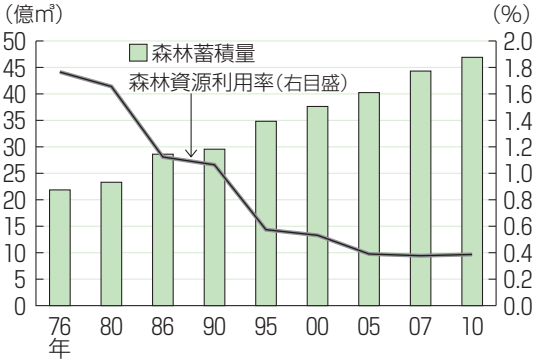
あろうか。

わが国の木材総需要は，2000年代に入り，建築製材用を中心に減少が継続した。00年に10,100万㎥だった木材総需要は，08年には79.5百万㎥とほぼ２割減少となった。リーマン・ショック直後の09年に64.8百万㎥へ激減したのは，一時的ショックの効果が大きかったが，11年も約74百万㎥の回復にとどまっている。この10年来の木材総需要の減少過程では，輸入材が大きく減少する一方，国産材は比較的底固く推移し，その結果国産材自給率は反転している（11年の自給率は約27%）が，国産材の需要は20百万㎥を割り込む低位にある（第１図）。

これに対し，森林蓄積量は人工林の成長などにより増大してきた。農林水産省の試算によれば，1976年に21.9億㎥だった森林蓄積量は，直近の試算である10年には46.9億㎥へ2.1倍に増えた。年間の国産材需要を森林蓄積量で割った資源利用率は，欧米の平均が1.3%程度であるのに対し，わが国は0.4%にすぎない[(注11)]（第２図）。

また，国産材の需要は20百万㎥を下回るのに対し，10年の森林の年間成長量は74百

第2図　森林蓄積量の増大と森林資源利用率の低下



資料　農林水産省「森林センサス」，林野庁「林業白書」などから作成
（注）　森林資源利用率＝国産材利用量（5年後方平均）÷森林蓄積量。

万㎥と試算されている。

以上の状況は，森林蓄積の進行のもとでの国産材の絶対的な需要不足と認識されるべきだろう。さらに，現状用途を前提とするならば，将来の木材総需要についても楽観できない。人口減少・高齢化の進行に伴い，新築住宅着工や紙・板紙の需要がさらに減少する可能性がある[(注12)]。それに伴い主要用途である建築製材用向けやパルプ・チップ用向けの木材需要が減少し，国産材の需要不振へと波及することが想定される。森林資源を第一義的に考えるべきというよりは，木材の絶対的需要不足を改善することが必要ではなかろうか。そのような観点から，本稿のテーマである未利用木材等の国産材のエネルギー利用などの需要開発を行うことは重要であると考える[(注13)]。

(注11) 林野庁「森林・林業白書（2005）」参照。

(注12) 渡部喜智（2010）などの試算では，2020年の新築住宅着工は70万戸程度まで減少する可能性がある。

(注13) 森林資源の増加のもとでの林業活性化―「森林産業」化の提言として，未来を創る森林産業改革委員会（2012）参照。また，ルポルタージ

ュを含む林業・山村の現状については，田中淳夫（2007）参照。

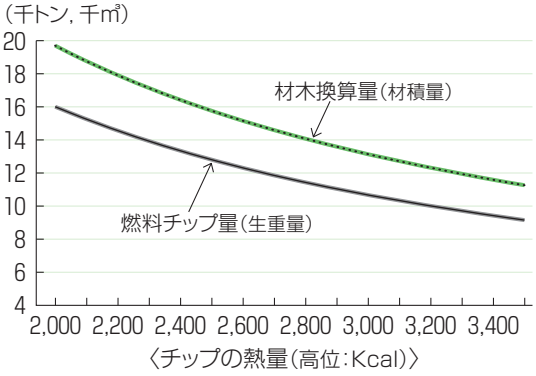
(2) 未利用木材バイオマス発電の木材需要喚起効果

未利用木材バイオマス発電では，どの程度の木材の需要が見込めるか。以下では，出力1,000kW規模の未利用材バイオマス発電所（年間稼働率85%）を前提に，機械的に試算する。試算を行う場合，①発電所における発電の熱効率(注14)と②燃料用木材チップ（以下「燃料用チップ」という）の重量単位当たり熱量（＝kcal/kg），が重要な変数となる。

前者の発電の熱効率は，高い方が燃料は少なくて済む。木質バイオマス発電所では大型石炭火力などに比べ熱利用がほとんどなされていないこともあり低く，20%程度(注15)（15～25%の範囲）が標準的と言われる。また，後者については，「含水率」が低い方が単位重量当たりの熱量は上がる。全国木材チップ工業連合会の報告書(注16)などによれば，「湿量基準(注17)」の含水率が30%程度を基準的な規格とする考え方をしており，その場合の熱量は3,000kcal/kg（高位発熱量ベース）程度である（以下，スギを主な試算対象とする）。

以上の前提のもとで試算すると，出力1,000kW規模の未利用木材バイオマスの専焼発電所が年間に必要とする木材チップ量は１万600トンほどになる（第３図）。なお，熱量が3,200kcal/kgに上がれば，必要チップ量は１万トン程度に減る。なお，石炭等との混焼発電では熱効率が比較的高いことから，発電量当たり木材需要量は一段縮小するが，同様に木材需要喚起に貢献すると見込まれる。

第3図　出力1,000kW規模当たりの年間必要チップ量（スギ・チップを前提にした試算）



資料　国家戦略室「コスト等検証委員会」資料などから作成
（注）1　発電の熱効率＝20%，年間設備稼働率＝85%の前提を置き試算。
2　チップの熱量は高位熱量ベースとして考える。
3　製紙用チップは絶乾トン換算が取引慣行だが，燃料チップは慣行的に生重量トンであることを踏まえ，材木換算は「全国木材チップ工業連合会」の報告を基に，チップから材木の材積への換算係数は1.2とする。

また，燃料用チップは一定の含水率を認容した「生重量トン(注17再掲)」・ベースで取引されており，これまでチップ需要の大宗を占めていたパルプ用チップの「絶乾トン(注17再掲)」・ベースの取引と異なる。したがって，燃料用チップを作るのに必要な材木（丸太）の重量を，材積（かさ）に変換する計算のための換算係数は，絶乾トン・ベース（2.2程度）よりも大幅に低い。ここでは前述のチップ工業連合会の報告を踏まえ，1.2を用いる。よって，前述の１万600トンを作るための材木の材積量（㎥）は，チップ加工過程での材料消失率（2.5%）を含めて考えると，１万3,000㎥強（＝1.06÷（1－0.025）×1.2）になる。

また，標準的モデルプラントと言われる出力5,000kWの未利用木材バイオマス発電所について試算すれば，年間６～6.5万㎥の木材需要が想定される。この需要規模は，

〈参考３〉上位20道県の素材生産量と森林資源の利用状況

木質バイオマス発電用の木材需要が発生しても，現状懸念されるのは必要な出材が可能かという施業態勢面などの問題である。

下表の県別素材生産量は，第20位の長野県でようやく25万㎥強にとどまる。地方圏においても素材生産が減少し，伐出・集材の態勢が弱体化している可能性がある。一方，5,000kW規模の発電所が必要とする木材需要は地域内ではかなりのインパクトがある。

森林所有者と素材生産者へインセンティブをもたらすような未利用木材の価格付けが行われたとしても，伐出・集材などの施業態勢やチップ加工能力が整備されないと，未利用木材バイオマスの構想の具体化が進まないことになる。一方，森林資源の利用が現状極めて低水準にある県も多く，その活用余地が大きいことが分かる。

上位20県の素材生産量と森林利用の状況

（単位　千㎥，㎥，%）

順位	県名	素材生産量	森林面積当たりの素材生産量	森林蓄積量当たりの素材生産量
	全国	17,492	0.70	0.39
1	北海道	3,183	0.57	0.45
2	宮崎	1,373	2.33	0.91
3	岩手	1,185	1.01	0.54
4	秋田	984	1.17	0.64
5	熊本	919	1.97	0.75
6	大分	775	1.71	0.70
7	福島	695	0.71	0.44
8	宮城	602	1.44	0.82
9	鹿児島	511	0.87	0.42
10	青森	491	0.77	0.44
11	愛媛	479	1.19	0.52
12	栃木	445	1.26	0.67
13	高知	395	0.66	0.29
14	岡山	371	0.77	0.49
15	島根	355	0.68	0.36
16	岐阜	300	0.35	0.19
17	三重	299	0.80	0.41
18	山形	293	0.44	0.32
19	広島	260	0.42	0.27
20	長野	259	0.24	0.15

資料　林野庁「森林資源現況総括表」，「木材統計」から作成
（注）　素材生産量は07～11年平均。

地域の林業には相当のインパクトをもたらすものである。その場合，一定地域内に，従来の木材需給に影響を及ぼさないで済む木質バイオマスの安定供給体制が構築されているか，ないしは早急な構築が可能か，がポイントである＜参考３＞。一定地域内の木材資源の蓄積・枯渇リスクや木材供給体制を検証した実現可能性調査（フィージビリティ・スタディ）と，それに基づく態勢整備についての行政等の支援が必要である。

したがって，個別に地域の立地可能性を検証しなければ，マクロ的な試算も画餅であるが，たとえば全国で出力5,000kW規模の未利用木材バイオマス発電所が20か所稼働し，合計出力が10万kW規模となれば，計算上の木材需要は120～130万㎥になる。ただし，この木材需要は現状の国産材需要の7.0%程度にとどまる。国産材需要を大きく底上げするような規模ではなく，林業資源への影響もほとんど想定されないことが理解される。

(注14) 燃焼により生まれた熱量が，どの位電気になるかの変換効率のこと。
発電端の熱効率＝一定時間発電量（kWh）×860（換算係数）÷一定時間発生熱量（kcal/kg）

(注15) わが国電力会社の最先端大型石炭火力発電所ではコンバイン型への改良などにより，熱効率が最高55～60%近くまで上昇していることが報告されている。

(注16) 全国木材チップ工業連合会（2012）参照。

(注17) 生重量トン＝Wは，乾燥が完全にされていない含水率を求めようとする木の重さ。
絶乾重量トン＝Woは，実験乾燥器に入れ乾燥させ恒量（それ以上減量しない一定の重さ）に達したときの木材重量。
乾燥を行うと，水分＝W－Woが減量するとともに，木材の材積も縮減する。

$$乾量基準の含水率=\frac{(W-Wo)}{Wo}$$

$$湿量基準の含水率=\frac{(W-Wo)}{W}$$

(3) 未利用木材バイオマス発電におけるコスト構造等と燃料調達の連係体制構築

次に，算定委員会の資料や議論を基に，未利用木材バイオマス発電の買取価格設定におけるコスト構造を説明する。

算定委員会では，未利用木材バイオマス発電においては燃料源の伐出・集材のためのコストが高いとともに，安定的な燃料調達体制の整備・構築が必要であり，事業リスクも高いという認識が得られた。算定委員会における発電事業者の説明資料に沿うと，燃料用チップの購入単価を12,000円/トンとすると，kWh当たりのチップなど燃料費は20円近くかかるとされた。ただし，この燃料用チップの価格水準は，既存用途であるパルプ用チップとの調達競合を回避することに配慮した設定と考えられ，近年の針葉樹チップ価格の全国平均を若干下回っている。それに，発電所建設費などの資本費と人件費などの運転維持費を加えると，コスト分だけで25.42円/kWhとなる。

さらに，発電事業者に中程度の事業リスクとして８％の収益率を認定し加算した結果，積み上げた合計は31.83円/kWh≒約32円となり，買取価格も32円/kWhとなった（第２表）。

以上のコスト等の構造を「縦の積み上げ」とすれば，未利用木材バイオマス発電所を

第2表　調達価格等算定委員会における未利用木材による発電コスト等の試算

〈前　提〉

発電所出力	5,700kW
設備稼働率	93%
所内率（自家消費率）	16%
年間売電量	約39,000千kWh=5700×24時間×365日×93%×(100-16)%
稼働年数	30年

	kWh当たりコスト(円)	説明
運転維持費　①+②	3.92	153百万円
うち人件費① 修繕費②	1.54 2.38	60百万円 93百万円=売電収入×7.5%
資本費　③+④	2.10	81.9百万円
うち建設費③ 修繕費④	2.00 0.10	建設費2,337百万円÷30年≒78百万円 建設費2,337百万円×5%÷30年≒3.9百万円
燃料費　⑤+⑥	19.40	
うちチップ燃料費⑤ 燃料諸経費⑥	18.46 0.94	チップ燃焼：6万t×12,000円≒720百万円 灰処理費用
コスト小計	25.42	
事業収益分	6.41	(IRR　8%)
合計	31.83	

資料　調達価格等算定委員会(第4回)資料から作成

継続的に運転していくためには，燃料用チップなど燃料調達についての川上の森林所有者から素材生産業者，チップ加工業者，そして川下の発電所に至る持続的な「横の連係体制の構築」が不可欠である。その相互依存的な関係を持続可能なものとするには，各関係者のそれぞれの行動や決断の経済的インセンティブとなるような収益分配が行われることが重要である。どの段階かに収益分配が偏れば，安定的な燃料供給は成り立たないと主張したい。

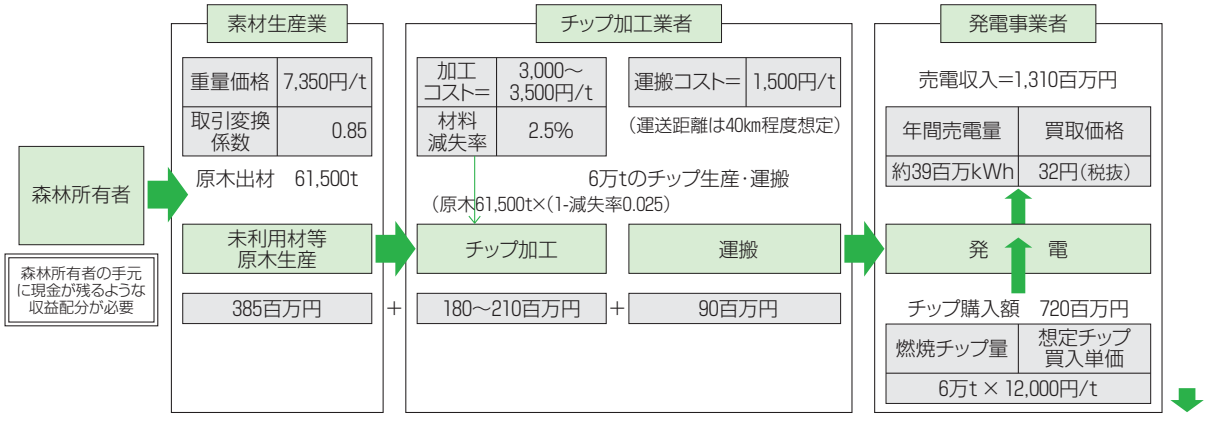
算定委員会における発電事業者の説明資料を踏まえ，筆者が作成した図式に沿って収益分配の流れを川下からさかのぼってみよう（第４図）。

発電所の売電収入は，13.1億円＝買取価格32円/kWh×年間売電量39百万kWhとなる。その売電量を確保する発電を継続的に行うため，６万トン×12,000円/トン＝7.2億円の未利用木材の燃料用チップの購入が想定されている。その燃料用チップの加工・運搬などにはコストがかかり，加工業者の収益が確保されなければならない。

しかし，燃料調達体制の基軸はチップの材料となる素材（木材等）の生産であり，森林所有者の手元にお金が残るような価格での原木の継続的な販売である。含水率30％の木材の熱量（kcal）を踏まえ，熱量当たりの売渡価格を最低限0.6円/メガジュールとすべきと考えると，素材生産業者からチップ加工業者への売渡単価は7,350円/㎥となる。その結果，素材取引額は3.85億円＝7,350円/トン×木材61,500トン×取引調整係数0.85となる。

ただし，この素材の価格では，すべての未利用材の伐出(注18)に収益が還元されることは厳しい。川上サイドでこれを上回る価格での素材買入れが望まれるとともに，効率的

第4図　未利用材バイオマス発電の燃料供給の流れとコスト（試算）



資料　調達価格等算定委員会・資料などを基に，筆者作成
（注）１　燃焼用チップの取引慣行として，重量は生重量トン。
２　燃料用チップは製紙用チップと比べ，樹皮混入の「破砕チップ」も可，材料消失率もわずかで，その分コストは軽減される。
３　チップ用原木の重量を容積に変換する目安で取引変換係数は「全国木材チップ工業会」の報告資料に基づき0.85（㎥/t）とする。
４　原木価格は，コスト等検証委員会「バイオマス発電所元データ」と全国木材チップ連合会「燃料用木材チップ・規格のガイドライン」に基づき，標準含水率：湿量基準：30%（乾量基準42.9%）相当の発熱量3,000Mcal/t≒12,300MJ。また，熱量ベース買取価格：0.6円/MJとすれば，1t≒7,376円となることから，素材生産者の売渡価格を7,350円/tとした。

な伐出・集材の実施やコスト低減への取組み，および地域における低コストの自伐林業の活性化[注19]などが必要である。また，木質バイオマス発電や熱供給などのエネルギー向けの安定需要が見込まれるようになれば，その供給を目的にするヤナギやポプラなど成長が早い広葉樹などの樹種転換[注20]を，政策的に行うことも提起されるべきだろう。

(注18) 林野庁「平成22年度素材生産費等調査報告」によれば，間伐の素材生産費（労賃＋物品費＋間接費）は，スギが8,979円/㎥，マツが7,204円/㎥などとなっている。これは第４図の木材買入価格の想定を上回るものであり，平均的には間伐費用を上回る出費も出てくる。

(注19) 中嶋建造（2012）参照。

(注20) IEA（2002）参照。

(4) 未利用木材バイオマス発電による地域の就業創出効果

国による再生エネ政策の推進のもとで未利用木材等のエネルギー向け需要が拡大することにより，林業などの就業が創出され地域経済の活性化をもたらすことが期待される。たとえば，未利用木材を燃料源とする発電では，地域内に燃料チップ等向けの木材等需要が発生することにより，それに伴う伐出・運搬などの直接的な就業の創出に加え，波及効果として間接的・多方面の就業創出の効果が見込まれる。

それを産業連関分析により，計量的に試算してみよう。

現時点で最新の05年産業連関表を使い，林業の就業係数と就業誘発係数を日本平均および北海道，岩手県，山口県，宮崎県の４道県について計算した（第３表）＜参考４＞。就業係数は，林業１単位の生産＝需要が生じた場合の直接的に必要な就業者増加の効果であり，就業誘発係数は，林業１単位の生産＝需要が生じた場合の直接的のみならず間接的・波及的な就業者の誘発者数を示すものである。

日本平均の林業の就業誘発係数の列和は0.117であり，発電所向けに５億円のチップ用原木の需要が発生すれば，間接・波及的に58人＝0.117×５億円の就業者が誘発される。ただし道県別では，産業別の投入構造や労働生産性の違いなどから，就業誘発係数にも違いが出てくる。４道県のなかで，同じ５億円のチップ用原木の需要発生に伴う就業誘発者数は，北海道が84人と最も多く，林業の就業誘発係数（列和）が最も低い宮崎県では29人となっている。

さらに燃料用チップ加工での就業創出と，新たに木質バイオマス発電所が建設されると運転要員が必要になる。チップ加工業では，産業連関表の就業係数（05年表：0.034）から試算すると，約20人と試算される。また，新たに木質バイオマス発電所が建設されると，出力5,000kW規模では最低10人前

第3表　未利用材バイオマス需要による就業創出効果（産業連関分析の試算）

（単位　人）

	部門数	就業係数の列和	就業誘発係数の列和	5億円のチップ用原木の需要発生による就業誘発人数
日本平均	34部門表を38部門に拡張	0.0807	0.1170	58
北海道	33部門表	0.1009	0.1693	84
岩手県	35部門表	0.0712	0.1075	53
山口県	34部門表を38部門に拡張	0.0606	0.0701	35
宮崎県	37部門表	0.0304	0.0594	29

資料　05年の総務省･道県の産業連関表から試算･作成
（注）　就業係数，就業誘発係数などの説明は＜参考3＞を参照されたい。

〈参考４〉就業創出の産業連関分析

就業係数＝当該部門の就業者÷当該部門総生産額

たとえば，林業の就業係数（100万円当たり）＝林業就業者÷林業（国ないし道県内）総生産額であり，これに新たな需要発生額を乗じることにより直接的に生じる就業者数が試算できる。

また，前述「就業係数」の対角行列：Lˆ，産業間の直接・間接の生産波及効果の関係を示す逆行列係数：$[I-A]^{-1}$とすれば，就業誘発係数＝$L\hat{}\times[I-A]^{-1}$と計算される。

未利用木材の需要と生産が，基本的な地域限定的に発生し利用されることにも鑑み，本稿の計算では波及効果は国内，地域内に多くとどまるという想定から，閉鎖経済系の閉鎖系の逆行列係数を使う。

なお，以上の計算は機械的なものであり，労働の効率化や労働時間の延長をはかるなどの行動が生じ得るので，単純に就業者の増加がもたらされるわけではない。

後（１チーム２～３人×４交代）が必要となる。以上を単純に合計すると，日本平均で５億円程度の素材を使う未利用木材バイオマス発電に伴い，90人程度の就業効果が期待される。

地域によって未利用木材バイオマス発電所の就業創出効果の試算に幅はあるものの，一定数の就業者増加により地域経済の活性化効果がもたらされることは確かである。

(5)　木質バイオマスによる地域熱供給

以上では未利用木材バイオマスを燃料源とする発電を中心に論考してきた。しかし，木質バイオマスのエネルギー利用において，チップやペレット，薪・炭などを問わず，燃焼して得られる熱を直接的に（冷暖房や温水などとして）使う熱エネルギー活用は，重要かつ本来的な役割である。(注21)

特に，エネルギー利用における熱効率やコスト低減という二つの課題を踏まえると，様々な公共施設・教育施設・公共住宅などの施設を集約・集積し一定規模の熱エネルギー需要がある地区（ゾーン）を形成し，熱エネルギーを集中生産し一括供給する「地域熱供給」事業の推進が，全国的にも重要なテーマになると考える。

木質バイオマスのエネルギー利用における熱効率は，文献的には石炭等との混焼による大規模発電が35～45％，複合バイオマス発電が10～30％であるのに対し，地域熱供給の効率は80％以上と圧倒的に高いとされる（第４表）。

また，木質バイオマスのエネルギー利用において運搬は大きなコスト部分を構成している。たとえば，燃料チップの運搬コス

第4表　バイオマスのエネルギー効率

バオマスエネルギー変換自術	典型的なエネルギー効率(%)
地域熱供給	80～90
石炭等との混焼･大規模発電	35～45
大規模･複合バイオマス発電	10～30
バイナリ流体サイクル発電	16～20
廃棄物燃焼発電	15～30
個人住宅熱利用	20～90

資料　ECOFYS「Evaluation of improvements in end-conversion efficiency for bioenergy production」などから作成

トについての佐々木誠一（2005）の試算に基づけば，運搬車両で若干の違いはあるが，10トン車で運搬距離10㎞が700円/㎥程度，同じく20㎞が1,000円/㎥前後であるのが，40㎞では1,500円/㎥程度，50㎞は1,800円/㎥へ跳ね上がる。このコスト増加の試算に基づけば，伐出した木材の集材とチップ等の加工を市町村レベルの一定地域内で行い，それを地元の地域熱供給事業に使うコスト・メリットは決して小さくないことが理解される。

実際に地域熱供給事業を行うためには，繰り返し述べてきたように，燃料源の木質バイオマスの安定調達体制の構築が不可欠であり，その体制構築にコストをかける必要がある。また，熱エネルギーを冷暖房などに利用する様々な公共施設の集積・集約を計画的に行ったうえで，ボイラーなどの燃焼や蓄熱の設備，蒸気・温水・冷水等の熱媒を供給する導管敷設などの付加的な設備コストも要する。一方，未利用木材の潜在的供給基盤がある地域では，森林整備との連携強化や相乗効果，木質バイオマス燃料の生産過程の就業創出など，木質バイオマスを燃料源とする地域熱供給を計画的に拡大する意義は大きい。また，地域内で回す事業であることから，木質バイオマス燃料調達のコスト低廉化や安定化など事業改善サイクルも起動させやすいはずである。

以上の事項にかかる事業を市町村が実施するためには，根拠となる政策および補助金などの予算や許認可が（省庁）横断的にならざるを得ない。したがって，政策横断的な対応が必要な地域熱供給事業を全国的に推進していくためには，その手順や方法などを国がより明確化・具体的に示すことが必要だろう。

山形県最上町の事例(注22)によれば，町立病院，老人保健施設，健康・福祉センター，特別養護老人ホーム，給食センターなどが集積した地区に，冷暖房と給湯を供給する地域熱供給システムが運営されている。同町の地域熱供給システムは，民有林の森林整備（間伐促進）を目的に，伐出された間伐材等低質木材の活用の受け皿となるものであるが，12年度は2,700トンの木材チップの燃焼が見込まれ，伐出・集材・チップ加工・運搬などに就業誘発と二酸化炭素削減効果（設備負荷熱量〈町試算〉4,462千kWh×0.000387 tCO_2/kWh≒1,720 tCO_2）が生まれている。

（注21） 小島健一郎（2012）参照。
（注22） 山形県最上町HP「木質バイオマスエネルギー施設の視察」参照。

おわりに

全国にどの位の数の未利用木材バイオマス発電が立地することになり，その結果マクロ的にどれだけ木材需要を喚起し，林業振興に資するかは，不透明と言わざるを得ない。しかし，地域に立地することになれば，地域林業に相当量の木材需要を喚起し，関係する就業の創出・誘発等により地域経済活性化の効果も期待できることは確かである。

また，その場合において，燃料供給の長期持続性と調達競合が課題となるが，安定

的な燃料調達体制の構築のためには，川上の森林所有者から川下の発電事業者まで，経済的インセンティブをもたらすような適正な収益分配が行われることが重要だろう。そうであってこそ，未利用木材バイオマス発電による木材需要の増加に対応した円滑な供給拡大が可能になると考える。そのためには，エネルギー政策と林業政策の両面から目配りも必要となろう。

国民の利用者負担により推進されるFITは，利用者＝国民の納得感に基づく理解と支持が前提となる。したがって，個別・全体を問わずFITの制度の検証と運用改善を着実に行い国民に説明していくことが求められる。しかし，基本的に制度の改変は慎重であるべきだろう。FIT制度の長期安定性とそれに基づく信頼性が無ければ，再生エネ電気の安定的な供給増加はありえないだろう。

<参考文献>

・朝野堅司（2012）「固定買取の効率化には法改正が必要」『WEDGE』７月号
・梶山啓司（2012）「自然エネルギー村ができかねない」『WEDGE』７月号
・小島健一郎（2012）「木質バイオマス A to Z」『森林組合』４月号から連載
・佐々木誠一（2005）「チップ工場からの燃料用チップ運搬コスト」『岩手県林業技術センター研究成果速報』No.189
・全国木材チップ工業連合会（2012）「木材チップ等原料転換型事業 調査・分析事業報告書」
・田中淳夫（2007）『森林からのニッポン再生』平凡社
・中嶋建造（2012）「バイオマス材収入から始める副業的自伐林業」全国林業改良普及協会
・未来を創る森林産業改革委員会（髙木勇樹委員長）（2012）『真に持続する森林経営を持続するための５つの提言』日本経済調査協議会
・渡部喜智（2010）「住宅市場の現状と長期展望」『農林金融』11月号

・IEA（国際エネルギー機関）（2002）「Sustainable Production of Woody Biomass for Energy」Position Paper by IEA Bioenergy

（わたなべ　のぶとも）

http://www.nochuri.co.jp/

デンマークの再生可能エネルギーに対する取組み

坂内　久〈一般財団法人農村金融研究会 主席研究員〉

〔要　　旨〕

1　再生可能エネルギーへの積極的な取組みで日本でも注目されているデンマークであるが，同国のエネルギー総消費量に占める再生可能エネルギーのシェアは1980年には僅か３％であった。それを30年後の2010年には20.2%まで伸長させている。

2　また，デンマークはエネルギー総消費量に対する自給率が，80年時点で５％であったものを97年に100%，10年には121%にしている。自給率上昇の最大の要因は北海域の油田開発であり，産出される原油と天然ガスがエネルギー自給に大きく貢献している。

3　一次エネルギーを変換する発電では，大規模火力発電所0.2%，大規模CHP（熱電併給発電）60.0%，小規模CHP13.8%，施設付属熱電併給所5.8%，風力発電機20.1%，水力発電施設0.1%などとなっている。

4　デンマークの再生可能エネルギーは，バイオマス（68.3%），風力（20.5%），ヒートポンプ（5.1%），バイオガス（3.1%），バイオディーゼル（2.1%），太陽光（0.5%），地熱（0.3%），水力（0.1%）といったものがある。このうち最多のバイオマスは，薪や木質チップ，廃材・木屑等の林産物と，麦藁等の農産副産物などである。再生可能エネルギーの約７割がバイオマス，約２割が風力であり，この２つで約９割を占める。

5　デンマークのエネルギー政策には，規制緩和を基調としたEUエネルギー政策とのハーモナイゼーションと，自国の再生可能エネルギー資源の有効利用を両立させるという方向性が認められる。

6　デンマーク政府は，2030年までに石炭火力発電を段階的に廃止しつつ，国内使用電力の50%を風力エネルギーで供給することができた場合，2035年までに電熱供給が再生可能エネルギーで100%可能であるという計算を示しているが，これまで約30年の再生可能エネルギーの推進実績や諸施策を振り返ると，その実現性は高いと考えられる。

目　次

はじめに
1　デンマークのエネルギーシステム
（1）　エネルギー収支
（2）　エネルギー自給
（3）　エネルギーの産出源
2　再生可能エネルギー資源
（1）　資源の内訳
（2）　再生可能エネルギー資源の用途
3　デンマークにおける発電
4　再生可能エネルギーによる発電
（1）　熱電供給
（2）　地域暖房施設別熱エネルギー
（3）　風力発電
5　化石燃料からの再生可能エネルギーへ政策転換
6　EUのエネルギー政策とデンマーク
7　電力取引とFIT
おわりに

はじめに

世界的に話題となっている再生可能エネルギーの生産という観点からすると，アメリカのトウモロコシとブラジルのサトウキビによるバイオエタノールがすぐに思いあたる(注1)。両国とも農業大国としてこれらの農産物の有力な輸出国であり，それだけに当該産物を国際市場での戦略作物と位置づけ，当然ながら取引価格の最大化を目論む。これらの農産物の輸入依存度が高い国からすると，食料を燃料として利用することに強い違和感があり，リーマンショック後の一時期に各地で反発行動が広まった。

しかし，とりわけ輸出国という優位な立場のアメリカにあっては，そうした反発を一顧だにしない政策が維持されている。この問題は再生可能エネルギーを生み出す原材料が貿易財となっているところから派生している。デンマークは風力発電機の輸出には積極的であるが，貿易財になりにくい風力や太陽光のような再生可能エネルギー資源の国内利用を積極的に推進している。デンマークで再生可能エネルギーがどのように生産され利用されているのかをみてみよう。

デンマークの国土面積は42,959k㎡であり(注2)，日本の九州７県の総面積42,187k㎡にほぼ匹敵する。デンマーク全体の土地利用は，耕作地が52%，森林が12%，その他が36%となっている。またデンマークの総人口は556万人で兵庫県の人口にほぼ等しい(注3)。

デンマークの主要産業は，金融，不動産，運輸・交通・通信，鉱業・エネルギー産業等があげられる。2010年の国連統計によると，貿易額は総輸出額が968億ドル，総輸入額が845億ドルで，主な輸出品は医薬品，原油，畜肉・水産品等であり，主な輸入品は石油，自動車・関連部品，医薬品等である。デンマークのGDPは3,107億ドルで，日本の５兆4,592億ドルに比べると約5.7％である（10年IMF統計）。また失業率は4.2％で，日本の5.06％よりも低い（同）。

（注１）坂内久・大江徹男編（2008）
（注２）自治領グリーンランド，フェロー諸島を除く。
（注３）"Statistical Yearbook"

１　デンマークのエネルギーシステム

まず，デンマークのエネルギー産業で留意しなければならないのは，エネルギー産出に「熱電併給システム」が採用されていることである。これは極北に近いために暖房を要する北欧諸国に共通するものであるが，日本のエネルギー生産・利用とはかなり異なるシステムである。また，電力需給で日本と比べる際に留意すべきことは，デンマークの2010年の電力消費が約368億kWh（ＪをWhに換算）で，これは北海道電力が10年度に販売した323億kWhにほぼ等しく，国土面積で近似の九州電力は875億kWh（北海道電力の2.7倍，デンマークの2.4倍）であるという点である。(注4)

（注４）北海道電力と九州電力の12年度供給計画中の「電力需要見通し」参照。

(1)　エネルギー収支

第１表は10年時点のデンマークのエネルギー収支である。表中に黒字で示された数値は自国での産出ないし輸入されたエネルギー量，緑字は自国での消費や備蓄ないし輸出に回されたエネルギー量である。

デンマークのエネルギー総消費量は846,427TJ(注5)であるが，そのエネルギー産出に充てられる主な供給資源の割合は，原油・精製原料油36.0％，天然ガス22.1％，再生可能エネルギー20.1％，石炭・コークス19.3％である。３種の化石燃料で８割近くを占めるが，その一方で再生可能エネルギーが２割を占めている。化石燃料は自国の北海油田で原油や天然ガスを多く産出しているが，その一方で石油や精製原料油，石炭・コークスを輸入している。

これに対しエネルギーの変換・消費（二次産出源を含む）の主な用途は，一次エネルギー源から二次精製加工・エネルギー変換に用いられるエネルギーと最終消費に向けられるエネルギーの２つに大別できる。前者の主なものは，投入原油の精製と産出石油であり，それぞれ３割強を占めるが，両者は差引きゼロの関係にある。同じく前者のエネルギー変換では，石炭・コークスや天然ガス，再生可能エネルギーが投入されて電気や地域暖房が産出されるが，ここでは投入量が１割ほど上回っている。大別された後者の最終消費エネルギーは総消費量の８割弱で，内訳は家庭用と交通運輸用がそれぞれ約25％，農業を含む産業用が約17％，商業・サービス業用が約11％である。最終消費に充てられるエネルギーは，石油が最も多く，次いで地域暖房，電気，天然ガス，再生可能エネルギーの順である。

最終消費までにやや目減りするとはいえ，エネルギー産出に化石燃料が約８割使用されている。

（注５）本稿のエネルギー単位は下記に基づき表記。
1Peta Joule（PJ）＝1000TJ，TJ＝Tera Joule（1TJ＝1,000GJ＝1,000,000MJ＝1,000,000,000kJ）。
エネルギー熱量単位の電気換算：
1TJ＝ 0.2778GWh，1PJ＝0.2778TWh。
（出典）Danish Energy Agency（2010）

第1表　デンマークのエネルギーバランス(2010年)

(単位　TJ，%)

		(直接的エネルギー量) 合計	(直接的エネルギー量) 割合	原油・精製原料油	石油	天然ガス	石炭・コークス	廃棄物(再生不可)	再生可能エネルギー	電気	地域暖房	製造ガス
総エネルギー消費		846,427	100.0	304,900	9,796	186,820	163,253	15,679	169,892	-4,086	174	-
	割合	100.0		36.0	1.2	22.1	19.3	1.9	20.1	(0.5)	0.0	
産出・供給源	一次エネルギー産出	982,903	116.1	522,733	-	307,488	-	15,679	137,003	-	-	-
	リサイクル	39	0.0	-	39	-	-	-	-	-	-	-
	輸入	589,025	69.6	116,911	279,956	5,695	112,396	-	35,735	38,158	174	-
	輸出	-736,368	(87.0)	-335,375	-221,946	-132,209	-1,748	-	-2,846	-42,244	-	-
	国境貿易	-7,518	(0.9)	-	-7,518	-	-	-	-	-	-	-
	国際洋上燃料備蓄	-29,087	(3.4)	-	-29,087	-	-	-	-	-	-	-
	変動在庫	44,740	5.3	2,795	-11,113	4,230	48,828	-	-	-	-	-
	誤差脱漏	2,693	0.3	-2,165	-535	1,616	3,777	-	0	-	-0	-
消費用途(含む二次産出源)	エネルギー部門	-46,787	(5.5)	-304,900	288,374	-26,026	-	-	-	-3,648	-586	-
	抽出・ガス化	-26,027	(3.1)	-	-	-26,026	-	-	-	-0	-	-
	精製産出	300,926	35.6	-	300,926	-	-	-	-	-	-	-
	精製使用	-319,187	(37.7)	-304,900	-12,552	-	-	-	-	-1,149	-586	-
	配送使用	-2,499	(0.3)	-	-	-	-	-	-	-2,499	-	-
	エネルギー変換	-98,318	(11.6)	-	-12,049	-86,120	-157,375	-14,810	-109,726	132,390	148,827	546
	大規模熱電併給所	-74,007	(8.7)	-	-6,758	-32,801	-156,638	-	-31,646	84,168	69,668	-
	風力発電機・水力発電施設	-	0.0	-	-	-	-	-	-28,188	28,188	-	-
	小規模熱電併給所	-7,397	(0.9)	-	-227	-36,472	-565	-4,040	-14,432	19,218	29,122	-
	地域暖房所	-1,453	(0.2)	-	-2,909	-9,502	-134	-231	-17,605	-105	29,033	-
	施設付属熱電併給所	-7,074	(0.8)	-	-2,154	-6,732	-38	-10,539	-17,854	8,039	22,204	-
	ガス製造所	-68	(0.0)	-	-1	-614	-	-	-	-	-	546
	自己使用	-8,319	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-7,118	-1,200	-
	輸送損耗等	-39,159	(4.6)	-	-	-118	-	-	-	-9,219	-29,800	-22
	エネルギー最終消費	-662,163	(78.2)	-	-286,120	-74,555	-5,878	-869	-60,166	-115,436	-118,615	-524
	非エネルギー用途	-11,127	(1.3)	-	-11,127	-	-	-	-	-	-	-
	交通運輸用	-209,129	(24.7)	-	-206,540	-	-	-	-1,134	-1,455	-	-
	産業用(含，農業)	-140,233	(16.6)	-	-45,111	-31,724	-5,847	-695	-11,694	-38,023	-7,097	-42
	商業・サービス業用	-90,510	(10.7)	-	-2,898	-11,839	-	-174	-1,749	-38,558	-35,254	-39
	家庭用	-211,165	(24.9)	-	-20,444	-30,993	-31	-	-45,589	-37,401	-76,263	-444

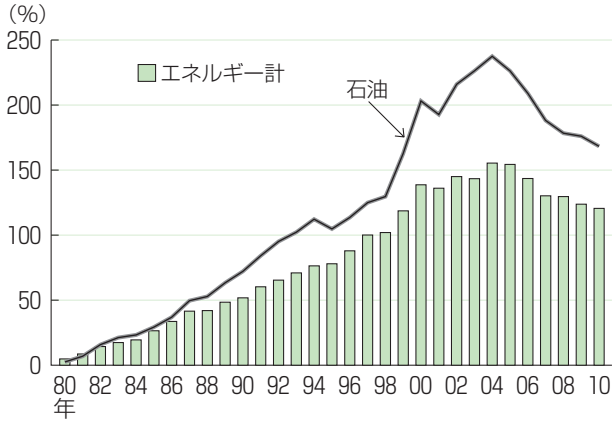
資料　*Energy Statistics 2010*, Danish Energy Agencyから作成
(注)　TJ=Tera Joule(1 TJ=1,000 GJ=1,000,000 MJ=1,000,000,000 kJ)。

(2)　エネルギー自給

10年のエネルギー総消費量84万6,427TJに対し，一次エネルギー産出量は98万2,903TJであり，供給量が消費量を16.1％も上回る。エネルギー自給率は80年時点では僅か５％，90年でも52％であったが，その後右肩上がりに伸長し，97年に100％を達成し，10年に121％となっている（第１図）。

急速な自給率上昇の要因は，デンマーク領北海域の油田開発にある。北海域での油田開発はイギリスが先行した。75年まで輸

第1図　デンマークの総エネルギーと石油の自給率



資料　第1表に同じ

入に頼っていたイギリスは80年代以降，エネルギー輸出国に転じた。一方，デンマーク領海に設置されているゴルム（Gorm）油田は71年に発見され，81年から掘削が開始された(注6)。この北海油田から産出される原油と天然ガスがデンマークのエネルギー自給に大きく貢献している。

（注６）グレートブリテン島（イギリス領），スカンジナビア半島北西部（ノルウェー領），ユトランド半島（デンマーク領）の間の海域が北海（North Sea）で，ノルウェー周辺を除くほとんどの海域が水深200m以下の大陸棚から成る。この海域で油田の掘削が本格的に開始されたのは1960年代と言われるが，1969年にイギリス領海でモントローズ油田が発見されて以降，次第に大規模掘削域が発見され1998年までに約220の原油と天然ガスの掘削施設がイギリス領海内に設置されている。（出典）RichmondレポートNo.1（2004）。
　デンマーク領海に設置されているゴルム（Gorm）油田は1971年に発見され，1981年から掘削が開始された。（出典）「Gorm Field」From Wikipedia

（3）　エネルギーの産出源

10年時の一次エネルギー産出量は合計98万2,903TJで，産出源の内訳は，原油が52万2,733TJ（53.2％），天然ガスが30万7,488TJ（31.3％），廃棄物（再生不可）が１万5,679TJ（1.6％），再生可能エネルギーが13万7,003TJ（13.9％）である。第２表は過去30年間の推移であるが，80年に再生可能エネルギーの割合が約６割を占めていたが，90年以降は原油と天然ガスの占める割合が圧倒的に多くなる。全体で再生可能エネルギーの占める割合は相対的に小さくなって，最近10年間でやや回復してきている。

2　再生可能エネルギー資源

（1）　資源の内訳

デンマーク国内の一次産出エネルギーのなかで13.9％を占める再生可能エネルギーの内訳は，バイオマス（68.3％），風力（20.5％），ヒートポンプ（5.1％），バイオガス（3.1％），バイオディーゼル（2.1％），太陽光（0.5％），地熱（0.3％），水力（0.1％）である（カッコ内は2010年13万7,003TJを100とした割合）。うち最多のバイオマスの内訳は，薪（17.9％），麦藁（17.2％），再生可能廃棄物（16.3％），木質チップ（8.2％），廃材・木屑（5.6％），木質ペレット（1.8％），生物油（1.4％）である。

デンマークの再生可能エネルギー産出源は，約７割がバイオマス，約２割が風力，２つで約９割を占める。そのバイオマスの主な原材料は，薪や木質チップ等の林産物と麦藁等の農産副産物である。

つぎに，最近30年間の再生可能エネルギー産出の推移を第２図で見ると，麦藁や薪を主体とした木質系が着実に増加する中で，90年代後半から風力が顕著に増加し，さらに再生可能廃棄物の利

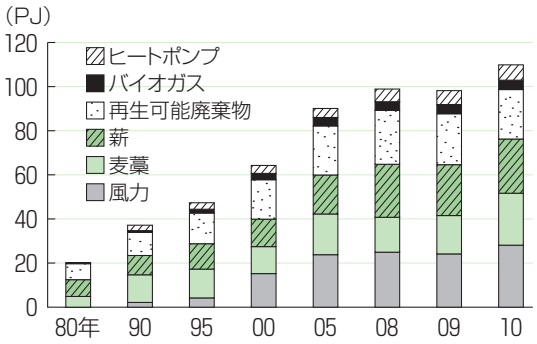
第2表　最近30年間の一次エネルギーの産出

（単位　PJ，％）

	80年		90		00		10	
	産出量	割合	産出量	割合	産出量	割合	産出量	割合
一次産出合計	40	100.0	425	100.0	1,165	100.0	983	100.0
原油	13	31.6	256	60.3	765	65.6	523	53.2
天然ガス	0	0.0	116	27.3	310	26.6	307	31.3
廃棄物（再生不可）	3	8.5	5	1.2	13	1.1	16	1.6
再生可能エネルギー	24	59.8	48	11.2	78	6.7	137	13.9

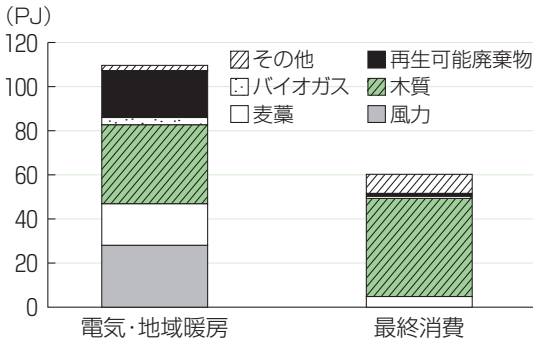
資料　第1表に同じ
（注）１ Peta Joule（PJ）=1000TJ，TJ=Tera Joule（1 TJ=1,000 GJ=1,000,000 MJ=1,000,000,000 kJ）。

第2図　再生可能エネルギーの産出量



資料　第1表に同じ

第3図　再生可能エネルギーの用途



資料　第1表に同じ

用も多くなっている。なお，グラフには表れない太陽光や地熱の利用はほぼ横ばいで推移しているという状況である。

なお量的には僅少だが，再生可能エネルギー消費の全体16.98万TJを100とすると，輸入が21.0％，輸出が1.7％である。輸入の主体は木質ペレット（輸入全体の約８割），輸出はバイオディーゼル（輸出全体の10割）である。

(2)　再生可能エネルギー資源の用途

デンマークにおける再生可能エネルギー資源の用途は，第３図のように，エネルギー源を転換した「電気・地域暖房」とエネルギー源の形態を保持する「最終消費」の２つに大別される。前者で多いのは，木質（32.7％），風力（25.7％），再生可能廃棄物（19.3％），麦藁（17.1％），バイオガス（3.0％），その他（2.2％）である（10年）。これに対し最終消費では，木質（73.8％），その他（14.5％），麦藁（8.0％），再生可能廃棄物（2.1％），バイオガス（1.7％），風力（0.0％）である。木質が最終消費で突出しているが，これは木質を木質として消費すると解され，これに対し風力は一度電気に転換して使用されるため最終消費段階ではゼロとなる。

なお，第３表にみられるように，デンマークのエネルギー総消費量に占める再生可能エネルギーのシェアは80年にはわずか３％であったが，05年には14.7％にまで伸ばすことに成功し，さらに10年にはこの割合を20.2％へと増やしている。またエネルギー自給率については前述したように97年に100％自給を達成して以降，120～150％の間で推移する。

第3表　デンマークのエネルギー自給率と再生可能エネルギーの割合

（単位　％）

	80年	90	95	00	05	08	09	10
デンマークのエネルギー自給率	4.9	51.8	78.0	138.8	154.5	129.8	123.8	120.6
エネルギー総消費量に占める再生可能エネルギーの割合	2.9	6.1	7.0	9.8	14.7	16.7	17.8	20.2

資料　第1表に同じ

3　デンマークにおける発電

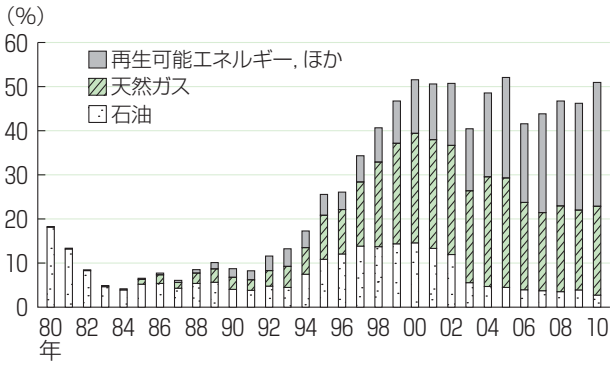
つぎに，エネルギー変換で生み出される「電気」に着目する(注7)。10年時点の総発電量は139.6PJで，内訳は大規模（火力）発電所が0.2％（総発電量を100とした割合，以下同），大規模CHP（熱電併給発電所）が60.0％（うち大規模発電所からの受給電力30.9％を含む），小規模CHPが13.8％，施設付属熱電併給所が5.8％（うち発電のみ0.0％，CHP発電5.7％），風力発電機が20.1％，水力発電施設が0.1％である。

また，最近30年間の電力の発電主体別にみると，90年頃から小規模CHPと風力発電が登場して供給量を増やし，従来の電力供給主体に加えて，風力発電のような再生可能エネルギーを利用した発電主体からの供給が増加しつつある。

つぎに，発電に利用する「資源（燃料）」に着目すると，10年の総発電量13万9,613TJを100とし，資源（燃料）別の発電量は，石炭（43.8％），天然ガス（20.4％），総称としての再生可能エネルギー（32.1％）である。再生可能エネルギーの内訳は，風力（20.1％），木質（5.7％），麦藁（2.8％），再生可能廃棄物（2.5％），バイオガス（0.9％）であり，資源（燃料）別でみて，風力は天然ガスとほぼ同等の発電量がある。

以上のように，デンマークの発電を担っているのは何と言っても石炭が圧倒的で，次いで天然ガスと風力ということになる。前２者の化石燃料が６割強を，風力を含む再生可能エネルギーが残る３割強を占める。CO_2排出削減の観点からすると，排出量の比較的少ない天然ガスは，風力と合わせると石炭に近い発電量がある。90年代以降，総発電量が頭打ちで推移する中，石炭を除いた発電割合は，石油のウェイトが相対的に低下する一方で天然ガスと風力のウェイトが増している。CO_2の排出削減が意識されていることがわかる（第４図）。

第4図　石炭を除く燃料（資源）別の発電割合



資料　第1表に同じ

（注７）ここでは，つぎのいくつかの留意すべき用語がある。
「CHP（combined heat and power plant）」＝熱電併給発電所。「Large-scale Units」≧大規模CHP，「Small-scale Units」≧小規模CHP。なお，大規模CHPの発電量には，大規模火力発電所からの給電を含むことがある。「施設付属熱電併給所（Autoproducers）」＝非専業のエネルギー供給者。（資料）Danish Energy Agency (2011a)

4　再生可能エネルギーによる発電

再生可能エネルギーによる発電をさらに詳しくみると，再生可能エネルギー資源のうち木質，麦藁，再生可能廃棄物は，石炭

第4表　施設別の発電容量

（単位　MW, %）

	00年	05	06	07	08	09	10	割合
発電容量計	12,598	13,091	13,117	13,129	13,000	13,392	13,728	100.0
大規模発電施設	8,160	7,710	7,712	7,634	7,406	7,446	7,446	54.2
うち発電のみ	1,429	444	575	850	838	838	838	6.1
CHP	6,731	7,267	7,137	6,784	6,569	6,608	6,608	48.1
小規模発電施設	1,462	1,575	1,591	1,688	1,735	1,774	1,784	13.0
施設付属熱電併給所	574	664	667	671	683	677	680	5.0
太陽光	2	3	3	3	3	5	7	0.1
風力発電機	2,390	3,127	3,135	3,124	3,163	3,482	3,802	27.7
水力発電施設	10	11	9	9	9	9	9	0.1

資料　第1表に同じ

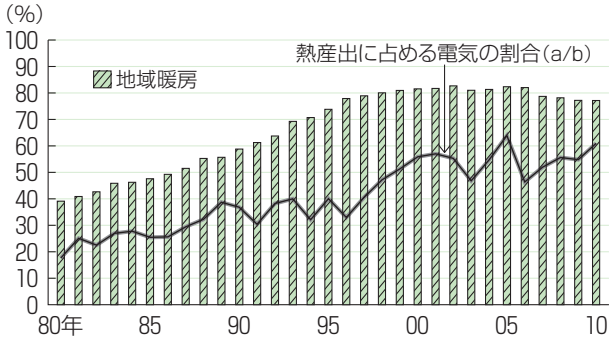
や天然ガス，石油などと同様に大規模発電所やCHP，施設付属熱電併給所などで熱および電気エネルギーに転換される。

第４表は施設別にみた発電容量である。10年時点で最大が火力発電所を含む大規模発電施設で7,446MWを擁しており全体の54.2％（内訳として，電力供給のみの施設が6.1％，熱電併給の大規模CHPが48.1％）を占める。それに次ぐのが風力発電機で3,802MWの容量があり27.7％を占める。以下，小規模発電施設が1,784MWで13.0％，施設付属熱電併給所が680MWで5.0％，と続き，水力発電施設と太陽光は９MWと７MWとかなり少ない。

(1)　熱電併給

規模の大小はあるがCHPの熱電併給施設は電気と大量の熱を産出する。前表で，10年に大規模発電施設と小規模発電施設のCHPおよび施設付属熱電併給所を合わせた熱電併給施設(注8)で熱と同時に61.0％の電気が産出された。この電気の割合（第５図）は80年に17.6％，90年に36.8%，10年に61.0％と格段に伸びている。熱についても同様で，電気と一緒に産出される地域暖房の総エネルギー量に占める産出熱量の割合は80年に39.1％，90年に58.8％であったが10年には77.2％に伸長している。

第5図　熱電併給の地域暖房の割合
（分母：総エネルギー産出量）と，同発電の割合



資料　第1表に同じ
（注）　a=大･小のCHPと施設付属，b=（大規模発電所+a）。

（注８） 大規模発電のCHPと小規模発電のCHPおよび施設付属熱電併給所を指しているが，発電するだけの大規模発電施設を除く。また施設付属熱電併給所にも発電のみの施設が含まれるがその容量は僅少である。Danish Energy Agency資料に基づく。

(2)　地域暖房施設別熱エネルギー

さらに，地域暖房施設別の熱エネルギー産出量（10年）をみると，地域暖房用途の

熱エネルギー合計150PJを100として，大規模CHPが70PJ（46.4％），小規模CHPが29PJ（19.4％），生産主体が異なる総体としての地域暖房が同じく29PJ（19.4％），施設付属熱電併給所CHPが17PJ（11.3％），施設付属熱電併給所の暖房供給が５PJ（3.5％）である。

ちなみに，デンマークの熱電併給施設の設置数は第５表のようになっている。(注9)

公営・準公営の大規模発電CHPと小規模発電CHP，DH（地域暖房）は，地方自治体または協同組合が所有し，その地域の一般世帯や企業に熱をDHパイプで供給する（電気は利用者が小売業者から個別購入）。なお，大規模発電CHPは，元来，中央発電所だったものが中央熱電併給施設に変更されたものである。

デンマークで小規模CHPやDHの利用に重点が置かれるようになったのは，熱電併給システムや利用技術がエネルギーの高効率利用を可能とし，しかも多様な燃料（化石燃料，廃棄物，バイオマス）の使用が可能でかつ柔軟性のあるシステム化が実現したことによる。これによって，旧来のCHPプラントをバイオマス併用方式へと転換し，しかも優れた断熱技術と低温運転による熱損失の削減が図られたとの指摘もある。(注10)

第5表　デンマーク国内のCHP設置状況

（単位　基）

	大規模熱電併給CHP	小規模熱電併給CHP	DH（地域暖房）
公営･準公営	16	285	130
私営	0	380	100
合計	16	665	230

資料　Danish Energy Regulatory Authority, "Large and small scale district heating plants"2010から作成

（注９） 大規模発電CHPは「centralised CHP」と，小規模発電CHPは「decentralised CHP」と，そしてDH（地域暖房）は「decentralised DH」と説明が付され，大規模発電CHP（または中央熱電併給施設）は大都市に設置され，小規模発電CHPとDH（地域暖房）は小都市ないし地方町村に設置されている。大都市に設置された大規模発電CHP（または中央熱電併給施設）はいわば公営で，それを除く小規模発電CHPとDH（地域暖房）は公営ないし準公営のものと私営のものがある。"Large and small scale district heating plants"

（注10） 和田武（1997）

（3）　風力発電

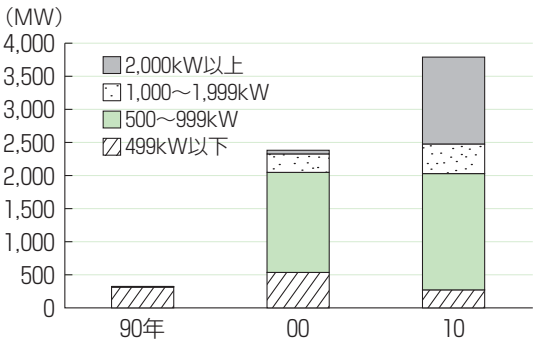
再生可能エネルギー発電で第２位の風力発電機は90年代後半から発電容量が増加しており，最近10年間でも容量の増大傾向が続く。(注11) 風力発電機のサイズ（発電規模）は，発電能力に相当する「定格出力」の大きさに規定される。ここでは「499kW以下」「500～999kW」「1,000～1,999kW」「2,000kW以上」の４区分で整理する。10年時点の既設の風力発電機は全部で5,036基，このうち陸上発電機が計4,632基（92.0％），洋上発電機が計404基（8.0％）である。これを発電機のサイズと設置基数の積で求められる発電容量でみると，合計3,802MWで，うち陸上発電機が計2,934MW（77.2％），洋上発電機が計868MW（22.8％）である。設置数では陸上設置の数が圧倒的に多いものの，発電容量となると洋上設置の風力発電機の方が大きくなっている。それは発電機のサイズが陸上では「500～999kW」のものが設置数，容量ともに６割強と最も多いのに対し，洋

上では「2,000kW以上」の発電機がいずれも９割以上を占めることからも裏付けられる。さらに，1990年と2000年，2010年の各時点のサイズ別の発電容量をみると，この20年間で「2,000kW以上」のサイズが多くなっている（第６図）。

風力発電機の所有者は，地上設置により国内に普及していた1990～2000年代の時期にあっては，当該設置場所の地主やその周辺住民，あるいはその地域の人たちで組織した協同組合，さらに地方公共団体が多くを占めた。地上の場合，設置場所から半径数キロの範囲の住民の出資を優先するという出資規制があったからでもある。しかし，今日の洋上風力発電になると，その規制範囲を超えることや設備投資額が地上のそれをはるかに超えることから，地域住民を排除してはいないものの，多くが企業からの出資である。(注12)

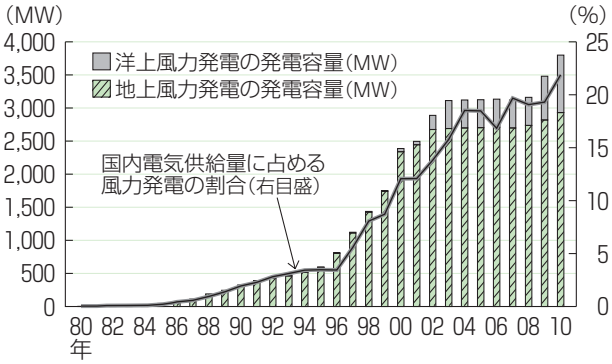
そうしたなかで，国内電力供給に占める風力発電の割合は95年以降急速に上昇し，10年には21.9％を占めるまでになった（第７図）。現在，風力発電の主力は地上の風力発電機であることに変わりはないが，2000年前後を境に，地上風力発電機の発電容量の伸びは頭打ちとなり，それ以降は洋上の風力発電機が担っており，現時点の洋上風力発電の建設計画を考慮すると，今後もこの傾向が続くと考えられる。

第6図　風力発電機のサイズ別発電容量



資料　第1表に同じ

第7図　風力発電容量と国内電力に占める割合



資料　第1表に同じ

(注11) Danish Energy Agency（2011b）

(注12) 11年10月コペンハーゲンのMiddlegruden CooperativeにおけるHans Chr. Sørensen氏からのヒアリングに基づく。

5　化石燃料からの再生可能エネルギーへ政策転換

1972～79年間の２度にわたるオイルショックを経て，デンマーク政府は第一次オイルショック直後にエネルギー源の分散をはかることを目的として，国内15か所に「原子力発電所建設計画」を発表する。(注13) 76年には「デンマークエネルギー計画1976」が発表され，北海油田の開発や省エネ補助金の導入といったエネルギー自給を目指した取組みが開始された。81年には「エネルギー81」が発表され，国内発電所の多くで燃料を石油から石炭へと変換し，さらに小規模

の発電施設および地域暖房システムで，熱電併給の可能なCHPプラントへの改装が奨励された。79年には「熱供給法」が施行され，地域暖房の使用が義務づけられる。ただし，81年からの北海油田の掘削によって石油とガスの供給量は国内需要量を超えるまでになった。(注14)

ところで，70年代に政府が打ち出した原子力発電計画に対し，国民的な反対運動が起こった。草の根の国民運動を主導したのは環境保護団体の「原子力発電情報組織(OOA)」であった。この運動とデンマーク社会における広範な議論を通じて，85年に議会は「原発オプションの放棄」を正式に決定する。(注15) また，コペンハーゲン市の対岸約20kmに，隣国スウェーデンのバルセベック原子力発電所（２機）が設置されていたが，デンマークの反対運動により，スウェーデン政府は99年に同発電所１号機を閉鎖した。(注16)

つぎに，政府は持続可能な社会構築を目指した「エネルギー2000」を90年に発表し，88年基準で「2005年までにエネルギー消費を15％以上削減」，「CO_2排出量を20％削減」，さらに「2005年までに風力発電1,500MWの達成」「バイオマスの推進」「二酸化炭素税の導入」といった政策を矢継ぎ早に打ち出した。続いて96年に「Energy 21」を発表する。エネルギー2000を発展させ，再生可能エネルギーのシェアを「2005年までに12～14％，2030年までに35％」に引き上げ，同じく「2030年までにCO_2排出量を1990年比で50％以下に削減」を打ち出した。ところが，01年11月の総選挙で政権が交代してエネルギー政策が大きく転換し，その後しばらくの間，不透明な状況が続いた。(注17)

そして10年を経た11年２月に，政府は，「エネルギー戦略2050」を発表した。結果的に同年９月に再度，政権が交代することになったが，この戦略はデンマークが目指すべき環境について，2050年までに石炭，石油，天然ガスといった化石燃料依存から脱却し，風力発電やバイオマスなどの再生可能エネルギーへの転換を目指したものである。そして，政権交代直後の11年11月に，政府としてエネルギー戦略2050を補強する具体的な方策である「Our Future Energy」を発表している。(注18)

この２つ方策では，化石燃料からの転換を図る要点が２つ指摘されている。１つは，交通・運輸部門における電化の推進であり，ガソリン車やディーゼル車から化石燃料に依存しない電気自動車（EV）への転換であり，もう１つは，効率的なエネルギーシステムの構築によるエネルギー消費の総量抑制である。(注19) このように90年以降の化石燃料からの転換で大きな役割を担ってきたのがCHPと風力発電で，今日のデンマークのエネルギー政策の柱となっている。

(注13) ヨアン・ノルゴー，ベンテ・クリステンセン（2002）p.1。
発表年と基数について，日本原子力産業会議「原子力発電所一覧表（1974年６月30日現在）」p.42によると，「1973年」に「１基の建設計画を発表」と記録されている。どちらが正確か判断を留保する。
また，建設か所数については，Denmark Family House「2011.04デンマークニュース」の「太陽がほほ笑む国－原子力に脅威を感じ『ナ

イタク（ノーサンキュー)』をつき付けたデンマーク」（http://www.dfhg.org/what/denmarknews201104.html）によると，「1976年５月１日，商務大臣が国内５か所」に建設計画を発表という記録がある。

いずれも発表時期とか所数が異なる。本稿では前掲書（2002）に基づく。

(注14) JETRO ユーロトレンド（2003）p.75，pp.186～187.

(注15) OOA（Organisaion for Oplysning om Atomkraft）は2000年５月に役割を終え解散している。ヨアン・ノルゴー，ベンテ・クリステンセン（2002）pp.196～197.

(注16) 福島県「第17回エネルギー政策検討会・会議資料４」02年６月11日，p.28，p.38。

(注17) ヨアン・ノルゴー，ベンテ・クリステンセン（2002）pp.191～192。福島県（2002）pp.28～36。

(注18) The Danish Government（2011）

(注19) デンマーク気候・エネルギー省HPと「ecool.jp　世界の環境政策を取材，駐日デンマーク大使へのインタビュー ―持続可能なエネルギーへの転換により，2050年までに化石燃料からの脱却を実現する」参照。（http://www.kemin.dk/en-us/newsandpress/news/2011/sider/energystrategy2050.asp）（http://www.ecool.jp/world/2010/10/danmark-1026.html）

6　EUのエネルギー政策とデンマーク

デンマークはこの間にエネルギー政策を大きく転換してきたが，それはデンマーク１国が転機を迎えたからというより，EU全体のエネルギー政策の変更と期を一にしていると考えられる。そこに，デンマークのエネルギー政策を後押しするEU指令がある。(注20)

EUは96年以降「電力市場の自由化」に関し，段階的に３つの指令を発出している。(注21)

①1996年・EU「第一次電力指令」

②2003年・EU「第二次電力指令」（更なる自由化のため指令①を改正）

③2009年・EU「第三次電力指令」（自由化の仕上げに向け，指令②を改正）

これらのEU電力指令に先駆け，イギリスではサッチャー政権下ですでに徹底した電力自由化が実施されていた。(注22) 89年の電力法改正によって抜本的な電力制度改革がはじまり，90年にイングランドとウェールズで発電会社３社と送電会社１社に分割・民営化（所有分離）され，それまで国有電力会社が発電と送電を独占してきた発電市場が完全に自由化された。

その後，EU委員会は11年に「EU energy goals」や「Meeting our “20-20-20 by 2020” goals」を発表する。そこでは2020年までに加盟各国がCO_2排出量を20％まで削減し，再生可能エネルギーの割合を20％まで引き上げ，さらにエネルギー消費量を全体で20％削減する，という目標が掲げられている。(注23) これらはデンマークが政策的に指向してきた方向でもあり，むしろデンマークはEU指令を根底に据えながら，自国のエネルギー政策をEUに準じ規制緩和の方向で変更してきたことが理解される。

(注20) EU法において，「指令」は各加盟国が国内法を制定して実施しなければならない。また「規則」はそのまま各加盟国にその国内法と同様に適用される。植月献二（2011）参照。

(注21) ①Directive 1996/92/EC，②Directive 2003/54/EC，③Directive 2009/72/EC

(注22) イギリスでの電力改革については以下の資料を参照。丸山真弘（2008），山口聡（2007），奈良長寿・森平祐次郎（2005），杉平二郎（2003），木船久雄（2003）小林俊和（2008），南部鶴彦・西村陽（2002）。

(注23) EU（2011）"EU energy goals", "Meeting our “20-20-20 by 2020” goals"

7　電力取引とFIT

電力システムでは系統運用が重要で，物理的に発電設備と送電網，配電網，需要者を連結しただけでは電力を安定的に供給することができない。日本のように垂直統合型のシステムでは電力会社が系統運用を含むすべてを担当しているが，デンマークおよび、北欧諸国ではこの役割をＴＳＯ（Transmission System Operator：送電系統運用機関）が担っている(注24)。デンマークのTSOは「Energinet.dk」という国営企業である。デンマークを含め北欧では送電会社がTSOとなって政府の厳格な規制の下に高圧送電網を独占的に所有し，送電網の維持・管理や設備投資に必要な費用は法定の送電料によって賄う。さらに北欧では電力取引がノルドプール（Nord Pool）という市場を通して行われるが，このノルドプールは北欧４か国のTSOが共同で所有する。

デンマークでは，発電や電力運用，卸売の各段階で賦課される「電力使用税」と「発電税」がある。その課税基準となる価格はノルドプールの市場価格であり，Energinet.dkが徴収するが，適用方法はエネルギー監督機関の承認が必要である(注25)。

電力使用税は，Energinet.dkとグリッド会社（配電会社）間の清算時に適用されて徴収され，「システム税」「グリッド税」「PSO税」の３つに分かれる（使用従量課税）。①システム税は電力の安定供給と均質供給のための費用に充当され，②グリッド税は主要な配電（132～400kV）の運用・保守の費用に充当され，③PSO税（≒公共サービス税）はEnerginet.dkが法定価格（固定価格買取制度・FIT：Feed In Tariff）で購入義務のある地域CPH（５MW以下）および再生可能エネルギー（風力発電，様々なバイオマス，バイオガス，太陽電池）で発電された電気への補助，さらに地域CPH施設，研究開発の資金調達・管理に対する補助金に充当される。このように，国内の電力取引と電気料金設定において，政府が推進する再生可能エネルギーを利用した風力発電と小規模CHPに対する優遇策が取られてきた。

(注24) 高橋洋（2011）PP.99-100
(注25) 税額や料金は，Energinet.dk　HP「The wholesale market」に基づく。

おわりに

再生可能エネルギーへの積極的な取組みが日本でも注目されるデンマークであるが，そのデンマークは脱原子力発電から再生可能エネルギーを選択し，エネルギー総消費量に占めるシェアを80年のわずか３％から10年の20.2％まで増加させた。しかし，その一方で熱電併給のエネルギー産出に化石燃料が約８割も使用されているのも事実で，北海油田からの原油と天然ガスが大きく貢献する。

だが，全体の２割となった再生可能エネルギーの産出源は，約７割がバイオマス，約２割が風力とこの２つで約９割を占める。バイオマスの主な原材料は，薪や木質チップ等の林産物と麦藁等の農産副産物であ

る。麦藁や木質系が着実に増加するなかで，90年代後半から風力が全体の２割の地位を占めるまで顕著に増加している。

発電資源（燃料）に限定してみてみると，90年代以降，総発電量が頭打ちで推移するなかにあって，石炭を除けば，石油のウェイトが相対的に低下し，その一方で天然ガスと風力のウェイトが増し，両者はほぼ同等の発電量となった。そこにはCO_2の排出削減が意識されている。また風力発電の主力は現在のところ地上発電であることに変わりはないが，2000年前後から頭打ちとなり，代わって洋上の大規模風力発電の容量が伸びている。

また，再生可能エネルギー発電に積極的なデンマークでは，北欧電力取引市場（ノルドプール）を介し電力の輸出入ができる。それによって風力発電のような不安定な分散型電源からの供給を吸収し得ることで導入が進んでいることは確かである。しかし電力の輸出入は単なる需給調整機能だけでないであろう。みてきたように，デンマークにおいてもEUの規制緩和政策を受け競争条件の導入に基づく自由な価格設定が行われ，需給調整機能とFITのような価格補助機能が同時に働くメカニズムを構築している。内外の環境保護派から高く評価されるデンマークの風力発電等の取組みは，内発的運動のみに起因するものではない。デンマークも例外なく経済全般においてEU域内の競争や国際競争にさらされ，その現実を無視しえない。それはEUの一員として規制を受け容れるハーモナイゼーションの一環でもある。

とはいえ，デンマーク独自の歩みも垣間見られる。貿易では北海油田からの原油と天然ガスを輸出し，石炭と一部の木質バイオマスを輸入する。その一方で，例えば輸入依存度の高い化石燃料の石炭からの脱却とCO_2削減策を並行させ大規模石炭火力発電の利用を急速に低下させている。また，ほとんどの再生可能エネルギー資源は自国内で産出され，それらをCHP等の熱電併給施設に投入することで石炭への依存を極力抑える。

こうしたデンマークの経験や政策がそのまま日本に適用できるかと言えば，そう単純な話ではない。冒頭で触れたように，デンマークは九州７県の国土面積と北海道電力の発電規模である。単純に比較しても２国間にはかなりの隔たりがあり，ほかの面でも様々な違いがある。ただ，そうした物理的・数量的な比較を離れ，国民の環境に対する考え方や再生可能エネルギー資源の利用に対する考え方，必要電力源の選択といった面でデンマークに学ぶべき点が少なくない。

<参考文献>

・植月献二（2011）「EUにおけるエネルギーの市場自由化と安定供給―事業者分離をめぐって―」『外国の立法』国立国会図書館
・木船久雄（2003）「英国の電力改革―NETA以前・以降の成果と評価―」『名古屋学院大学論集』40巻２号
・小林俊和（2008）『現代のエネルギー・環境政策―分権型福祉社会の文化的開発と環境制御―』晃洋書房
・RichmondレポートNo.1（2004）「英国の北海油田と環境保護－“英国発”環境問題への新しい取り

組み方－」法政大学・小寺研究室HP『「イギリスと環境」研究プロジェクト』
・杉平二郎（2003）「英国：電力自由化，規制改革と企業戦略」『研究レポート・エネルギー経済』日本エネルギー経済研究所
・高橋洋（2011）『電力自由化』日本経済新聞出版社
・奈良長寿・森平祐次郎（2005）「イングランド・ウェールズとスコットランドの電力市場を統合（英国）」『海外電力』47巻７号
・南部鶴彦・西村陽（2002）『エネジー・エコノミックス』日本評論社
・野村宗訓・伊勢公人・河村幹夫・円城寺加奈子（2003）『欧州の電力取引と自由化』日本電気協会新聞
・坂内久・大江徹男編（2008）『燃料か食料か　バイオエタノールの真実』日本経済評論社
・丸山真弘（2008）「欧州における電気事業制度改革の動向と課題―第三次電力自由化指令案を中心として―」電力中央研究所『社会経済研究No.56』
・山口聡（2007）「電力自由化の成果と課題―欧米と日本の比較―」国立国会図書館『調査と情報』第595号
・ヨアン・ノルゴー，ベンテ・クリステンセン（2002）『エネルギーと私たちの社会』新評論
・和田武（1997）「温暖化防止をめざすデンマークとドイツのエネルギー対策」林・矢野・青山・和田『地球温暖化を防止するエネルギー戦略』実教出版
・福島県（2002）「第17回エネルギー政策検討会・会議資料４」
・JETRO ユーロトレンド（2003）「世界市場で注目される風力発電産業（デンマーク）」
・Danish Energy Agency（2010），“Energy Statistics 2009”
・Danish Energy Agency（2011a），“Energy in Denmark 2010”
・Danish Energy Agency（2011b），“Energy Statistics 2010”
・Statistics Denmark（2010）"Statistical Yearbook 2010"
・The Danish Government（2011a），"Energy Strategy 2050"
・The Danish Government（2011b），"Our Future Energy"
・EU（2011）"EU energy goals"," Meeting our “20-20-20 by 2020” goals", Background Information for the European Council.
・Directive 1996/92/EC of the European Parliament and of the Council of 19 December 1996 concerning common rules for the internal market in electricity.
・Directive 2003/54/EC of the European Parliament and of the Council of 26 June 2003 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 1996/92/EC.
・Directive 2009/72/EC of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC
・「Gorm Field」From Wikipedia, the free encyclopedia.（アクセス2012年３月）
・Danish Energy Regulatory Authority, "Large and small scale district heating plants"

（ばんない　ひさし）

談話室

不老長寿の尻尾を把んだ

近頃，食品業界で流行るものの一つに，機能性のヨーグルトがある。スーパー，コンビニには実に多くの種類が並んでいる。ちょっと見ただけでは識別不能。乳酸菌やビフィズス菌の名とおぼしき記号が表示され，“おなかに届く”“すっきり解消”などの整腸作用をうたったものや花粉症，アトピー，インフルエンザさらには肥満防止，ガン予防に至るまで多岐にわたる効能書きも目につく。

その数100兆個。私たち一人ひとりの腸内に棲む細菌の数だと言う。1,000ミリリットルのペットボトルに１～２本分，重さにして1.5～２kg。つまりメタボ検診でウェイトオーバーと言われる私たちの体重は1.5kg程度差し引いた値が正味の体重ということになる。腸内細菌の種類は善玉菌から悪玉菌まで600～1,000種類，全体の60～70%が日和見菌で文字通り大勢に従う菌だそうだ。これらの腸内細菌が宿主(ヒト)の健康に密接に関わっていることが徐々に明らかになりつつあり，世界レベルで研究が進められている。

乳業会社に移って２年目の2008年，驚くような研究成果に出会った。ビフィズス菌(LKM512)がマウス(哺乳類)の寿命を伸ばしたと言う。平均寿命時点での生存率３倍，生存期間にして30%程度伸長したという内容で，人間に換算すると日本人の平均寿命が85歳から105歳に伸びる計算になる。当社の松本研究員が15年かけて研究したもので，京都大学，理化学研究所，京都工繊大との共同研究によるものだ。この時点では半信半疑の気持ちも強かったが，その後2009年には生研センター(生物系特定産業技術研究支援センター)のイノベーション創出基礎研究推進事業に採択され(補助金を使って追加的研究を行った)，そして2011年８月には米国の科学雑誌PLoS ONEに掲載され，一気に注目を浴びた。国内・外の権威ある専門家の厳しい審査をクリアーしてオーソライズされた研究成果であり，科学的根拠に裏付けられた研究であることがはっきりし，世の中に堂々と説明できるようになった。むしろそうするべきと考え，機会あるごとに説明会等を開催して

いる。

ところで老化と腸はどう関わっているのか。腸の上皮細胞はさまざまな細胞の中で最も消耗と新陳代謝が激しく，数日以内で新しい細胞に入れ替わる。しかも腸管内の表面を覆っているため，消化酵素，化学成分，食物の残滓，大腸菌をはじめとする細菌などのリスクに常にさらされている。また，血液，リンパ，神経系を通じて，全身の各器官につながっており，この腸管の老化，バリア機能が低下すると全身の健康に悪影響を与えることになると言われている。

ポリアミンという物質をご存知だろうか。産後１か月目の母乳や納豆などに多く含まれ，DNA・RNAの安定・修復や細胞のもとになるアミノ酸を創り出す生体維持に重要な役割を果たしている物質である。ヒトは20～30歳までの若い時期は自らの体内で創り出すことができるが，年を重ねるとともにその産生能力も低下する。老化に伴い減少する善玉菌であるビフィズス菌とポリアミンを若い頃の状態に近いところまで戻すことができれば腸の老化防止，健康長寿が期待できる。今回の研究はLKM投与⇒腸内ビフィズス菌増加⇒腸内細菌に働き掛けポリアミン産出⇒新陳代謝活発化⇒腸管上皮老化防止⇒健康寿命伸長という仮説をマウス実験により見事に証明してみせた。

秦の始皇帝は不老不死を求め，徐福に蓬莱の国へ行き，仙菜を持ってくるように命じたが，ついに探し出せなかった。

不老不死は無理でも，人類の願望である健康長寿に向けて有力な手掛かりが把めたのではと期待している。さらに“セカンドブレイン”と呼ばれる腸・脳相関の分野への挑戦も始まっており，腸内細菌の世界が活気を帯びている。多くの皆様にご注目いただきたい。

百聞は一見に如かず。ご興味のある方はhttp://www.meito.co.jp/当社ホームページから「LKM512」をお訪ね下さい。

（協同乳業株式会社 代表取締役社長　山崎直昭・やまざき なおあき**）**

2011年夏の節電効果と節電の継続可能性について

大江徹男〈明治大学農学部 教授〉

〔要　　旨〕

1　2011年夏，東日本大震災の影響を受けて東京電力管内では電力不足が深刻化し，大規模停電が懸念されたが，ピーク時電力需要である最大電力のカット（ピークカット）や電力需要の他の時間帯へのシフト（ピークシフト）により大規模停電を回避することができた。

2　ただし，11年夏の節電対策は緊急的な措置であったために，課題も浮き彫りになっている。なかでも重要なのが節電の持続性である。11年夏の節電に関しては，勤務シフト等で個人の忍耐に依拠する部分もあり，同じような節電方法を再び実施することは困難であろう。つまり，個人の忍耐に依拠している部分を機器の改修や更新，運用改善に置き換えることが求められる。

3　今回の調査対象の各地方自治体では，照明や空調の基本的な運用改善によって20%を超える最大電力削減に成功した。すでに省エネルギーや節電に積極的に取り組んでいる場合でさえも，基本的な運用改善で大幅な節電が可能になるという結果は，現在でも節電余地が大きいということを示している。また，節電は，照明消費電力に示されているように，過剰な消費の是正という特徴も有しており，節電に伴う労働環境の悪化については防止可能であると考えられる。

4　さらに節電を深化させる場合，空調や照明の機器類の改修や更新，機器の運用についても空調の間欠運転といった踏み込んだ節電対策が必要となる。機器の改修や更新によって30%程度の節電も可能である。ただし，このような対策については一定のコストが発生する。現在，原子力発電の将来的な役割について議論が行われているが，政府の試算によると原発を将来的に全廃した場合，エネ関連投資額は2030年までに100兆円必要になるという。

5　本論では，初期投資額を抑制する手法としてLEDのレンタルについて簡単に紹介した。その他にも，ESCO事業等の活用によって，初期投資額を大きく抑制することは容易であり，政府の100兆円という試算結果には疑問が残る。最終的には，このような手法を活用した節電手法，つまり初期投資額を抑制しつつ運用改善と機器の改修・更新を体系的に実施する節電手法を確立し，10年夏の最大電力水準を20%以上安定的に削減することが可能になれば，少なくとも東京電力管内において原子力発電の必要性が消滅することは明白である。

目　次

1　問題の所在
2　東京電力の電力供給能力
3　2011年夏の節電効果と業務部門の需要構造
（1）　東京電力管内の節電効果
（2）　業務部門の電力需要構造
4　オフィスビルの最大電力の削減手法と節電効果
（1）　2011年夏のオフィスビルの節電状況
（2）　地方自治体における節電手法と節電効果
（3）　潜在的な最大電力の削減可能性
5　節電の継続性
──照明を対象に──
（1）　照度削減の可能性
（2）　コスト問題
まとめ

1　問題の所在

2011年夏，東日本大震災の影響を受けて，東京電力管内では電力不足が深刻化し，大規模停電が懸念された。しかしながら，ピーク時電力需要である最大電力のカット（ピークカット），電力需要の他の時間帯へのシフト（ピークシフト）によって大規模な停電を回避することができた。実際，最大電力の節電効果は目覚ましく，11年夏の最大電力は4,922万kWにとどまり，猛暑であった10年比で約1,000万kWの削減（18%）となった。電力供給も被災した発電所の供給力の回復や小型ガスタービンの導入等で震災前の水準にまで回復した。(注1)

ただし，11年夏の節電対策は緊急的な措置であったために，課題も浮き彫りになっている。なかでも重要なのが節電の持続性である。11年夏の節電に関しては，勤務シフト等で個人の忍耐に依拠する部分もあり，同じような節電方法を再び実施することは困難であろう。つまり，個人の忍耐に依拠している部分を機器の改修や更新，運用改善に置き換えることが求められる。

そこで本論では，東京電力管内を対象に原子力発電に依存しない電力需給システム構築を目的に，11年夏の節電に関するデータを基に，節電の潜在的可能性と持続的な節電方法について検討する。

そのために，11年夏の節電の効果と手法に関するデータ，情報を聞き取り調査等から収集し，節電手法とその効果について可能な限り明らかにする。時間等の制約から11年夏の節電対応が緊急的な手法にならざるをえなかったことは容易に想像できるが，それでも11年夏の節電の実態について検証することで，今後節電を継続，拡大させるための手法についての検討が可能になる。なお，研究対象は，最大電力のうち最もシェアの大きい業務部門，その中でも最大のシェアを占めるオフィスビルとする。

（注1）電力供給の回復・増強の経緯については，大江徹男（2011）に詳しい。

2　東京電力の電力供給能力

最初に原子力発電所の全面停止以降の東京電力の電力供給能力について確認する。東京電力の震災直後は，福島第一，第二原子力発電所の停止による910万kWと鹿島，広野，常陸那珂の各火力発電所の全面停止による920万kWの合計1,830万kWが一気に失われた（第１表)。また，震災時に品川火力発電所１号系列（370万kW）が定期点検中で発電できなかった。さらに，揚水発電所は，元来原子力発電所が夜間に発電した電力を使用することから，震災直後にはほとんど機能しなかった。結果，震災後の供給力は約3,060万kWにまで低下した。

しかしながら，その後の回復は著しい。震災後に停止していた火力発電所が復旧し，920万kWが回復した。また，各火力発電所にガスタービン等が導入され，その結果新規で284万kWが追加された。さらに，東京電力は長期間停止していた横須賀火力発電所の一部を再稼働して，87万kWが追加された。定期点検中であった品川火力発電所も再開し，火力発電所は4,000万kWに達した。東京電力の見解を受けて揚水発電をやや厳しく約400万kWと見込むと(注2)，全ての原子力発電所の稼働停止分1,730万kWを差し引いても自社発電設備の出力は4,630万kwとなる。これに東京電力が出資している共同発電所の設備出力のうち東京電力の持ち分284万kW(注3)を追加すると，合計で4,910万kWに達する。

また，大手IPP（独立系発電事業者）であるＪパワー（電源開発株式会社）は，福島，新潟，栃木各県に水力発電所を多数抱えており，その発電設備出力は470万kWに達する。火力発電所については，神奈川県に磯子火力発電所（120万kW）を所有している。仮に水力発電の半分が東京電力向けであると仮定すると，火力発電を加えた発電設備出力

第1表　震災前後の東京電力の発電設備出力

（単位　1,000kW）

		水力		火力	原子力	合計
		一般	揚水			
自社発電設備出力	1 発電設備出力(自社, 09年)(注1) 定期検査による停止(注2) 長期間停止(注3)	2,179	6,808	38,645 △3,700 △2,274	17,308 △3,300	64,940
	2 発電設備出力(自社, 震災直前) 震災による出力の損失(注4)	2,179	6,808 -	32,671 △9,200	14,008 △9,096	55,666
	3 発電設備出力(自社, 震災後) 震災後の出力の増加(新規)(注5) 震災後の出力の増加(再開)(注6) 震災後の出力の増加(復旧) 定期検査による停止	2,179	-	23,471 2,839 4,574 9,200	4,912 △4,912	30,562
	4 発電設備出力(自社, 復旧後)	2,179	4,000	40,084	0	46,263
共同発電設備出力(注7)				2,841		
合計発電設備出力		2,179	4,000	42,925	0	49,104

資料　東京電力「平成22年度　数表でみる東京電力」, 東京電力のHPから作成
(注) 1　東京電力のデータでは09年時点では火力発電所の出力は3,818.9万kWであったが, その後富津火力発電所の出力が450万kWから増強されたので, 09年の数値を修正した。
2　原子力発電所の定期検査は, 柏崎刈羽原子力発電所2, 3, 4号機。火力発電については品川火力発電所。
3　長期間停止は, 横須賀火力発電所の全ての発電機を指す。
4　損失を受けた火力発電所は鹿島, 広野, 常陸那珂の各発電所で, 原子力発電所は, 福島第一, 第二原子力発電所。
5　新規増加分は, 千葉, 姉崎, 袖ヶ浦, 横須賀, 川崎, 大井, 常陸那珂の各火力発電所に設置されたガスタービン等を指す。なお, 2014年までに, コンバインドサイクル化により千葉及び鹿島火力発電所の設備出力は90万kW増強される。
6　長期計画停止していた横須賀火力発電所の3, 4号機と1, 2号機のガスタービン(87.4万kW)の運転再開及び定期検査に入っていた品川火力発電所(370万kW)の合計。
7　共同発電所の設備出力を東京電力の出資比率で按分した。
8　「-」は不明。

は350万kWになる。東京ガスも東京，千葉，神奈川の各県に200万kW（他社の持ち分も含む）程度の発電設備を保有していることから，東京電力はＪパワーと東京ガスの両社から500万kW程度を安定的に調達できるであろう。結果，約5,400万kWの発電設備を確実に確保することが可能である。経済的インセンティブを導入して一般企業の自社発電設備[注4]やPPS（特定規模電気事業者）の供給力を加えれば，現時点においても6,000万kW程度の電力供給は十分に可能であろう。

（注２）11年４月15日付 東京電力のプレスリリース
（注３）14年までに千葉と鹿島の各火力発電所の発電設備出力を90万kW増強することが決定しているので，14年には東京電力は自社設備だけで5,000万kWを確保することができるようになる。
（注４）11年夏の節電に際して，東京電力管内の大規模な自家発電装置を持つ主要企業20社が積み増した発電量は150万kWを超えた。また，関東地区には約1,640万kWの自家発電設備があり，10年夏の稼働率を考慮すると，計算上約750万kWの売電余力があるという。11年４月22日付日本経済新聞。

3　2011年夏の節電効果と業務部門の需要構造

（1）　東京電力管内の節電効果

東京電力管内の11年夏の最大電力（4,922万kW，同年８月18日14～15時）は10年の最大電力（5,999万kW，10年７月23日14～15時）と比べ，全体で1,077万kWの削減（10年比18％減）となった。10年と11年の最大電力日の東京都内の１時間ごとの平均気温と電力使用量を比較するとほとんど気温差がないことから，約1,000万kWの電力需要削減は純粋に節電効果によるものである[注5]。東京電力は当初，11年夏の最大電力を5,500万kWと想定していたが，結果は4,922万kWと見通しを大きく下回ったことになる。

第2表　最大電力発生日の節電効果の内訳試算（東京電力）

（単位　万kW，％）

	11年	10年	増減率
大口需要家	1,450	2,050	△29
小口需要家	1,750	2,150	△19
家庭用	1,700	1,800	△6
合計	4,922	5,999	△18

資料　東京電力のプレスリリース
（注）　各項目の数値は推定値であるため，合算した数値は合計と一致しない。

また，東京電力は，最大電力の節電効果の内訳試算を公表している[注6]。試算によると，最大電力のうち大口需要家（契約電力500kW以上）の消費電力が10年比29％減（約600万kWの削減）の1,450万kW[注7]，小口需要家が同19％減（約400万kWの削減）の1,750万kW，家庭用が６％減（約100万kWの削減）の1,700万kWであった（第２表）。大口需要家については15％の節電義務が課されたが，実際の削減率は15％を大きく上回る約29％に達した。

しかしながら，11年夏の節電には非常事態という側面があることも事実である。10年比で1,000万kW減少したが，やはり通常の体制に戻ることで節電の効果は一定程度消滅するであろう[注8]。

（注５）大江徹男（2011）を参照。
（注６）東京電力のプレスリリース（http://www.tepco.co.jp/cc/press/betu11_j/images/110926d.pdf）
（注７）なお，大口需要家の削減量約600万kWのうち，100万kW程度は休日シフト等による効果とみられる。
（注８）東京電力によると，電力使用制限令解除後に400万kW程度のもどり需要が発生すると予想

しているという。11年９月３日付日本経済新聞

(2) 業務部門の電力需要構造

節電効果を分析するためには部門別の電力需要に関するデータが不可欠であるが，これについては資源エネルギー庁が10年を対象に推計した最大電力の業務別内訳が参考になる。同庁は，需要抑制対策を検討するにあたり，東京電力管内の産業（大口・小口），業務（大口・小口），家庭の夏期最大電力の需要規模，構造について推計を行った。

それによると，10年の最大電力約6,000万kWのうち，産業用（大口・小口）が1,700万kW，業務用（大口・小口）が2,500万kW，家庭用が1,800万kWであった。

業務用の中で最も需要が大きいのがオフィスビル向けで，業務用全体の40％程度を占めている。業務用に続くのが，食品関係で29％（うち卸・小売店が22％，食品スーパーが７％）である。

業務用の特徴をみると，全般的に空調と照明の比率が高いことが確認される。たとえば，業務部門の電力需要のうち，最も比率が高いのが空調で，総需要量の42％を占めている。空調に続くのが照明で，全体の27％，OA機器が８％となっている（第３表）。

また，オフィスビルの電力需要の内訳をみると，空調の比率が48％と業務部門の平均よりも高く，その後に照明が24％，OA機器が16％と続いている。食品スーパーのショーケースという例外はあるが，どの業種においても空調と照明の占めるシェアが高いという共通の特徴がある。したがって，業務部門の電力需要を削減するためには，空調と照明の消費電力の削減が重要であることを確認することができる。

第3表　最大電力需要における業務部門における業種別機器別シェア

（単位　％）

	第1位	第2位	第3位
業務全体	空調(42)	照明(27)	OA機器(8)
オフィスビル	空調(48)	照明(24)	OA機器(16)
卸･小売店	空調(48)	照明(26)	ショーケース(6)
食品スーパー	ショーケース(28)	空調(25)	照明(24)
医療機関	空調(38)	照明(37)	エレベーター(4)
ホテル･旅館	照明(31)	空調(26)	エレベーター(8)
飲食店	空調(46)	照明(29)	厨房(13)

資料　資源エネルギー庁「夏期最大電力使用日の需要構造推計（東京電力管内）」平成23年5月
（注）「OA機器」とは，パソコン，FAX，プリンター，コピー機。

そこで次に，業務部門の中で最も電力需要が大きいオフィスビルを対象に，11年夏の節電の具体的手法とその節電効果について分析を進める。

4　オフィスビルの最大電力の削減手法と節電効果

(1) 2011年夏のオフィスビルの節電状況

まず，東京都のアンケート調査，日本ビルヂング協会連合会のアンケート調査から11年夏に実施された具体的な節電手法とその結果について整理する。

最初に，東京都のアンケート調査の概要について紹介する(注9)。東京都のアンケート調査によると，大口需要家（契約電力500kW以上，建物所有者を対象）の８割の事業所が電力制限令によって義務化された15％以上の削減を達成した。30％以上の大幅な削減に

ついても17％の事業所が達成したという。機器別の削減状況については明らかとなっていないが，照明，空調，その他（エレベーターの停止等）における取組みについて個別に分析している。

分析結果によると，照明の減灯については90％以上の事業所が実施したと回答した。しかも減灯率が50％以上の事業所が51％（全消灯が１％，４分の３消灯が10%,50%消灯が40%）に達し，照度についても300ルクス以下の事業所が16％，500ルクスが55％，と500ルクス以下に設定した事業所が全体の70％を超えた。共用部の減灯はさらに進んでおり，50％以上の減灯率を実施した事業所が85％に達する。

空調については，まず執務室の温度設定であるが，10年には28℃未満が67％と圧倒的に多かったが，11年では28℃に設定した事業所が66％と最も多い。共用部については空調を停止した事業所が58％に達し，節電がより徹底された。

以上のように，照明，空調に関しては，照明の減灯や室内設定温度の引き上げに代表される比較的実施が容易な対策が中心であった。他方，「タスク・アンビエント照明(注10)の導入」が13%，「空調の間欠（輪番）運転の実施」が16％と低く，運用改善面においても本格的な節電の実施にまでは至っていない。

次に，日本ビルヂング協会連合会のアンケート調査について確認する。日本ビルヂング協会連合会が会員企業に要請した「節電のための緊急行動計画」の実施結果によると，東京電力管内175社（ビル数2,617棟，うち691棟が大口契約），東北電力管内31社（115棟，うち33棟が大口契約）の11年夏の最大電力が，それぞれ119万kW，4.3万kWで，10年比23％及び20％の削減となった。

東京電力管内の10年の最大電力は先述したように約6,000万kWで，そのうち業務部門が2,500万kW，さらにそのうちの40％程度がオフィスビルであることから，10年のオフィスビルの最大電力は1,000万kWと推計される。日本ビルヂング協会連合会に所属している東京電力管内の会員企業の10年の最大電力は154万kWであるから，東京電力管内の最大電力の15％程度を占めている。また，同協会の会員は，大規模な優良ビルが多く中小の雑居ビルに比べると削減率は相対的に高いと考えられるだけに，11年夏のオフィスビルの節電傾向を知るうえで参考になる。

アンケート結果によると，実施率が高いのが共用部，専用部の照明の減灯である。アンケートで「実施した」と回答した会員は，共用部で98.5％（減灯率は平均46％），専用部で92.7％（減灯率は平均30％）に達した。また，「エレベーターの台数制限」（67.6％）も高い。

これに対して，「共用部における人感センサーの設置」（35％）や「外気導入の制限による二酸化炭素濃度の調整実施」（19％）の実施率は相対的に低い。また，「省エネ設備の新規導入または既存設備の省エネ更新を実施」も限定的である。たしかに，「実施した」と答えた事業所が全体の55%に達した

が，「実施した」と回答した会員の75%が「LEDの導入」を挙げている。しかし，実際にはLED導入の大半は共用部におけるLED電球の導入であり，直管形LED導入は現時点では限定的であると考えられる。LED導入とは対照的に，人感センサー（25%）やデマンド監視装置（７%）などは低い。

以上のように，11年夏のオフィスビルにおける節電方法は，緊急措置ということもあり，設備の運用改善が中心であった。したがって，さらなる節電の余地が大きい。この点について詳しく分析するために，筆者は節電に積極的に取り組んでいる自治体を対象に，節電方法とその効果についての聞き取り調査を実施した。

（注９）実施期間は，11年９月22日から10月11日までで，1,298事業所に送付し，521事業所から回収した（回収率40%）。

（注10）部屋全体を明るくする全般照明（アンビエント）と作業面などの必要か所だけを明るくする局部照明（タスク，作業照明）を併用する照明方式。

（2） 地方自治体における節電手法と節電効果

ここでは，特に具体的な節電手法採用の優先順位と節電効果のプロセスについて可能な限り検討する。調査は，東京電力管内の関東の３県と１市を対象に，聞き取り調査を実施した。各県，市の節電状況とその手法については第４表に整理したが，全てのケースで15%を大きく上回る結果となった。たとえば，A県の県庁舎（本庁舎ほか７施設）の場合，10年の最大電力は4,008kWであったことから，11年夏に10年比15%削減を達成するためには601kWを削減すること

第4表　各地方自治体の節電対応（対県（市）庁舎）

	A県	B県	C県	D市
達成削減率	21%	31%	22.5%	20.7%
デマンド監視装置	導入済み	導入済み	導入済み	導入済み（一部）
機器別使用電力の測定	測定できない	測定できない	測定可能	測定可能
節電前照度	600～800ルクス	700ルクス	700ルクス	不明
節電中照度	測定していない	400ルクス	300ルクス	300ルクス
不要照明の消灯，減灯				
専用部（執務室）	減灯率25%～50%	400～500ルクスまで調整	減灯率50%	減灯率50%
共用部（廊下，ホール等）	日中は原則消灯	300～400ルクスまで調整	原則消灯または25%以下の点灯率	減灯率40%
昼光利用（レイアウト変更等）	なし	なし	なし	なし
Hf蛍光ランプ，LEDの導入	節電前に導入済み	節電前に導入済み	節電前に導入済み	節電前に一部導入
専用部（執務室）	Hf蛍光ランプ100%	Hf蛍光ランプ100%	Hf蛍光ランプ100%	Hf蛍光ランプ22%
共用部（廊下，ホール等）	LED（トイレで，電球型）	-	Hf蛍光ランプ100%	LED（2%）
タスク・アンビエントの導入	なし	なし	なし	なし
自動調光制御方式の導入	一部に調光照明導入	導入済み	照度計による自動消灯（執務室の窓側1列）	人感センサー（トイレ等の一部）
節電前の室温	28℃	28℃	26.5℃	28℃
節電中の室温	28℃	28℃	27.5℃	28℃
間欠（輪番）運転	なし	なし	なし	なし
高効率空調への更新	更新済み	当初より導入	当初より導入	なし
氷蓄熱方式の導入	なし	なし	なし	なし

資料　聞き取り調査から作成

が求められた。最終的には11年夏の最大電力は3,170kW（７月４日）にとどまり，10年比21％の削減を達成することができた。また，Ｂ県（県庁舎及び関連施設）では31％，Ｃ県（県庁舎及び関連施設）では22.5％，Ｄ市（市庁舎及び関連施設）では20.7％であった。

３県１市に共通しているのが，やはり運用改善による節電である。照明に関しては，執務室の照度を700ルクスから300～400ルクス程度まで引き下げ，共用部の照明を原則消灯するなどの節電対策を実施している。他方，タスク・アンビエント照明の導入は皆無で，自動調光制御システム等の導入も部分的である。空調についても同様で，室温の設定温度の引き下げや部分停止が中心で，間欠運転の実施や氷蓄熱方式の導入は皆無である。

次に，節電の手法に関して個々のケースについて検討する。Ａ県は，県庁舎及び関連施設を対象に次のような節電対策を採用した。最初に取り組んだのが機器別の消費電力の把握であった。現在の電力監視設備では県庁舎の機器別消費電力を把握することができないために，11年５月に電力削減実験を実施し，機器別消費電力を推定した。具体的には，①照明の50％消灯，②パソコンの50％停止，③コピー機・プリンターの全停止，を一定時間帯に実施し，減少した消費電力から総消費電力を推定した。具体的には，照明の消灯が10時から11時まで，パソコン停止は14時から15時まで，コピー機・プリンター停止は15時から16時までの時間帯に順次実施された。その結果，照明電力は422kW，パソコンは100kW，コピー機・プリンターは178kWと算出された。

実験結果を基に，３つのステップに分けて節電計画が立案，実行された。第１ステップとして，執務室の部分消灯，トイレ・廊下の照明の部分消灯等の比較的取り組みやすい項目を掲げられた（第５表）。第１ステップでは，262kWの削減が見込まれた。第２，３ステップの実施については，第１ステップの取組み後の電力需給状況を監視しながら判断することとした。第２ステップでは，執務室内照明の50％消灯への移

第5表　A県の節電計画

（単位　kW）

第1ステップ		第2ステップ		第3ステップ	
節電項目	節電量	節電項目	節電量	節電項目	節電量
執務室照明の部分消灯	105	執務室照明(50%消灯)	105	空調外気取り入れ量の再調整	138
トイレ･廊下等の部分消灯	22	空調外気取り入れ量の調整	60	コピー機･プリンターの半数停止	40
エレベータ部分停止	33				
パソコン(節電プログラム)	50				
コピー機(省エネモード設定)	20				
ファクシミリ(省エネモード設定)	8				
電熱機器の原則使用禁止	8				
サーバー室の空調設定温度変更	16				
合計	262	合計	165	合計	178

資料　A県の資料から作成

行，空調外気取り入れ量の調整を実施して165kWの電力を削減し，第１ステップと合わせて427kWの電力削減を見込んだ。第２ステップまでの節電だけでは目標とした601kWには達しないと予想されたので，第３ステップで空調外気取り入れ量の再調整とコピー機・プリンターの半数停止によって，さらに178kWを削減し，この３段階全体で605kWが節電され，目標の601kWを上回ると計画された。

第１，２ステップのほとんどが追加コストをかけずに実施することができる項目であり，そのなかでも照明の削減効果への期待が大きい。第１ステップの執務室照明の部分消灯とトイレ・廊下等の部分消灯，第２ステップの執務室照明の50％消灯で232kW削減可能と試算しているが，これは第２ステップまでの予想消費電力削減量427kWの54％，第３ステップまでの605kWの約40％に相当する。対照的に，空調関係では，第２ステップと第３ステップに「空調外気取り入れ量の（再）調整」が入っているだけであり，ほとんど対象となっていない。

実際には，第２ステップまでで10年比21％の削減を達成することができたために，第３ステップが実施されることはなかった。想定以上の削減が可能になった要因についての詳細な分析がなされていないので断定はできないが，照明の電力削減の貢献が予想以上に大きかったものと考えられる。つまり，照明を主な対象とした基本的な運用改善による節電で20％を超える節電を実現できたわけであり，この点は重要な分析結果である。ちなみに，実際の21％（838kW）の電力削減後に，第３ステップの電力削減策が追加で実施され，想定通り178kWが削減されていれば，最終的には1,016kWが削減されることになり，削減率は25.3％まで上昇することになる。

次にＢ県について検討する。Ｂ県の場合，12項目の節電項目を設定し，それによって削減される電力を試算しながら目標の25％削減を達成するための節電方法を明確化した（第６表）。

それによると，最も削減効果が大きいのが照明の減灯で，「事務室蛍光灯間引き」と「事務室照明照度調整」で約265kW，その他

第6表　B県の節電計画

（単位　kW）

第1ステップ		第2ステップ以降
節電項目	節電量	節電項目
執務室照明の間引き 共用部照明部分消灯 エレベータ間引き運転（10台中4台を停止）	265	全てのコピー機，プリンター等の使用停止 事務室の照明の全消灯 事務室の空調を停止（フロアー別，輪番制）
共用部（廊下，ロビー等）の完全冷房停止	150	
執務室照明照度調整（400ルクスを目途に）	48	
給湯室温水使用制限	33	
トイレ照明間引き（1/3点灯）	8	
その他	21	
合計	525	

資料　B県の資料から作成

では「共用部の冷房停止」で150kWとなっている。このような照明の減灯や空調の部分的停止によって，525kWの削減が可能であると試算し，実施した。仮に目標の25％を達成できない場合は，①各課室の全てのコピー機，プリンター等の使用停止，②事務室の照明の全消灯，③事務室の空調を停止，という追加措置を想定していた。最終的には11年夏の最大電力は1,416kWと，10年比31％の削減を達成できたので，追加措置は採用されなかった。

第7表　C県庁舎の節電計画（関連施設を含む）

（単位　kW，％）

	10年 実績値	11年 目標値	削減量 （目標）	削減率 （目標）	削減率 （寄与度）
空調・エレベーター	1,833	1,617	216	11.8	6.8
設定温度の引き下げ（1℃） エレベーターホールの空調停止 空調の部分運転（県民ホール） 換気ファン停止 その他			80 39 26 24 47		
照明・コンセント OA機器 その他	761 246 352	380 197 352	381 49 0	50.0 20.0 0	11.9 1.5
合計	3,192	2,546	646	20.2	20.2

資料　C県の資料から作成

第8表　C県庁舎の節電実績（県庁舎のみ）

（単位　kW，％）

	10年 実績値	11年 実績値	削減率	削減率 （寄与度）
空調・エレベーター	1,440	1,110	22.9	12.8
照明・コンセント	620	400	35.5	8.5
OA機器	190	190	0	0
その他	330	300	9.1	1.2
合計	2,580	2,000	22.5	22.5

資料　第7表に同じ

C県の場合，機器別ピーク電力を把握することができるので，11年夏の最大電力の構成（空調・エレベーター57.4％，照明・コンセント23.8％，OA機器7.7％，その他11.0％）を把握したうえで，11年夏の計画を策定し，削減目標を20％と定めた。具体的には，「照明・コンセント」で50％の削減，「OA機器」と「空調・エレベーター」をそれぞれ10年比約12％削減する，という内容であった（第７表）。

削減率が最も大きいと想定したのが照明で，50％の削減率を掲げた。具体的には「700ルクスから300ルクス程度」まで照度を下げるために，執務室では50％の減灯を実施すると定めた。共用部については，窓のある廊下については原則完全消灯で，窓のない廊下と夜間は25％以下の点灯とした。空調については，執務室の設定温度の26.5℃から27.5℃への引き上げ，エレベーターホールの空調機停止，県民ホール，展望ホール等の空調の一部停止，等によって12％削減を達成すると計画した。結局のところ，「照明・コンセント」で全体の削減率20％のうちの12％分を賄い，「空調・エレベーター」で約７％分を負担するという計算であった。

節電対策実施の結果，C県庁舎（本館のみ）の実績値は10年比22.5％削減となり，目標を達成することができた（第８表）。「空調・エレベーター」の削減が10年比23％と大きく，全体の削減率22.5％のうちの12.8％分を負担することとなった。照明は当初50％を想定していたが，実際には35.5％で8.5％の貢献であった。

以上のように，Ａ県，Ｂ県，Ｃ県，Ｄ市ともに11年夏の節電は準備時間が少なかったこともあり，必然的に多額の投資を必要としない運用改善による対応が中心となったが，それでも３県ともに20％以上の電力削減を達成することができたことは興味深い。

(3)　潜在的な最大電力の削減可能性

20％の節電を定着させるためには，次のステップとして運用の改善だけでなく機器の改修や高効率の機器の導入が必要である。それによって，個人に負担のかからない恒常的な節電実施が可能になる。

たとえば，節電を効果的に実施するために必要不可欠であるデマンド監視装置，特に機器別測定ができる種類の監視装置の導入が求められるが，導入しているのはＣ県だけで，Ａ県とＢ県では実験等を実施して最大電力の機器別内訳を推定し，節電計画を策定していた。

照明では自動調光装置やタスク・アンビエント照明(注11)，直管形LEDの本格的導入が，空調では高効率空調機や蓄熱方式の導入，間欠運転の実施等が考えられる。聞き取り調査では，コストが大きな課題として存在するために，導入に至るのは容易でないという。しかしその効果は大きいと期待できる。この点については11年夏の節電が始まる以前にＡ県庁ですでに実施された対策が参考になる。

Ａ県庁では，以前より省エネルギー，節電に積極的に取り組んできた。これまで実施されてきた主な対策は第９表に記されているが，これらの対策で357kWの節電が実現した。特に際立っているのが「Hf照明改修による削減」（155kW）と「本庁舎空調改修による削減」（160kW）である。これらの対策がまだ実施されていないと仮定し，第９表で節電された357kWを第５表の第３ステップに続く第４ステップと位置付けて，機器の改修や更新による節電も含めた総合的な最大電力の削減率を試算すると，削減率はさらに大きくなる。つまり，最大電力4,365kW（10年夏の最大電力4,008＋357）のうち11年夏の節電分838kWと実施されなかった第３ステップの削減見込み分178kW，第４ステップによる削減分357kWを合計すると，第４ステップまでで1,373kWが削減され，削減率は最大電力4,365kWの31.5％に達することになる。この事例のように機器の更新まで踏み込んで節電を実施することができれば，20％を超える節電を恒常的に実現することは可能であろう。

問題は基本的な運用改善，あるいは機器の改修と更新によって国内全体でどの程度の節電を達成することができるのか，という点である。照明に関しては，高効率照明（たとえばHf照明やLED照明）の普及率や高

第9表　A県の実施済み電力削減対策

（単位　kW）

削減項目	節電量
Hf照明改修による削減	155
LED照明改修による削減	9
変電室変圧器改修による削減	3
本庁舎空調改修による削減	160
太陽光発電設備導入による削減	30
合計	357

資料　第5表に同じ

効率空調の普及率に関するデータがマクロ的な節電効果を測るうえで必要とされるが，データが不足していることもあり，本論では照明に絞って，照明電力密度という指標を使って試算する。

(注11) Fフィルムホールディングスは，LEDのデスクライトを導入し，タスク・アンビエント照明に切り替えた。執務室では，デスク上の通常の蛍光灯を消して，壁際と通路の照明を点灯するという形の減灯を行い，デスク上の照明はデスクライトの照明で補完したという。その結果，壁際と通路の照度は約400ルクス，デスク上はデスクライトを点灯すると350～450ルクスになった。最終的には空調負荷が軽減されたこともあり，11年夏の同社本社ビルの使用電力量が10年比45%の削減となり，照明がそのうちの15%を占めたという（環境ビジネス12年５月号，38～39ページ）。

5　節電の継続性
―照明を対象に―

(1)　照度削減の可能性

照明電力密度は，床面積の単位面積当たりの照明の消費電力（＜使用されている器具台数×器具の消費電力＞／床面積）で，事務室の標準照明電力密度は20W/㎡と設定されている(注12)。これは，JIS基準（JIS Z 9110-2010）の標準照度750ルクス(注13)の照度を得るのに必要な照明エネルギー（Hf32W×２をベース）である。20W/㎡はHf蛍光ランプ（高周波点灯専用形蛍光ランプ）Hf32Wを主照明に考えないと実現しにくい高いレベルであり，通常の蛍光ランプでは当然のことながら20W/㎡よりも数値は高くなることが予想される。

つまり，①Hf照明などの高効率照明への移行，②移行後の照明の間引き，という２段階の節電対応による電力削減率が照明消費電力の削減可能性を推定する上で重要であり，この点に関し先の事例について確認する。

Ａ県庁では，標準的な執務室の床面積が119.72㎡で，Hf蛍光ランプに更新する以前の照明消費電力は2,295W（FLR40W×２＜定格電力85W＞：27台）であったため，更新以前の照明電力密度は19.2W/㎡であった。Hf蛍光ランプの導入後，照明消費電力が1,890W（Hf32w×２灯用＜70W＞：27台）に減少したため，照明電力密度は15.8W/㎡となった。そこから50%の減灯を実施した結果，照明電力密度は単純にその半分の7.9W/㎡となる。つまり，Hf蛍光ランプの導入，間引きによって，照明電力密度は，19.2W/㎡から15.8W/㎡，7.9W/㎡へと段階的に減少したことになる。削減率は，最終的に59%に達する。

また，大手不動産企業Ｅ社の節電のための実験的オフィスでも同様の結果が得られている。そこでは照明器具１台の消費電力は，54W（管球TL5　27W　×２本）で，照明器具222台が床面積（545㎡）に設置されているので，フルに点灯すれば22W/㎡となる。11年夏の節電で50%減灯し，さらに追加で照明の一部を消灯にしたために，点灯していた照明は95台に減少し，照明電力密度は9.4W/㎡にまで低下した。以上のようなケースから，①Hf蛍光ランプへの移行，②移行後の照明の間引き，という２段階でそれまでの照明電力密度を３分の１ないし４分

の１までに削減することが可能であると考えられる。照明学会が実施したオフィス照明の実態調査では，17.7W/㎡という調査結果が示されているが(注14)，この数値を採用しても50％程度の削減余地が存在すると考えられる。

問題は照明の減灯が労働環境に与える影響である。照明学会の調査によると，照度については，設計照度と実測照度の差が大きいという傾向がある(注15)。設計照度で最も多かったのが700～800ルクス（85件）で，600～700ルクス（63件）が続く。800ルクスを超えるケースもあるが（38件），1,000ルクス以上のケースは少なかった（12件）。しかしながら，実測照度は全般的に設定照度を上回っていた。実測照度で最も多かったのが1,000ルクス以上（69件）で，それに700～800ルクス（40件）が続く。このように，実際の職場の照度は設定照度よりも高くなっており，それだけに照明消費電力の削減余地は大きいと考えられる。

執務室では750ルクスが推奨されているが，国際基準であるISO8995ではファイリング，コピー配布などが300ルクス，文書作成，タイプ，閲読，データ処理，CADワークステーションが500ルクスとなっている。750ルクスという数値は日本が国内事情を加味して加えたもので，実際には国際基準の1.5倍の照度を用いている，という指摘がある(注16)。

このように，日本の照度基準は国際的にも高く設定されていること，実際の照度が設計照度を上回っていること，等から利用者に過重な負担をかけることなく照度を引き下げることは可能であり，むしろ重要な検討課題といえる(注17)。実際，先述した大手不動産企業E社の実験結果が興味深い。オフィス内の照明は700ルクスの照明を50％減灯して350ルクスと設定しているが，執務上問題ないという。昼光の効果的な利用によって50％の減灯下でも天候条件が良ければ500～600ルクスを記録することもあるという。また，パソコンのモニターの発光によって室内は比較的明るく，筆者が見学した日没後でも室内の照度は430ルクスほどであった。タスク照明も備えられていたが，見学時にはほとんど使用されていなかった(注18)。

また，Ａ県では消費電力の実験（照明の減灯率50％）を実施した際に職員にアンケート調査を実施している。本庁全課の134課にアンケート用紙を配布し，109課から回答を得た（回答率81％）。この結果によると，実験において99％の課が50％の減灯を実施できたと回答し，「照明を50％消灯したことによって業務に影響はありましたか」という問いに対しては，91％が「なかった」と回答している。

このように，300～400ルクス程度でも十分な照度であり，仮に個人差により業務に支障が生じる場合でも，タスク照明等で対応可能であろう。したがって，750ルクスを前提に決められている標準照明電力密度（20W/㎡）が現在でも基準となっていることを考えると，Ａ県等の事例が示すように労働環境の悪化を防止しながら照明消費電力を２分の１から３分の１程度まで削減す

ることは実現可能であり，かつ実現すべき検討課題である。

(注12) 照明学会（2006），63ページ参照。
(注13) 実際には，750ルクスという推奨照度には500～1,000ルクスの照度範囲が示されている。
(注14) 照明学会（2002），26ページ参照。
(注15) 照明学会（2002），26ページ参照。
(注16) 岩田利枝（2011），10ページ参照。
(注17) また，小売業等においても同様である。日本の照度基準（JISZ9110-2010）と国際照度基準（ISO8995）について，室，作業，活動の区切りが異なることから，単純に比較は出来ないが，例えば，JISZ9110の小売店（スーパーマーケットの店内全般照明＜都心＞とする）の照度基準が750～1,000ルクスであるのに対し，ISO8995の小売店販売エリア照度基準は300～750ルクスであり，日本の基準のほうが高い値となっている。東京都の資料（「照明の省エネルギー」）から引用。
(注18) 11年12月６日の見学，聞き取り調査より。

(2) コスト問題

問題は初期投資費用の回収である。ここでは，LED照明のレンタル事業の効果について紹介したい(注19)。群馬県の総合建設業のF社は，Y電機が開始した事業所向けLED照明レンタルサービスを利用して，本社の390本の照明をLED照明に交換した。契約は８年間で初期投資額は全くかからない。交換した結果，年間消費電力は60％の削減となった。年間のランニングコストについても，年間レンタル代を計上してもLED照明のコストが既存の蛍光灯のコストを下回っている。なお，同社は，LEDの導入に加え，エアコンの入れ替えや温度設定管理等の節電対策を実施したこともあり，11年７月18日からの１か月間の電力使用量は10年比45％の削減になったという。

(注19)「環境ビジネス」11年11月号，44～45ページを参照。

まとめ

以上のように，調査対象の各地方自治体では，照明や空調の基本的な運用改善によって20％を超える最大電力削減に成功した。この点は，繰り返し強調しておきたい。A県のようにすでに省エネルギーや節電に積極的に取り組んでいる場合でさえも，基本的な運用改善で大幅な節電が可能になるという結果は，現在でも節電余地が大きいということを示している。また，節電は，照明消費電力に示されているように，過剰な消費の是正という特徴も有している。したがって，節電に伴う労働環境の悪化については防止可能であると考えられる。

ちなみに，東京電力管内における12年夏の最大電力については，本論の執筆時点（12年９月７日）で８月30日の5,087万kW（対10年比15％減）である。11年夏のように電力使用制限令の発令や具体的な削減数値目標の設定がないにもかかわらず，15％削減が実現しているおり，節電が定着していることを示している(注20)。

そのうえで，改めて節電の可能性について整理する。先述した資源エネルギー庁のデータによると，10年におけるオフィスビルの最大電力の24％が照明である。共用部の照明の大幅な減灯（大幅な間引き，センサーの導入等）と執務室の大幅な減灯等で単純に照明消費電力の50％を削減することができると仮定すると，最大電力の12％程度を

削減することが可能となる。各種アンケート調査や筆者の聞き取り調査の結果から判断して50％程度の減灯は実施可能であろう。

OA機器については，先のA県の例が参考になる。A県の節電前の実験からパソコンは100kW，コピー機・プリンターは178kWと算出されているので合計278kWとなる。このうち，第1ステップでパソコン，OA機器合わせて86kWが節電される見込みであったことから，削減率は31％となる。オフィスビルの最大電力のうち16％がOA機器であることから31％の削減は全体の5％の節電となる。照明の節電分12％と合わせると節電率は全体で17％になる。空調設定温度の変更や部分停止による節電を算入すれば最終的には削減率は安定的に20％を超えると考えられる。これに空調の外気取り入れ量の調整等を加えれば，25％削減することも可能である。(注21)

25％を超えるような節電を実施する場合，空調や照明の機器類の改修や更新，機器の運用についても空調の間欠運転といった踏み込んだ節電対策が必要となる。A県の事例が示すように，機器の改修や更新によって30％程度の節電も可能である。ただし，このような対策については一定のコストが発生する。現在，原子力発電の将来的な役割について議論が行われているが，政府の試算によると原発を将来的に全廃した場合，エネ関連投資額は2030年までに100兆円必要になるという。(注22)

本論では，初期投資額を抑制する手法としてLEDのレンタルについて簡単に紹介した。その他にも，光熱費の削減で収益を得るESCO事業（Energy Service Company事業の略）等の活用によって，初期投資額を大きく抑制することは容易であり，政府の100兆円という試算結果には疑問が残る。最終的には，このような手法を活用した節電手法，つまり初期投資額を抑制しつつ運用改善と機器の改修・更新を体系的に組み合わせる節電手法を確立し，10年夏の最大電力水準を20％以上安定的に削減することが可能になる。なお，体系的な節電手法の現実への適用については，今後の研究課題としたい。

(注20) 他の指標も同様な傾向を示している。経済産業省は8月10日，7月時点での全国の電力需要（7月平日の電力需要の平均値について，気温の影響を除去）の減少状況をまとめた。それによると，東京電力管内で13.8%減と大きく減った。なお，需給が厳しい関西電力管内で10年比9.8%減，九州電力管内で9.5%減となった。12年8月11日付日本経済新聞

(注21) また，冷房室温1℃緩和，冷凍機冷水温度変更（冷水温度7℃⇒9℃），外気導入量削減（室内二酸化炭素濃度700ppm⇒1,000ppm），空調の間欠運転，冷凍機，冷水ポンプの稼働台数の削減，等によって6％程度の節電が可能であるとの指摘もある。福田光久（2011），29ページ参照。

(注22) 12年9月5日付日本経済新聞

<参考文献>

- 岩田利枝（2011）「省エネルギーと快適性を目的とした次世代照明」『空気調和衛生工学』，Vol.85 no.8
- 大江徹男（2011）「震災後の電力問題の分析視角―日本型モデルの再検討―」『農林金融』11月号
- 照明学会（2002）『オフィス照明の実態』研究調査委員会報告書
- 照明学会（2006）『オフィスの照明』照明学会普及部
- 西尾健一郎（2011）「緊急節電対策としての一時的な照明間引き」電力中央研究所SERC1103
- 福田光久（2011）「ビルの節電を進める具体的手法」『月刊「省エネルギー」』Vol.63 No.7

（おおえ　てつお）

外国事情

ライファイゼンバンクが貢献した太陽光発電事業協同組合の組織化

研究員　小田志保

目　次

はじめに
1　ライファイゼンバンクMSについて
（1）　管内の特徴
（2）　ライファイゼンバンクMSの特徴
2　ヴァーレン市市民ソーラー協同組合
（1）　ソーラー協同組合の組織
（2）　ソーラー協同組合の発電施設
3　ライファイゼンバンクMSによるソーラー協同組合の組織化への貢献
（1）　話し合いの場の提供
（2）　組合員・地域住民へソーラー協同組合への出資を推進
4　ソーラー協同組合の事業収支
（1）　2012年事業損益計画
（2）　設備の経年劣化による収支状況の変化
（3）　第２期投資計画による設備拡張
5　考察
おわりに
──協同組合が地域主体の再生可能エネルギー事業に取り組む意義──

〔要　　旨〕

1　ライファイゼンバンクMSはドイツ東北部の人口過疎地の農村を管内とする協同組合銀行であり，2010年に最大出力２MWの太陽光発電を行うソーラー協同組合の設立に貢献した。同バンクが，太陽光発電事業に関する組合員・地域住民の話し合いの場を提供することで，組合員・地域住民の合意形成がなされ，さらに，組合員・地域住民がソーラー協同組合へ出資することを推進したのである。

2　10年７月に設立されたソーラー協同組合の設備（約450万ユーロ）は，約８割が公的融資，約２割が地域住民の出資で調達された。ソーラー協同組合の12年の事業損益計画では，収入から，公的融資への借入金利息，事業運営費等が支払われた後，試算された出資配当は約5.6%となる。

3　このソーラー協同組合の取組みでは，固定価格買取制度（FIT）による長期の事業収益の保証や公的融資を利用することで，地域住民の出資の投資リスクが軽減され，このことが資金調達面で重要な役割を果たした。さらに，投資計画の作成から事業運営まで，専門請負業者に外注することで，地域住民は，ソーラー協同組合への出資参加や事業運営参加への抵抗感が軽減されると考えられる。

4　地域に収益をもたらす再生可能エネルギー事業を協同組合が行う意義は，組合員が出資する際の信頼性に加え，民主主義的運営といった人的結合体としての協同組合の優位性にある。さらに，同組合の設立に貢献したライファイゼンバンクMSが，地域に根付く歴史ある協同組合銀行であるため，話し合いの場への参集や，ソーラー協同組合への出資の促進，行政との連携等が可能となったことも，重要なファクターと思われる。

はじめに

2012年７月に，再生可能エネルギーの固定価格買取制度（Feed-in Tariff：以下「FIT」という）が日本でも開始され，再生可能エネルギー関連ビジネスの拡大が見込まれている。特に発電事業は，地域が主体的に取り組めば，収益は地域に還元し，雇用等，人口過疎地域の地域活性化につながると期待されている。この地域主体の発電事業の成立には，地域による合意形成及び資本調達が要件となる。

本稿は，ドイツの過疎地域の農村を管内とするライファイゼンバンクが，太陽光発電事業を行う協同組合の設立に貢献した事例を紹介する。

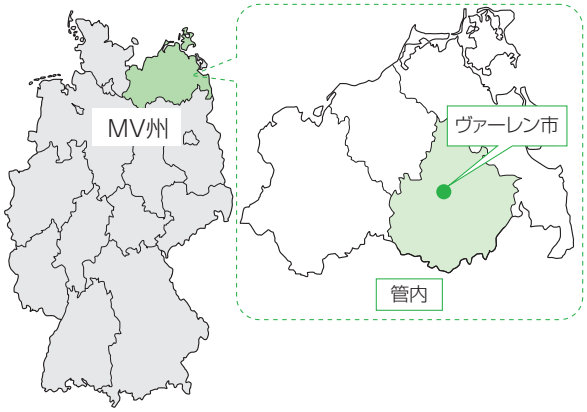
1　ライファイゼンバンクMSについて

まず，ライファイゼンバンク・メクレンブルガー・ゼーエンプラッテRaiffeisenbank Mecklenburger Seenplatte eG.（以下「ライファイゼンバンクMS」という）の管内の特徴等を説明する。

(1)　管内の特徴

ライファイゼンバンクMSは，ドイツ東北部の人口過疎地にある。その管内は，旧東独のメクレンブルグ・フォアポンメルン州（以下「MV州」という）のメクレンブルギッシェ・ゼーンプラッテ郡に一致し，本店は，郡内第２の市であるヴァーレン市にある（第１図）。

第1図　ライファイゼンバンクMS管内



資料　筆者作成

管内は，東京都とほぼ同面積の約２千km²に広がるが総人口は約27万人に過ぎない（10年12月末）。ドイツにおいて，MV州は最も人口過疎な州であるが，MV州のなかでも，同管内はより人口過疎地域である。人口密度では，ドイツ全体は約230人/km²で，MV州が71人/km²，ライファイゼンバンクMS管内が50人/km²となっている。

人口は少ないが，管内は国立・州立公園や生態系保護区が多い自然に恵まれた地域で，夏季など観光シーズンには多くの観光客が流入する。管内における観光業は，農漁業に並ぶ重要な基幹産業である。

(2)　ライファイゼンバンクMSの特徴

ライファイゼンバンクMSは，ドイツの協同組合銀行を統括するドイツ・ライファイゼンバンク・フォルクスバンクグループ（以下「RVグループ」という）(注1)のなかでは，業務の規模が小さいことが特徴である。

ライファイゼンバンクMSの資産合計は約3.6億ユーロ（以下「€」で表示，1€＝98.37円換算で，353.5億円となる）で，RVグループ平均の約6.2億€を大きく下回る（第１表）。なお，旧東独の協同組合銀行は，旧西独に比べ資産合計が少ない傾向があり，ライファイゼンバンクMSは，旧東独内では一般的な水準にある(注2)。同様に，組合員数をみると，ライファイゼンバンクMSは約７千人で，RVグループ平均の約１万２千人を大きく下回る(注3)。このように，ライファイゼンバンクMSは，業務規模や組織規模において比較的小規模であるが，ユニバーサルバンクであり，銀行業務のほか，証券や保険等を行っている。

（注１）ライファイゼンバンク，フォルクスバンク，シュパルタバンク等の協同組合銀行。

（注２）各州の協同組合連合会の資料（ベルリン市・ブランデンブルグ州を除く）から計算すると，旧西独の平均総資産額5.8億€だが，旧東独は4.5億€である。

（注３）平均の組合員数はBVR（2011）に依拠。

2　ヴァーレン市市民ソーラー協同組合

(1)　ソーラー協同組合の組織

「ヴァーレン市市民ソーラー協同組合Bürgersolargenossenschaft Waren（Müritz）eG.」（以下「ソーラー協同組合」という）は，2010年７月６日に設立された。ソーラー協同組合の機構は，理事会（Vorstand）（２名），監査役会（Aufsichtsrat）（５名），組合員総会からなる(注4)。理事は，ライファイゼンバンクMSの理事が兼務している。また，設立時の組合員185名の約８割はライファイゼンバンクMSの組合員でもある(注5)。

ソーラー協同組合には職員が居ない。事業の運営は、管理を理事が，業務を外部の専門請負業者が行っている。理事には，年間2,500€が支払われ，その役割は対外交渉や広報以外にも，パソコンに発電施設から送られる発電量をチェックし，異常時には担当の専門請負業者に連絡することである。その他の業務（投資回収のシミュレーション，設備設計，施工，設備管理等々，専門的

第１表　RVグループ平均とライファイゼンバンクMSの貸借対照表（2010年）

（単位　万€，%）

	RVグループ平均		ライファイゼンバンク			RVグループ平均		ライファイゼンバンク	
		構成比	MS	構成比			構成比	MS	構成比
現金･小切手	1,339	2.2	1,412	3.9	金融機関への債務	8,846	14.2	3,198	8.9
金融機関への債権	6,220	10.0	13,385	37.2	顧客への債務	44,525	71.7	29,104	81.0
顧客への債権	35,696	57.5	10,627	29.6	譲渡性の無記名債権証券	2,380	3.8	－	－
有価証券	16,128	26.0	9,143	25.4	利益参加証券	114	0.2	－	－
外部出資	1,013	1.6	357	1.0	自己資本	3,188	5.1	1,994	5.5
固定資産	754	1.2	791	2.2	その他債務	3,036	4.9	1,638	4.6
その他財産	939	1.5	218	0.6					
資産合計	62,089	100.0	35,934	100.0	負債･資本計	62,089	100.0	35,934	100.0

資料　ライファイゼンバンク･フォルクスバンク全国中央会『*Jahrebericht 2011 des Bundesverbandes der Deutschen Volksbanken und Raiffeisenbanken*』, Raiffeisenbank Mecklenburger Seenplatte eGの貸借対照表から作成

な事業運営）は，７社の専門請負業者が行う[注6]。

（注４）理事は監査役会が任命し，監査役会は総会で選出される。

（注５）12年５月２日に着工した施設拡大用に，追加出資を募集したため，組合員数は増加した。また，ソーラー協同組合の組合員資格は，定款に，同郡の住民，もしくは，同ライファイゼンバンクの組合員であると規定される。

（注６）企画コンサルタントは（有）BSV Völkert, Werbe- Licht Dr.Jahn社及び（有）Solmotion社，事業管理や事業収支管理は請負事業者である（有）vis solis社，配電電圧と接続関係は（有）Elektro Schluz社が担当する。多くは州内にある。

（2） ソーラー協同組合の発電施設

ソーラー協同組合は，10年10月に設備の施工を開始し，同年12月に発電事業を稼働した。敷地は，96年まで旧ソ連軍の軍用地であった市有地を，理事が市と相談の上，事業収入の２％で借りている。

発電設備は，最大出力２MW（2000kW）で，中国製である[注7]。６haの敷地に，445枚の太陽光パネル（１枚3.3m×10m）が並ぶが，地域が環境保全地区であることから，その間隔は，野生動物への配慮から，より広くとっている。

ソーラー協同組合の太陽光パネル

売電先は，（有）ヴァーレン市営企業Stadtwerke Waren GmbHである。同市営企業は，電力供給のほか，ガス，水道，地域暖房サービスを担当する。なお，売電した電力は，農村地域よりも需要が大きい都市部で消費されることも多いとのことである。

（注７）中国Astronergy社の多結晶太陽電池モジュールCHSM6610Pシリーズの225型。

3 ライファイゼンバンクMSによるソーラー協同組合の組織化への貢献

ここでソーラー協同組合の設立のきっかけとなったライファイゼンバンクMSが行っている地域ミーティング，及びソーラー協同組合への出資に関するライファイゼンバンクMSの貢献についてふれたい。

（1） 話し合いの場の提供

ライファイゼンバンクMSは，09年から組合員対象の地域ミーティングを開催している。同取組みの背景は，近年，地域住民のコミュニケーションが希薄化し，組合員や地域住民の考えを把握しづらくなったことである。

この地域ミーティングのテーマは，組合員や地域住民の暮らしにかかわるもの全般で，後見人制度や振り込め詐欺対策などの銀行業務に関連するテーマから，食生活や太陽光発電技術などのテーマについて話し合われている（第２表）。さらに，出席者のアンケートから，次回のテーマを決定する

第2表　地域ミーティングのテーマ

			テーマ
時期	09年	秋季	後見人制度
	10	春季	太陽光発電技術
	11	春季	振り込め詐欺対策
		秋季	健康と食生活

資料　ライファイゼンバンクMSのHPから作成

ため，テーマの発案は組合員である。地域ミーティングは，管内２店舗で同日開催される。

この地域ミーティングで10年春季に，太陽光発電技術について議論されたことが，ソーラー協同組合の組織化の発端となった。背景には，原油価格の高騰や異常気象があった。

この10年春季の地域ミーティングには，太陽光発電設備の専門家から，FITと州政府の補助制度のもとでの太陽光発電事業の収益性について説明があった。このミーティングで一気に地域におけるソーラー協同組合設立の機運が高まった。

さらにソーラー協同組合設立後は，組合員対象の地域ミーティングとは別に，広く地域住民を対象としたライファイゼンバンクMSとソーラー協同組合共催のミーティングにより，再生可能エネルギーに関する情報提供や意見交換の推進が行われている。11年３月の福島第一原発事故後，再生可能エネルギーを求める声はより高まっており，その高まりが後述する12年５月の設備拡張につながっていると思われる。(注8)

（注８）ヴァーレン市は青森県六ヶ所村の友好都市であるため，原発事故報道のなかで六ヶ所村の核燃料再処理工場についても地域で広く知られることとなり，地域住民に原発事故の被害がより身近に感じられたことが背景にあるとのこと。

(2)　組合員・地域住民へソーラー協同組合への出資を推進

ソーラー協同組合の資金調達は，初期投資額の450万€のうち，300万€は公的金融機関の復興金融公庫（Kreditanstalt für Wieder-aufba：以下「kfW」という）からの融資を利用し，10万€をライファイゼンバンクMSが法人組合員として出資し，残りの140万€を地域住民からの出資で資金調達した。

ソーラー協同組合へ地域住民が出資した要因は，太陽光発電事業という環境保全的活動に参加しながら，後述のように高い期待利回りによる資産運用が行えた仕組みにある。この点は，より良い社会を求めつつ，参加者への過度の経済的負担を強制しない協同組合の理念と合致しており興味深い。

ライファイゼンバンクMSは，ソーラー協同組合への出資を推進し，出資の受付を担当した。ライファイゼンバンクMSの店舗には，ドイツの他の銀行と同様にアドバイザー（Berater：窓口担当者で資産運用の相談を含めた総合的な顧客対応を行う）がおり，そのアドバイザーが，組合員や利用者に，ソーラー協同組合への出資を促した。(注9)

ソーラー協同組合への出資は，期待利回りが約６％と高く，公募から３か月で全出資口が埋まった。出資者は，１口100€の出資を，最低25口（2,500€）から最大1,000口（10万€）まで出資できる。この出資金は，最低５年間は引きあげることができない。

なお，この約６％の利回りの水準は，条件が良いとされるオンライン専用銀行の５年定期預金商品（金利４％）と比べても，資産運用の点から十分魅力的と思われる。(注10)

なお，ソーラー協同組合は，定款で，脱退時に組合員は，出資額を超えて，つまり内部留保や準備金等への請求権は持たないと規定される。このことから，組合員の脱退が，ソーラー協同組合に与える影響は，組合員出資に限定されている。

（注９）ライファイゼンバンクMSは，定款で員外利用を許可しているため，ソーラー協同組合の出資の推進対象は，員外の地域住民も含まれると思われる。

（注10）ドイツ版Googleで，10万€を５年間預け入れる定期貯金で検索（12年５月22日）。

4　ソーラー協同組合の事業収支

以下は，ソーラー協同組合の事業収支について，12年の事業損益計画から説明する。

(1)　2012年事業損益計画

第３表にソーラー協同組合の12年の年間損益計画を示した。

第3表　2012年の事業損益計画

（単位　€）

	金額
収入(A)	540,000
支出(B)	431,151
借入金利息(kfW)(3.4%)	124,428
事業運営費	58,973
減価償却費	247,750
税引前当期純利益(C)=(A)−(B)	108,849
法定準備金(Cの1%)	1,088
税金	23,915
当期剰余金	83,846
出資配当(推計)	5.59%

資料　聞き取り調査(12年3月20日)から作成

収入は，年間発電量（約185万kW時を計画）に固定買取価格（28.43セント/kW時）をかけ合わせた約54万€（円／€）となる。(注11)発電量（計画）は，前年実績から作成されるが，12年１～４月の発電量（実績）が計画値を上回っていることから，年間計画は達成される見通しとのことである。

支出は43万1,151€で，その内訳は，KfWからの公的融資への借入金利息（利子率3.4％）が12万4,428€，事業運営費は５万8,973€，減価償却費は24万7,750€である。なお，事業運営費のうち，市用地の借地料（収入の２％で12年は約１万€），理事報酬５千€を除いた3.5万€が，専門請負業者に委託料として支払われていると思われる。

収入から支出を除いた税引前当期純利益は10万8,849€で，協同組合法でその１％を法定準備金として積むことが規定されており，法定準備金（12年は1,088€）と税金費用の２万3,915€とを税引前当期純利益から差し引いた８万3,846€が当期剰余金となる。ここから，組合員出資金（150万€）に対する出資配当が支払われるが，仮にすべてが出資配当に充てられるとすれば，12年は5.59％程度と試算される。(注12)

（注11）10年10月以降，固定買取価格は25.38セント/kW時となったが，行政への届出が10年前半であったため，固定買取価格は改定前の28.43セント/kW時となった。

（注12）ソーラー協同組合の資料には，収入，支出，税金費用のみが記載され，本稿では定款から法定準備金を計算し，当期剰余金を推計し，さらに出資配当を計算した。

(2) 設備の経年劣化による収支状況の変化

ソーラー協同組合は，10事業年度までは，年間平均0.1％の，また11事業年度以降設備の耐用年数が切れる20事業年度までは年間平均0.2％の，発電量の低下率を見込んでいる。２事業年度目である12年の発電量（185万kW時）から，設備の経年劣化による収入の減少を算出すると，最終事業年度の2030年には，収入が51.6万€となり，出資配当の縮小が想定される。

しかし，ソーラー協同組合では，FITで買取価格が固定されている20年間のうち，13～14年目でKfW融資を完済する見込みであり，それ以降のKfW融資への借入金利息の支払いは発生しない。このため，むしろ出資配当は現在の水準より上昇が見込まれているとのことである。

(3) 第２期投資計画による設備拡張

前述の福島第一原発事故後の地域における再生可能エネルギーを求める声の高まりにより，ソーラー協同組合は，12年５月に現在の設備（６ha）に隣接する土地（13ha）における設備拡張に着手した。この設備拡張により，ソーラー協同組合は，発電能力が3.5MW（3,500kW）向上し，総発電能力が5.5MW（5,500kW）となる。この設備拡張のための第２期投資額は，約510万€だが，そのうち410万€は初期投資同様にKfWの公的融資を利用し，残り100万€をソーラー協同組合の組合員もしくは新たに加入した新規組合員からの出資で賄う。

2000年４月施行の再生可能エネルギー法（Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien〈Erneuerbare-Energien-Gesetz〉）では，12年１月～６月30日までに稼働した施設からの太陽光発電の固定買取価格は，18.76セント/kW時で，ソーラー協同組合の第２期投資計画も，この固定買取価格をもとに計算していた。なお，この固定買取価格は，10年に稼働した設備に適用される28.43セント/kW時から10セント/kW時程少ないが，発電設備の費用の縮小から，収益の蓋然性はあると判断されていた。(注13)

しかし，日本でも報道されていたように，３月29日に連邦議会は，太陽光の固定買取価格を，12年４月１日以降，当初の18.75セント/kW時からさらに３割下げる再生可能エネルギー法の改正法律案を決定したが，ソーラー協同組合の設備拡張は特例的に，６月30日までの始動を条件に，計画通りの18.76セント/kW時での売電が行政から認められた。連邦議会での法律案の決定に先駆けて，建築詳細計画Bebauungsplanをヴァーレン市に提出しており，また市からの認可を既に受けていたからである。もし，このような特例が認められなかったら，設備拡張は行わなかったとのことである。

(注13) ソーラー協同組合の初期投資では，１kWP（平均して１kWの発電能力）の出力に2,350€を要したが，第２期投資では，1,335€まで下がった。

5 考察

本取組みから，資本調達面における地域主体の再生可能エネルギー事業の成立要因

は，FIT，公的融資，外部の専門請負業者の存在と考えられる。FITが長期の事業収益性を保証するなか，公的融資を利用することで，地域住民の出資における投資リスクは軽減するため，地域住民は，ソーラー協同組合へ出資しやすくなる。さらに，投資計画の作成から事業運営まで，専門請負業者に外注することで，事業経験がない地域住民は，ソーラー協同組合への出資参加や事業運営参加への抵抗感が軽減されると思われる。

まず，FITは，20年間の再生可能エネルギーによる売電収入を補償し，事業収益性を保証する(注14)。もちろん，前述のように固定買取価格が，制度改正で一気に低下する制度リスクも高い。しかし，FITの固定買取価格は，ドイツの場合は，銀行借入金利（自己資本０～30％程度の場合），メンテナンス費用，経年劣化による収支状況の変化を考慮に入れても，６％の収益を確保するような制度設計がなされている(注15)。

次に，KfWの公的融資の利用で，地域住民は総投資額の一部を出資すればよく，そのため，事業規模に比べた投資リスクは軽減される。KfWの公的融資とは，再生可能エネルギープログラム「再生可能エネルギー・スタンダード／プレミアム／地熱利用(Erneuerbare Energien-Standard/-Premium/-Tiefengeothermie)」のことである。この融資枠における融資額は，申請者ごとに，純投資額（付加価値税を除く）の100％まで，かつ2,500万€以下とされる。融資額は，事業性資金として申し分ない上に，融資対象者は，個人，NPO組織，自営業者，私人が大株主となる企業（外国企業を含む），地方自治体や教会団体が有する事業体，投資信託と幅広い(注16)。

再生可能エネルギー事業に地域が主体的に取り組む際の日独の最大の違いが，公的融資にある。日本では，地域が主体となり再生可能エネルギー事業に取り組むNPO組織等を組織化しても，それらへの公的融資がない。現行では，日本政策金融公庫中小企業事業部の「環境・エネルギー対策資金」（融資限度額7.2億円），及び日本政策金融公庫国民生活事業部の同内容の資金（同7,200万円）が，再生可能エネルギー事業に関する公的融資とされるが，前者は十分な融資額があるものの，融資対象は中小事業者に限られ，非営利団体は対象外となる。一方小規模事業者やNPO組織，個人を融資対象とする国民生活事業部の資金は限度額が小さい。

竹濱（2010）によると，ドイツにおける企業もしくは協同組合の太陽光発電事業の場合，初期投資額に占める自己資本比率は０～30％程度で，多くは公的融資を含む融資が資金調達の中心となっている。日本で地域主体の再生可能エネルギー事業を拡大するには，資金調達面での支援が急務である。

最後に，外部の専門請負業者は，投資計画作成から実際の事業運営まで担当し，未経験者である地域住民が担当し得ない業務は外注化している。専門業請負業者が作成した投資計画は信用度が高く，地域住民か

らの資金調達を促進したと思われる。また，例えば，太陽光発電施設の製造メーカーが投資計画の作成を行った場合に比べ，投資計画の作成に特化した専門請負業者を利用することで，コストパフォーマンスが良い施設整備を選択することが可能になると考えられる。

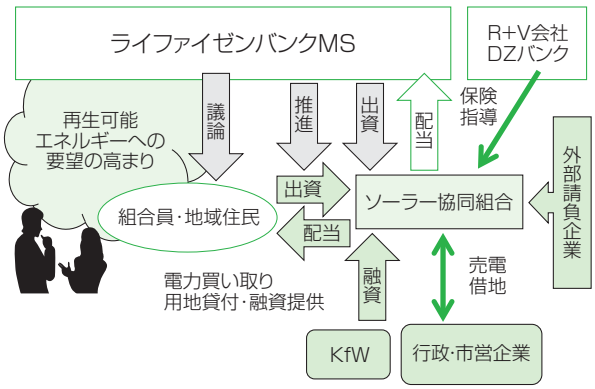
(注14) 竹濱（2010）参照。
(注15) 竹濱（2010）参照。
(注16) KfW HP参照。

おわりに
──協同組合が地域主体の再生可能エネルギー事業に取り組む意義──

ソーラー協同組合は，法的形態を協同組合とした理由を，①株式会社と違い，出資配当よりも組合員が利用するサービス供給の内容を目的とすること，②組合員が一人一票制により民主主義的に運営し，組合員が出資者であること，③組合員の参加・脱退の自由が規則化されていること，④脱退時の出資金返金が保障されること，⑤ドイツ協同組合法の下，外部監査を義務付けられ，健全な経営が営めること，と明示している。(注17)

このようにソーラー協同組合は，人的結合体としての協同組合の優位性から，その法的形態を協同組合とした。ここでの協同組合の優位性は，経営の健全性等組合員が出資する際の信頼性を高める要素と，民主主義的運営という意思決定過程への参加の平等性をあげている。後者の民主主義的運営については，「５考察」で述べた資本調達面での成立要因等に加え，地域住民間での合意形成を促進したと考えられる。

第2図　ソーラー協同組合の事業スキーム



資料　聞き取り調査（12年3月20日）から作成

さらに，地域の合意形成には，12年で創立150周年を迎える地域に根付くライファイゼンバンクMSが貢献している。1862年にフォルクスバンクとして創立し，戦後は社会主義の統制体制に組み込まれた同銀行は，1990年の東西ドイツ再統合後，ライファイゼンバンクMSとして再出発した。(注18) この際，元のフォルクスバンクではなく，ライファイゼンバンクとなったのは，経済弱者を支援する協同組合銀行という企業イメージがより強く，当組合の事業方針と合致したからである。

このようにライファイゼンバンクMSは，歴史ある協同組合銀行であるため，①地域住民を話し合いの場へ参集，②地域住民へのソーラー協同組合への出資の推進，③行政との連携といった面でソーラー協同組合をサポートした。なお，ライファイゼンバンクMSは，最大口数の1,000口（10万€分）を有する法人組合員ではあるものの，出資配当以外，ソーラー協同組合から得られる

収入はない。

本稿で述べたライファイゼンバンクMSの取組みは，日本の農協や生協といった協同組合の取組みと比べ特別なことではない。実際に，日本の農協や生協も，地域の意見をまとめ上げて，新たな事業化をしている。その例として，農協や生協の介護保険事業があり，小水力や風力発電といった再生可能エネルギー事業がある。

公的融資等の再生可能エネルギーの資本調達面への政策的なサポートがあれば，日本でも，地域主体の再生可能エネルギー事業の拡大はより促進されると思われる。その際，そのガバナンスとして，地域からの信頼性が高いプラットフォームとして，協同組合の重要性が高まる可能性があり，今後は，日本における再生可能エネルギー分野における協同組合の動向についても注視したい。

（注17） ライファイゼンバンクMSのHP参照。

（注18） ライファイゼンバンク，フォルクスバンク，シュパルタ銀行，PSD銀行等の協同組合銀行すべては，同一の連合会構造を構成しており，ここでの，フォルクスバンクかライファイゼンバンクかは，単に名称の問題である。

［参考資料］

・遠州尋美（2006）「ドイツの固定電力買取制度」『年報2005』大阪経済大学地域活性化支援センター
・小楠湊（1994）「ドイツ協同組合金融における組織整備の歴史と現況」『農林金融』12月号
・経済産業省資源エネルギー庁調達価格等算定委員会（第１回）配付資料（12年３月６日）「欧州の固定買取価格制度について」
・斉藤由理子（2001）「ドイツ協同組合銀行グループの組織と事業－環境変化への新たな戦略－」『農林金融』11月号
・斉藤由理子（2006）「独仏協同組合の組合員制度」『農林金融』３月号
・竹濱朝美（2010）「ドイツにおける太陽光発電に対するフィード・イン・タリフの制度設計，費用と効果」『立命館産業社会論集』
・渡邉斉志（2005），「ドイツの再生可能エネルギー法」『外国の立法225（2005. 8 ）』

・BVR（2011），*Jahresbericht 2011 des Bundesverbandes der Deutschen Volksbanken und Raiffeisenbanken*，DG Verlag
・Bundesministerium für Umwelt, Natur-shutz, und ReaktorsicherheitのHP
・Bundesverband Solarwirtschaft e.V.のHP
・Genossenschaftsverband e.V. *“Genossenschaftsverband Jahresbericht 2011 (Netzwerk)”*
・Kreditanstalt für WiederaufbauのHP

（おだ　しほ）

本棚

宋基昊（ソン　キホ）　著
金哲洙・姜暻求　訳

『恐怖の契約　米韓FTA ―TPPで日本もこうなる―』

TPP交渉参加の是非をめぐり激しく揺れる日本。そのお隣韓国では，2012年３月に発効した米韓FTAによって，TPPの未来を先取りする事態が進行しつつある。今まで日本人にとって，米韓FTAに関する情報は十分であるとはいえなかったが，この度，その状況を打破する本が日本語の翻訳で出版された。

本書の著者は，韓国の銀行を退職後司法界に転身し，農業法，食品法，国際通商法分野の専門家として活躍する弁護士である。韓国の経済・社会は，1997年のアジア通貨危機後市場原理主義的な改革によって大きく変貌し，大企業への富の集中と格差拡大，若者の就業難などが深刻になっている。著者は，この変化・変質を法制化するものが米韓FTAであるとする。そこではアメリカの投資者が万能になる。

目次をみると，「敗退する国家」「禁じられた憲法」「国は何ができるか」などの言葉が目を引く。本書の全体を通じて著者が強調していることは，米韓FTAは国内法を排除し，その上に立つ協定だということである。それは，憲法すら例外ではなく，また，未来における国の政策をも制約する。

具体的には，主に投資分野を中心に，詳細な検討が行われる。ISDS（国家と投資家間の紛争解決手続）に関わる極めて広い範囲の問題の他，国民健康保険と医療機関，郵便や協同組合が提供する保険，土地問題への影響などがとりあげられる。さらに，従来あまり意識されなかった金融の分野でも，外為取引や送金に対する国家の規制権に制約がかかったことが明らかにされる。

本書の大きな価値は，これらの問題が，米韓FTAの条文を参照しながら検討されていることである。著者も指摘するように，米韓FTAの条文は極めて難解であり，本書は米韓FTAの内容を正確に理解するうえで，大変有益である。本書のもう一つ優れている点は，ISDS問題を中心に，極めて豊富な事例が織り込まれていることである。このため本書は，小さな外観からは想像できない充実した内容を備えている。

著者は日本語版の読者に向けて，韓国を他山の石としてみてほしいと，メッセージを送っている。確かに本書は，TPP問題に直面する日本人にとって示唆に富んでおり，日本人への素晴らしい贈り物である。しかしまた同時に著者が指摘するように，「FTA，TPPは，韓国と日本の共通の課題」なのである。韓国に「このような条約を子どもたちに残してはいけない」（あとがき）と思う人々がたくさんおり，増えていくかぎり，米韓FTAは過去の問題ではない。TPP問題も含めて，われわれ日韓両国の国民が共同で考え，答えを見いだしていくべき課題なのである。本書は，そのようなメッセージとしてこそ受け止めたいものだと思う。

――農山漁村文化協会　2012年8月

定価840円（税込）　103頁――

（理事研究員　石田信隆・いしだ　のぶたか）

統　計　資　料

目　　次

1. 農林中央金庫　資金概況　（海外勘定を除く）……(81)
2. 農林中央金庫　団体別・科目別・預金残高　（海外勘定を除く）……(81)
3. 農林中央金庫　団体別・科目別・貸出金残高　（海外勘定を除く）……(81)
4. 農林中央金庫　主要勘定　（海外勘定を除く）……(82)
5. 信用農業協同組合連合会　主要勘定　……(82)
6. 農業協同組合　主要勘定　……(82)
7. 信用漁業協同組合連合会　主要勘定　……(84)
8. 漁業協同組合　主要勘定　……(84)
9. 金融機関別預貯金残高　……(85)
10. 金融機関別貸出金残高　……(86)

統計資料照会先　農林中金総合研究所調査第一部
ＴＥＬ 03（3233）7745
ＦＡＸ 03（3233）7794

利用上の注意（本誌全般にわたる統計数値）

1　数字は単位未満四捨五入しているので合計と内訳が不突合の場合がある。
2　表中の記号の用法は次のとおりである。
「０」単位未満の数字　「－」皆無または該当数字なし
「…」数字未詳　「△」負数または減少
「＊」訂正数字　「Ｐ」速報値

1. 農林中央金庫資金概況

（単位 百万円）

年月日	預金	発行債券	その他	現金預け金	有価証券	貸出金	その他	貸借共通合計
2007. 7	**39,421,018**	**4,605,180**	**19,112,369**	**762,341**	**39,035,708**	**12,131,982**	**11,208,536**	**63,138,567**
2008. 7	**39,356,501**	**4,973,674**	**14,638,557**	**1,189,223**	**36,707,940**	**8,251,148**	**12,820,421**	**58,968,732**
2009. 7	**37,295,448**	**5,379,563**	**24,992,451**	**1,874,405**	**44,968,930**	**10,357,730**	**10,466,397**	**67,667,462**
2010. 7	**39,288,746**	**5,600,945**	**24,403,686**	**1,242,430**	**46,091,540**	**13,040,874**	**8,918,533**	**69,293,377**
2011. 7	**41,504,639**	**5,291,503**	**20,937,636**	**3,930,747**	**40,741,564**	**14,204,476**	**8,856,991**	**67,733,778**
2012. 2	42,736,348	5,148,925	22,733,172	1,132,910	46,107,034	14,133,216	9,245,285	70,618,445
3	43,181,924	5,125,655	21,885,993	566,675	45,646,662	14,307,646	9,672,589	70,193,572
4	42,959,002	5,079,690	22,106,683	1,603,847	45,976,841	14,770,506	7,794,181	70,145,375
5	43,003,367	5,036,356	21,048,742	339,895	45,824,855	15,165,418	7,758,297	69,088,465
6	43,189,224	4,995,223	22,878,064	1,876,542	45,477,254	15,156,477	8,552,238	71,062,511
7	43,039,546	4,947,742	21,255,028	1,784,859	42,873,246	15,695,023	8,889,188	69,242,316

（注） 単位未満切り捨てのため他表と一致しない場合がある。

2. 農林中央金庫・団体別・科目別・預金残高

2012年7月末現在　　（単位 百万円）

団体別	定期預金	通知預金	普通預金	当座預金	別段預金	公金預金	計
農業団体	35,942,717	-	381,386	76	188,490	-	36,512,669
水産団体	1,247,597	-	64,487	1	11,213	-	1,323,298
森林団体	1,663	9	2,459	16	107	-	4,254
その他会員	937	-	3,284	-	-	-	4,221
会員計	37,192,914	9	451,616	94	199,809	-	37,844,442
会員以外の者計	207,214	66,895	261,808	62,592	4,584,453	12,143	5,195,105
合計	**37,400,128**	**66,904**	**713,424**	**62,686**	**4,784,262**	**12,143**	**43,039,547**

（注） 1 金額は単位未満を四捨五入しているので，内訳と一致しないことがある。　2 上記表は，国内店分。
3 海外支店分預金計　254,773百万円。

3. 農林中央金庫・団体別・科目別・貸出金残高

2012年7月末現在　　（単位 百万円）

団体別		証書貸付	手形貸付	当座貸越	割引手形	計
系統団体等	農業団体	55,835	84,732	49,421	-	189,988
	開拓団体	79	15	-	-	94
	水産団体	9,314	6,496	7,145	23	22,978
	森林団体	2,265	5,606	1,298	4	9,173
	その他会員	367	740	20	-	1,127
	会員小計	67,860	97,589	57,884	27	223,360
	その他系統団体等小計	66,622	20,166	37,379	25	124,192
	計	134,482	117,755	95,263	52	347,552
関連産業		1,985,019	45,242	1,125,575	4,005	3,159,841
その他		12,059,449	3,270	124,911	-	12,187,630
合計		**14,178,950**	**166,267**	**1,345,749**	**4,057**	**15,695,023**

4. 農林中央金

(貸方)

年月末	預金			譲渡性預金	発行債券
	当座性	定期性	計		
2012. 2	6,215,000	36,521,348	42,736,348	300	5,148,925
3	6,497,224	36,684,700	43,181,924	-	5,125,655
4	6,137,572	36,821,430	42,959,002	-	5,079,690
5	6,051,919	36,951,448	43,003,367	-	5,036,356
6	5,906,781	37,282,443	43,189,224	500	4,995,223
7	5,632,812	37,406,734	43,039,546	-	4,947,742
2011. 7	5,958,556	35,546,083	41,504,639	-	5,291,503

(借方)

年月末	現金	預け金	有価証券		商品有価証券	買入手形	手形貸付
			計	うち国債			
2012. 2	134,820	998,089	46,107,034	17,466,564	322,714	-	160,754
3	136,592	430,082	45,646,662	17,521,653	21,425	-	171,877
4	43,815	1,560,031	45,976,841	18,643,730	127,610	-	172,536
5	86,846	253,048	45,824,855	18,999,247	132,823	-	166,958
6	57,278	1,819,264	45,477,254	18,373,666	33,763	-	159,389
7	49,427	1,735,431	42,873,246	16,156,761	33,791	-	166,266
2011. 7	93,090	3,837,656	40,741,564	14,817,481	386,324	-	78,564

(注) 1 単位未満切り捨てのため他表と一致しない場合がある。 2 預金のうち当座性は当座・普通・通知・別段預金。
3 預金のうち定期性は定期預金。

5. 信用農業協同組

年月末	貸方				
	貯金		譲渡性貯金	借入金	出資金
	計	うち定期性			
2012. 2	53,924,438	52,338,734	864,999	859,222	1,740,180
3	53,366,966	52,094,880	826,838	913,109	1,760,733
4	54,065,569	52,564,912	937,645	913,110	1,764,850
5	53,956,816	52,647,709	981,512	913,111	1,764,850
6	55,067,475	53,388,452	903,301	913,110	1,775,199
7	55,175,686	53,623,518	931,631	913,107	1,789,514
2011. 7	54,562,826	52,878,037	951,088	820,147	1,753,970

(注) 1 貯金のうち「定期性」は定期貯金・定期積金の計。 2 出資金には回転出資金を含む。

6. 農業協同組

年月末	貸方				
	貯金			借入金	
	当座性	定期性	計	計	うち信用借入金
2012. 1	27,097,682	61,442,215	88,539,897	568,702	400,802
2	27,571,099	61,096,676	88,667,775	558,522	391,932
3	27,609,828	60,586,440	88,196,268	558,527	388,119
4	27,964,813	60,663,177	88,627,990	574,659	404,344
5	27,548,877	60,852,484	88,401,361	594,099	422,658
6	27,927,245	61,781,405	89,708,650	566,259	395,440
2011. 6	27,054,438	60,855,925	87,910,363	505,228	330,620

(注) 1 貯金のうち当座性は当座・普通・貯蓄・通知・出資予約・別段。 2 貯金のうち定期性は定期貯金・譲渡性貯金・定期積金。
3 借入金計は信用借入金・共済借入金・経済借入金。

庫　主　要　勘　定

（単位 百万円）

コールマネー	受託金	資本金	その他	貸方合計
634,000	5,415,828	3,425,909	13,257,135	70,618,445
510,300	4,351,710	3,425,909	13,598,074	70,193,572
642,000	5,850,872	3,425,909	12,187,902	70,145,375
692,000	5,578,047	3,425,909	11,352,786	69,088,465
635,000	6,799,513	3,425,909	12,017,142	71,062,511
588,373	6,608,809	3,425,909	10,631,937	69,242,316
606,000	6,084,978	3,425,909	10,820,749	67,733,778

貸出金				コールローン	その他	借方合計
証書貸付	当座貸越	割引手形	計			
12,568,774	1,398,948	4,739	14,133,216	772,174	8,150,398	70,618,445
12,697,162	1,433,208	5,397	14,307,646	822,196	8,828,969	70,193,572
13,220,466	1,372,222	5,280	14,770,506	570,000	7,096,572	70,145,375
13,639,876	1,354,350	4,232	15,165,418	523,947	7,101,528	69,088,465
13,617,011	1,374,917	5,159	15,156,477	1,333,000	7,185,475	71,062,511
14,178,950	1,345,748	4,056	15,695,023	1,134,223	7,721,175	69,242,316
12,795,201	1,325,504	5,205	14,204,476	1,241,945	7,228,723	67,733,778

合連合会主要勘定

（単位 百万円）

借方							
現金	預け金		コールローン	金銭の信託	有価証券	貸出金	
	計	うち系統				計	うち金融機関貸付金
60,963	31,715,134	31,625,778	32,000	404,460	17,674,749	6,813,143	1,481,422
63,413	31,007,523	30,905,254	-	372,604	18,358,154	6,858,382	1,513,273
64,011	32,218,586	32,135,963	-	404,650	17,301,170	6,811,991	1,512,253
60,615	32,138,581	32,051,297	2,000	421,212	17,310,428	6,804,195	1,502,498
64,069	33,405,696	33,325,638	2,000	423,686	17,192,065	6,767,162	1,503,626
66,643	33,410,908	33,327,721	2,000	425,468	17,190,449	6,780,632	1,498,849
65,076	32,407,425	32,319,698	2,000	420,632	17,171,212	6,836,522	1,568,043

合　主　要　勘　定

（単位 百万円）

借方							報告組合数
現金	預け金		有価証券・金銭の信託		貸出金		
	計	うち系統	計	うち国債	計	うち公庫(農)貸付金	
397,643	60,786,390	60,543,356	4,875,778	1,704,207	23,418,156	223,565	716
378,335	60,992,816	60,759,061	4,881,017	1,689,762	23,408,120	220,186	714
369,658	60,507,659	60,258,934	4,950,681	1,762,651	23,524,447	221,351	714
382,425	61,233,018	60,984,276	4,820,010	1,667,529	23,391,118	220,532	713
388,407	60,988,101	60,735,192	4,766,520	1,638,807	23,403,878	220,092	713
393,345	62,270,685	62,037,320	4,712,718	1,598,768	23,392,422	220,916	713
390,039	60,358,835	60,099,432	4,945,403	1,726,821	23,773,029	236,729	718

7. 信用漁業協同組合連合会主要勘定

（単位 百万円）

年月末	貸方				借方				
	貯金		借用金	出資金	現金	預け金		有価証券	貸出金
	計	うち定期性				計	うち系統		
2012．4	2,086,164	1,417,506	8,668	56,544	12,549	1,406,144	1,384,974	142,911	560,471
5	2,083,786	1,425,304	8,667	56,548	14,018	1,393,978	1,373,506	142,453	565,257
6	2,121,132	1,457,633	8,902	56,554	13,197	1,434,629	1,413,176	139,712	566,355
7	2,113,480	1,455,157	8,902	56,574	14,123	1,418,919	1,397,007	140,328	569,837
2011．7	2,059,713	1,393,859	5,293	56,358	13,730	1,344,281	1,322,043	149,984	576,312

（注） 貯金のうち定期性は定期貯金・定期積金。

8. 漁業協同組合主要勘定

（単位 百万円）

年月末	貸方					借方						報告組合数
	貯金		借入金		払込済出資金	現金	預け金		有価証券	貸出金		
	計	うち定期性	計	うち信用借入金			計	うち系統		計	うち公庫(農)資金	
2012．2	873,633	519,498	133,465	101,868	114,879	7,268	832,051	821,774	2,908	194,866	10,964	145
3	882,479	518,503	134,100	102,121	121,659	7,096	857,393	845,415	2,310	205,234	13,079	145
4	871,541	518,100	133,736	102,152	121,826	6,849	839,610	828,698	2,398	206,704	12,587	145
5	872,017	518,160	137,208	104,531	120,259	7,241	832,266	821,584	2,484	210,869	12,658	145
2011．5	886,253	540,580	148,882	115,875	118,157	7,622	841,846	830,965	2,710	216,029	7,930	156

（注） 1 貯金のうち定期性は定期貯金・定期積金。
2 借入金計は信用借入金・経済借入金。
3 貸出金計は信用貸出金。

9. 金融機関別預貯金残高

（単位 億円，%）

		農協	信農連	都市銀行	地方銀行	第二地方銀行	信用金庫	信用組合
残高	**2009．3**	**833,096**	**508,917**	**2,575,584**	**2,002,165**	**560,995**	**1,154,531**	**163,634**
	2010．3	**844,772**	**511,870**	**2,633,256**	**2,072,150**	**567,701**	**1,173,807**	**167,336**
	2011．3	**858,182**	**526,362**	**2,742,676**	**2,124,424**	**576,041**	**1,197,465**	**172,138**
	2011．7	879,325	545,628	2,623,105	2,148,943	583,053	1,221,471	175,909
	8	881,030	548,644	2,636,808	2,145,956	583,014	1,223,770	176,411
	9	876,612	543,074	2,668,955	2,145,286	585,530	1,223,774	176,995
	10	880,916	534,341	2,644,245	2,140,909	582,972	1,225,081	176,816
	11	880,500	534,699	2,695,341	2,143,822	583,691	1,222,801	176,589
	12	891,142	541,707	2,673,692	2,167,776	592,373	1,236,065	178,638
	2012．1	885,399	538,268	2,682,451	2,150,149	586,019	1,227,326	177,776
	2	886,678	539,244	2,682,553	2,154,644	587,888	1,230,955	178,466
	3	881,963	533,670	2,758,508	2,207,560	596,704	1,225,885	177,766
	4	886,280	540,656	2,724,868	2,209,213	597,368	1,242,242	179,647
	5	884,013	539,568	2,751,255	2,190,264	590,938	1,234,790	178,957
	6	897,086	550,675	2,727,744	2,215,090	599,105	1,247,751	181,206
	7	P 895,039	551,757	2,711,070	2,187,118	593,033	1,241,301	P 180,478
前年同月比増減率	**2009．3**	**1.5**	**△0.2**	**2.0**	**2.3**	**1.0**	**1.5**	**0.2**
	2010．3	**1.4**	**0.6**	**2.2**	**3.5**	**1.2**	**1.7**	**2.3**
	2011．3	**1.6**	**2.8**	**4.2**	**2.5**	**1.5**	**2.0**	**2.9**
	2011．7	2.4	3.3	1.5	3.6	2.4	2.4	3.2
	8	2.5	3.4	1.7	3.6	2.7	2.3	3.2
	9	2.7	3.5	1.9	3.6	2.6	2.3	3.1
	10	2.8	1.2	2.5	3.5	2.4	2.3	3.1
	11	2.8	1.4	3.6	3.4	2.7	2.3	3.1
	12	2.9	1.8	3.8	3.3	2.9	2.3	3.1
	2012．1	2.9	2.0	3.5	3.3	2.7	2.3	3.2
	2	2.8	1.9	2.4	3.0	2.5	2.1	3.1
	3	2.8	1.4	0.6	3.9	3.6	2.4	3.3
	4	2.5	1.4	1.2	2.7	2.7	2.1	3.1
	5	2.2	1.2	1.5	2.2	2.2	1.9	3.0
	6	2.0	1.0	2.1	2.3	2.4	2.0	3.0
	7	P 1.8	1.1	3.4	1.8	1.7	1.6	P 2.6

（注）1 農協、信農連は農林中央金庫、信用金庫は信金中央金庫調べ、信用組合は全国信用組合中央協会、その他は日銀資料（ホームページ等）による。
2 都銀、地銀、第二地銀および信金には、オフショア勘定を含む。
3 農協には譲渡性貯金を含む（農協以外の金融機関は含まない）。
4 ゆうちょ銀行の貯金残高は、月次数値の公表が行われなくなったため、掲載をとりやめた。

10. 金融機関別貸出金残高

（単位 億円，％）

		農協	信農連	都市銀行	地方銀行	第二地方銀行	信用金庫	信用組合
残高	**2009．3**	**223,750**	**56,420**	**1,897,811**	**1,544,616**	**432,999**	**648,785**	**94,073**
	2010．3	**226,784**	**55,916**	**1,797,912**	**1,544,708**	**433,144**	**641,575**	**94,025**
	2011．3	**223,241**	**53,591**	**1,741,986**	**1,571,010**	**436,880**	**637,551**	**94,151**
	2011．7	223,318	52,685	1,715,228	1,565,538	433,967	633,987	93,988
	8	222,954	53,051	1,702,688	1,562,892	431,950	631,778	93,751
	9	221,982	52,788	1,719,574	1,578,698	437,727	635,665	94,295
	10	221,452	54,088	1,708,423	1,570,860	433,394	631,853	93,920
	11	220,938	53,486	1,705,563	1,575,521	434,234	631,475	93,917
	12	219,882	53,702	1,729,629	1,593,547	440,101	638,352	94,788
	2012．1	219,420	53,697	1,711,395	1,587,149	435,600	631,492	94,286
	2	219,329	53,317	1,722,767	1,589,102	435,687	631,323	94,372
	3	219,823	53,451	1,741,033	1,613,079	444,428	637,888	94,761
	4	218,553	52,997	1,721,264	1,599,448	438,904	631,520	94,040
	5	218,624	53,017	1,707,586	1,597,547	437,067	628,390	93,844
	6	218,535	52,636	1,717,887	1,606,176	440,606	630,590	93,993
	7	P 218,835	52,818	1,709,423	1,605,938	439,361	628,385	P 94,018
前年同月比増減率	**2009．3**	**3.6**	**7.5**	**5.2**	**4.3**	**1.5**	**2.1**	**0.3**
	2010．3	**1.4**	**△0.9**	**△5.3**	**0.0**	**0.0**	**△1.1**	**△0.1**
	2011．3	**△1.6**	**△4.2**	**△3.1**	**1.7**	**0.9**	**△0.6**	**0.1**
	2011．7	△1.8	△3.3	△2.7	1.7	1.2	△0.3	0.3
	8	△1.8	△2.6	△3.2	1.9	1.2	△0.2	0.3
	9	△1.7	△2.7	△2.5	2.1	1.3	△0.2	0.3
	10	△1.9	△2.3	△1.7	1.7	0.8	△0.6	0.1
	11	△1.9	△2.1	△1.2	2.2	1.3	△0.2	0.3
	12	△2.0	△1.8	△0.2	2.4	1.2	△0.4	0.6
	2012．1	△2.0	△1.4	△1.0	2.5	1.0	△0.4	0.7
	2	△2.0	△1.9	△0.4	2.4	1.1	△0.3	0.7
	3	△1.5	△0.3	△0.1	2.7	1.7	0.1	0.6
	4	△1.8	△0.0	△0.3	2.6	1.4	△0.4	0.2
	5	△2.1	△0.1	△1.1	2.7	1.4	△0.4	0.3
	6	△2.0	0.4	0.3	3.2	1.9	△0.2	0.2
	7	P △2.0	0.3	△0.3	2.6	1.2	△0.9	P 0.0

（注） 1 表9（注）に同じ。
2 貸出金には金融機関貸付金を含まない。また農協は共済貸付金・公庫貸付金を含まない。
3 ゆうちょ銀行の貸出金残高は、月次数値の公表が行われなくなったため、掲載をとりやめた。

ホームページ「東日本大震災アーカイブズ（現在進行形）」のお知らせ

東日本大震災発生から１年が経ち，被災市町村においては，復興計画が策定され，本格的な復興事業に着手されたところです。

過去の大災害と比べ，東日本大震災は，①東北から関東にかけて約600キロにおよぶ太平洋沿岸の各市町村が地震被害に加え大津波の来襲による壊滅的な被害を受けたこと，②さらに福島原発事故による原子力災害が原発近隣地区への深刻な影響をはじめ，広範囲に被害をもたらしていること，に際立った特徴があります。それゆえ，阪神・淡路大震災で復興に10年以上を費やしたことを鑑みても，さらにそれ以上の長期にわたる復興の取組みが必要になることが予想されます。

被災地ごとに被害の実態は異なり，それぞれの地域の実態に合わせた地域ごとの取組みがあります。また，福島原発事故による被害の複雑性は，復興の形態をより多様なものにすることになるでしょう。

農中総研では，全中・全漁連・全森連と連携し，東日本大震災からの復旧・復興に農林漁業協同組合（農協・漁協・森林組合）が各地域においてどのように取り組んでいるかの情報を，過去・現在・未来にわたって記録し集積し続けるために，ホームページ「農林漁業協同組合の復興への取組み記録～東日本大震災アーカイブズ（現在進行形）～」を３月に開設しました。

その目的は，地域ごとの復興への農林漁業協同組合の取組みと全国からの支援活動を記録し集積することにより，その記録を将来に残すと同時に，情報の共有化を図ろうとするものです。

このホームページが，復興の取組みに少しでも貢献できれば幸いです。

> 農林中金総合研究所は，農林漁業・環境問題などの中長期的な研究，農林漁業・協同組合の実践的研究，そして国内有数の機関投資家である農林中央金庫や系統組織および取引先への経済金融情報の提供など，幅広い調査研究活動を通じ情報センターとしてグループの事業をサポートしています。

本誌に掲載の論文，資料，データ等の無断転載を禁止いたします。

http://www.nochuri.co.jp/

農林金融

THE NORIN KINYU
Monthly Review of Agriculture, Forestry and Fishery Finance

2012年10月号第65巻第10号〈通巻800号〉10月1日発行

編　集

株式会社 農林中金総合研究所／〒101-0047 東京都千代田区内神田1-1-12 代表TEL 03-3233-7700
編集TEL 03-3233-7748 FAX 03-3233-7795

発　行

農林中央金庫／〒100-8420 東京都千代田区有楽町1-13-2

頒布取扱所

農林中金ファシリティーズ株式会社／〒101-0021 東京都千代田区外神田1-16-8 Nツアービル TEL 03-5295-7580 FAX 03-5295-1916

定　価

400円（税込み）1年分4,800円（送料共）

印刷所

永井印刷工業株式会社

農林中金総合研究所