

2011 年 7 月 20 日

Mizuho Industry Focus

Vol. 99

産業振興の側面から見た風力発電への期待 ～東北復興とエネルギー政策の見直しに向けた考察～

大野 真紀子

村木 章弘

makiko.ohno@mizuho-cb.co.jp

〈要 旨〉

- 東日本大震災後、現行のエネルギー基本計画に則った原発推進計画は大幅な修正が避けられない見通しであり、極力現状並みに既存原発を活用するシナリオに基づいたとしても、2020 年における原発発電量は現行計画比▲2,000 億 kWh 程度不足する可能性がある。原発推進計画の代替となる具体的な中期的電力供給プランの早期策定が望まれている。
- その際には、従来のエネルギー政策の基本理念である 3E（安定供給、経済性、環境適合性）を中心とした視点に加え、安全性は勿論のこと、産業振興的側面を加味した最適な電源構成の検討が必要となる。
- 現状、風力発電の導入見通しは太陽光発電に比し著しく低く設定されているが、再生可能エネルギーの本格導入の必要性が高まった今、再生可能エネルギーの中では低コストであり、関連産業の裾野も広い風力発電の大胆な導入目標を掲げることを前向きに検討すべきである。
- 原発推進計画の修正に伴う不足電力量を仮に全て火力で賄うと、燃料の輸入増加により国民経済に甚大なマイナス影響を生じさせる。しかし、風力を積極導入し産業振興を図ることにより、マイナス影響を抑制できる可能性がある。経済的側面からは、社会的に電気料金上昇を受容することができる水準を見極めながら、風力発電の導入促進を通じて風力産業を国内で振興することが重要といえる。
- 世界各国において風力発電は政策的に導入が促進されており、既に巨大な市場が形成され関連産業が集積している。政策に求められるのは、政府による長期目標の設定、風力発電事業者の事業性が担保される枠組みの整備、導入を妨げる過度な規制の緩和、系統制約への対応等であり、これら政策パッケージが整えば、市場に民間資金を呼び込み、財政出動を伴わずに市場活性化、産業振興を実現できると考える。
- 東日本大震災被災地の復興は言うまでもなく最重要課題である。その際、短期的復旧と同時に中長期的で持続可能な復興プランの策定が重要である。風況が良く、製造業の産業集積がある東北地方は風力発電産業には適地と言える。東北地方に風力発電産業を本格誘致し、風力発電産業クラスターを形成することで新たな雇用を創出し復興に繋げることも、検討に値するものと考ええる。

目 次産業振興の側面から見た風力発電への期待
～東北復興とエネルギー政策の見直しに向けた考察～

I.	はじめに ～風力発電推進の背景～	2
II.	風力発電の産業構造	5
III.	風力発電の本格導入に伴う経済効果	7
IV.	世界の風力発電導入事例	13
V.	風力発電による東北復興プロジェクト	16
VI.	風力発電の本格導入に向けて求められる施策	17
VII.	終わりに	19

I. はじめに ～風力発電推進の背景～

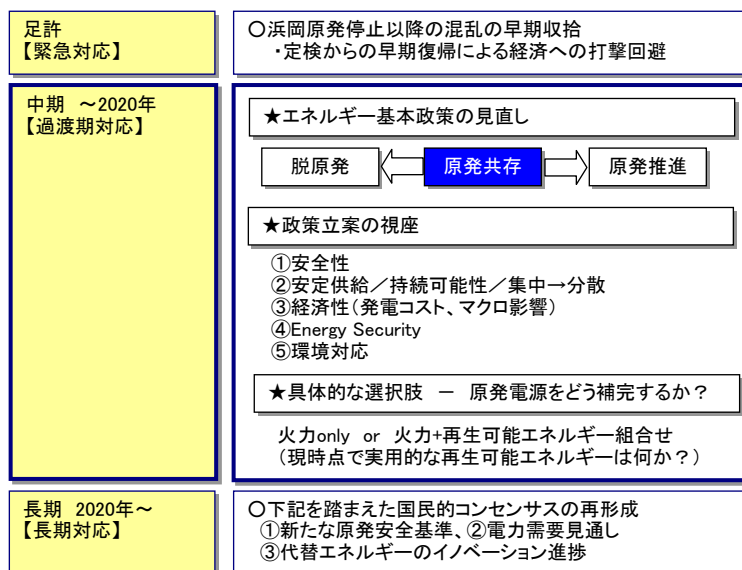
福島第一原発事故が誘引した電力供給不安

原発新增設計画の修正を前提に電力供給プラン策定を

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は、国内産業に甚大な影響を及ぼした。とりわけ福島第一原発事故の発生とその後の事態の長期化は、日本の電力産業が世界に誇ってきた電力供給の安定性を一気に揺るがせた。その後の浜岡原発の停止とも相俟って、原発の安全性に対する懸念は全国に連鎖し、電力供給不安をより深刻にしている。

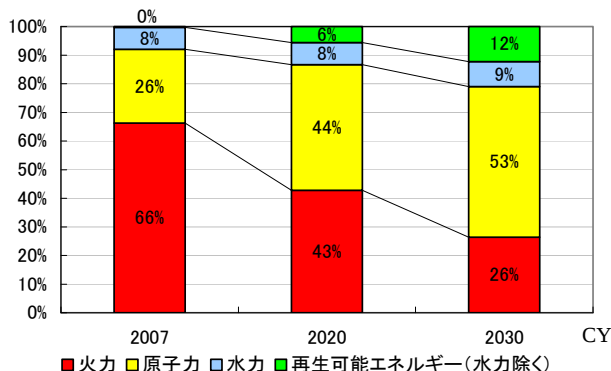
今後日本は原発といかに向き合っていくべきか。国民的コンセンサスを再形成するには、息の長い議論が必要だろう【図表 I-1】。福島第一原発事故の原因解明や事後対応を検証し新たな原発安全基準を設定するにも相当の時間を要するのは間違いない。現行のエネルギー基本計画（以下現行計画）は 2020 年にゼロエミッション電源比率を 50%に高める前提であり、その大部分を原発に依存している。具体的には 2020 年までに 9 基、2030 年までに 14 基以上の原発を新增設し、電力量に占める原発の割合を 2007 年の 26%から、2020 年 44%、2030 年 53%まで高める計画であった【図表 I-2】。しかし福島第一原発事故後、新增設計画はいずれも中断しており、大幅な修正は避けられない見通しである。こうした状況認識のもとで、代替となる具体的な中期的電力供給プランを早急に策定することが強く望まれている。

【図表 I-1】 エネルギー政策見通しの方向性



（出所）みずほコーポレート銀行産業調査部作成

【図表 I-2】 長期電源割合計画



（出所）経済産業省「エネルギー基本計画」（2010 年 6 月）よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

「原発共存」シナリオを前提に不足電力量を試算

ここで、2020 年までにどの程度の電力量が不足するのか、原発政策のシナリオを仮定して試算してみたい。現行の新增設計画は修正がやむを得ないとしても、経済活動への悪影響を最小化するには、既存原発については安全性の確保を前提に極力有効活用することが有用であると考え。これを「原発共存」シナリオと呼ぶ。具体的には、①福島第一原発 6 基分相当を廃炉、②2020 年までの原発新增設は着工済みの 3 基(島根、大間、東通)分相当、③原発稼働率は 75%(定検サイクルの長期化は考慮せず)、④運転開始後 40 年経過した高経年化炉は廃炉(2020 年までに12 基分相当)とする。

「原発共存」シナリオでは 2020 年 ▲2,000 億 kWh の不足に

現行計画では 2020 年における原発発電量は 4,600 億 kWh であったのに対し、「原発共存」シナリオでは 2,600 億 kWh となり、▲2,000 億 kWh の不足となる見込みである。因みに、2020 年までの原発新增設を想定しない「脱原発」シナリオでは 1,100 億 kWh(現行計画対比 ▲3,500 億 kWh)、福島第一 7,8 号機相当を除き計画通り増設する、ほぼ現行計画並みの「原発推進」シナリオでは 4,000 億 kWh(同 ▲600 億 kWh)の発電量と試算される。【図表 I-3】

【図表 I-3】 エネルギー政策見通しシナリオ

	現行計画	原発共存	脱原発	原発推進
被災原発	—	6基廃炉 (福島第一相当)	10基廃炉 (福島第一・二相当)	6基廃炉 (福島第一相当)
原子力発電の新・増設 (~2020年)	9基	3基	0基	7基
原子力発電の稼働率	85%	75%	60%	85%
高経年化炉の取扱	リブレース可能	リブレース不可 40年で廃炉	リブレース不可 30年で廃炉	リブレース可能
2020年の原発発電量	4,600億kWh	2,600億kWh	1,100億kWh	4,000億kWh
現行計画対比	—	▲2,000億kWh	▲3,500億kWh	▲600億kWh

(出所)経済産業省「エネルギー基本計画」(2010 年 6 月)よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

火力 only or 再生可能エネルギーとの組み合わせ

原発の具体的代替としては、火力、もしくは太陽光・風力といった再生可能エネルギーしかないのが実情であり、コストが安く実績がある火力での代替がまずは現実的なようにも思える。しかし、少資源国である日本は化石燃料を海外から調達する必要がある上、燃料価格の変動リスクや温暖化ガス排出の問題もある。具体的な不足電力量も踏まえた上で、中期的な持続可能性や国民経済的な観点から、適切な電源ミックスを考える必要があろう。

風力の本格導入検討の必要性

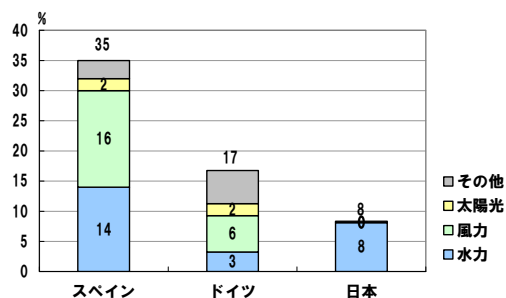
これまで日本は原発を中心にエネルギー政策を策定してきたため、伝統的な水力以外の再生可能エネルギーは基幹電源として認識されておらず、日本の発電量全体に占める再生可能エネルギーの割合は水力を除くと 1%に満たない。しかし海外に目を転じれば、世界の再生可能エネルギーの大勢を占めるのは風力である【図表 I-4】。例えばスペインでは発電量の 35%を再生可能エネルギーで賄っており、その中心を担うのが風力である【図表 I-5】。風力が再生可能エネルギーの中では低コストであることがその理由である。日本では、足許高コストながら将来的なコストダウン余地の大きい太陽光発電の導入を促進しており【図表 I-6、7】、長期エネルギー需給見通し(2009)の中にも、2020 年までに太陽光の設備容量を 2,800 万 kW と 2005 年の 20 倍に増やす計画が既に織り込まれている。一方、風力の導入計画は同見通しの中で

2020年500万kWと比較的低く設定されている。足許で再生可能エネルギーの本格導入を議論する必要性が高まった今、太陽光の導入を従来通り推進すると共に、それに加えて風力の大胆な導入目標を掲げることを真剣に検討すべきである。

【図表 I - 4】導入計画比較

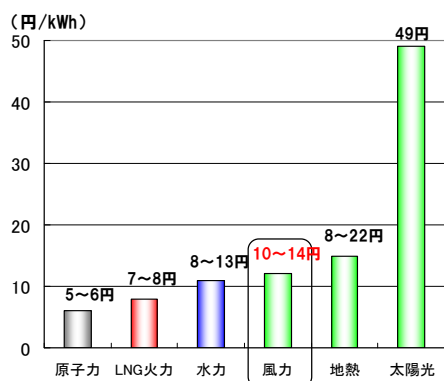
	世界	日本
風力		
上段2010年	200GW	2GW
中段2020年	535GW	5GW
下段2030年	862GW	6GW
太陽光		
上段2010年	36GW	4GW
中段2020年	110GW	28GW
下段2030年	294GW	53GW

【図表 I - 5】再生可能エネルギー発電量内訳(2010年)

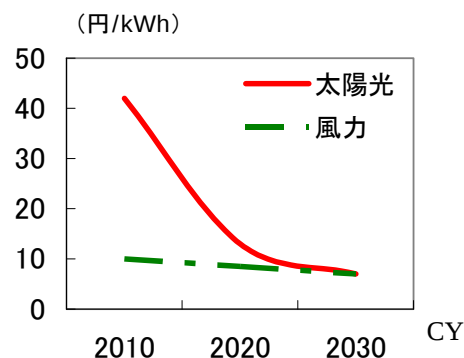


(出所) 経済産業省「長期エネルギー需給見通し」(2009年8月)、IEA「World Energy Outlook 2010」、REE (<http://www.ree.es/>)、BMU (<http://www.bmu.de/>)、経済産業省「電力調査統計」等よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

【図表 I - 6】日本における発電コスト



【図表 I - 7】コスト推移見通し

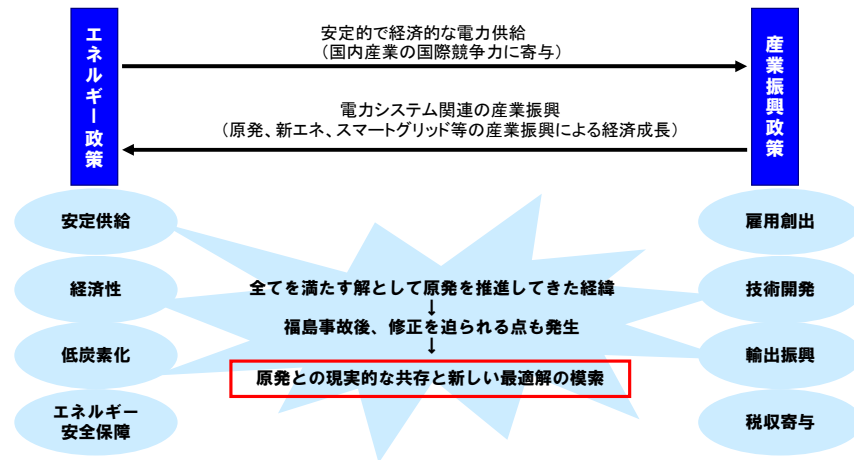


(出所) 経済産業省「エネルギー白書 2010」(2010年6月)、NEDO「再生可能エネルギー技術白書」(2010年8月)よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

エネルギー政策
は産業振興政策
の両者を満たす
最適解を

本来、エネルギー政策は、産業振興政策と切り離しては語れない。安定的な電力供給が国内産業の国際競争力に寄与していることは、今般の原発事故によりいみじくも再確認することになった通りである。加えて、エネルギー政策を通じて発電所の設計・建設・機器製造等の技術開発や産業成長が促進され、経済成長に寄与してきた面も見逃せない。これまで日本にとってエネルギー政策と産業振興政策の両者を満たす解の柱が、原発であった。強力な原発推進政策を背景に国内原発プラントメーカーはグローバルトップ企業に成長し、各原子力発電所では数千人規模の雇用が地元経済に貢献している。しかし当面、国内においては原発推進のスローダウンが避けられなくなった今、産業振興ひいては我が国の成長戦略の観点からも、新たな最適解を導く必要がある【図表 I - 8】。

【図表Ⅰ－８】 エネルギー政策見直しの際に必要な視点



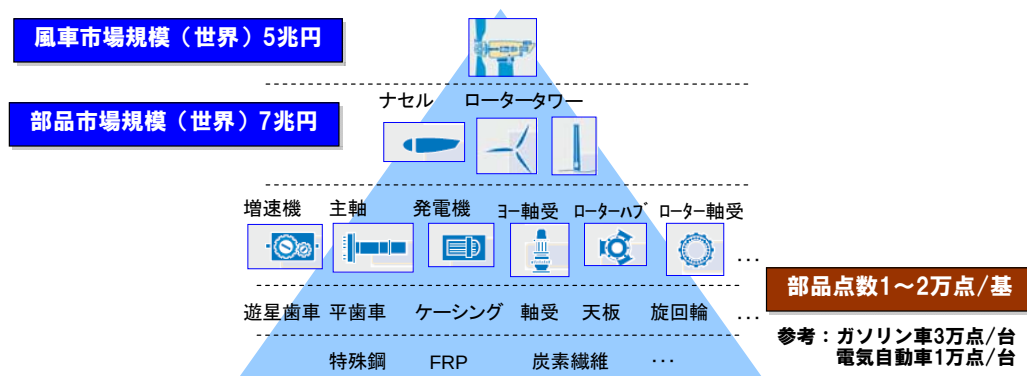
(出所) みずほコーポレート銀行産業調査部作成

Ⅱ. 風力発電の産業構造

風車産業は自動車に匹敵する裾野の広さ

2,000kW級の大型風車はブレードの直径約80m、タワーの高さ約60mにも上る大型構造物である。ナセルの中には発電機のほかブレードの回転を伝える主軸、軸受、回転数を変換する増速機等の主要部品が収められ、まさに電気機器、制御装置、パワーエレクトロニクス等、多様な部品・機器の集合体である【図表Ⅱ－１】。部品点数は分類の仕方にも拠るが1～2万点に上るといわれ、風車産業は、風車メーカーから部品、及び部品を形成する素材に至るまでのサプライチェーンが構築されるという点において、自動車産業にも似た産業構造になっている。ガソリン自動車の部品点数は約3万点、電気自動車では約1万点といわれるため、部品点数だけ見れば、自動車産業に匹敵する裾野の広さとの見方もできる。2010年時点における世界の風力発電関連雇用者数は50万人と推定されている。

【図表Ⅱ－１】 風車サプライチェーン

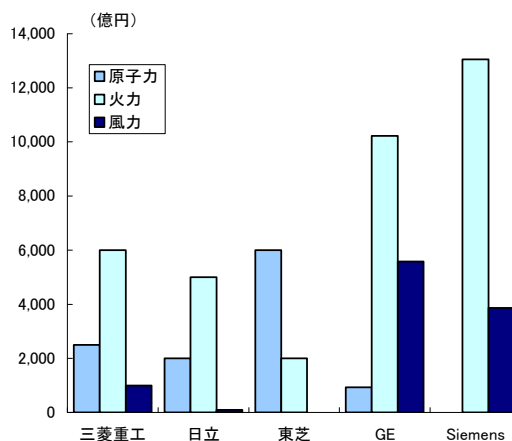


(出所) Global Wind Energy Council (<http://www.gwec.net/>)、日本風力発電協会 (<http://jwpa.jp>) よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

日系風車メーカー
ポジションは下
位

日本の大型風車プレイヤーは、三菱重工業、日立製作所・富士重工連合、日本製鋼所の3陣営に限定され、世界シェアはいずれも下位である。シャープ、京セラ、昭和シェルといった上位プレイヤーが存在する太陽光パネルメーカーとは様相が異なる。大手重電メーカーの電源別売上高を見ても、風力発電はGE、Siemensといったグローバルトッププレイヤーの事業の柱の1つになっているのに対し、日系プレイヤーにとっての位置付けは低い【図表Ⅱ-2】。

【図表Ⅱ-2】 重電メーカーの電源別売上高



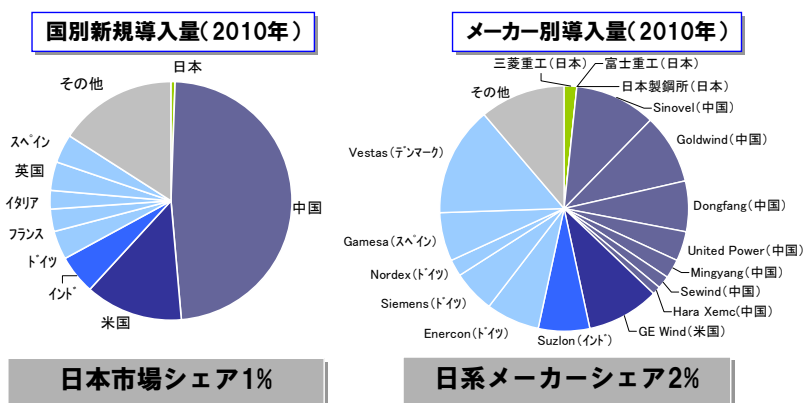
(出所) 各社 IR 資料よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

(注) 一部みずほコーポレート銀行産業調査部推定

風車メーカーは
自国市場とともに
成長

各国の風力発電導入量と風車メーカーのシェアを見ると、相似性が確認できる【図表Ⅱ-3】。米国の GE、スペインの GAMESA、ドイツの Enercon 等有力プレイヤーは高いシェアを有するが、いずれも自国および周辺地域への供給に支えられている。例えば 2010 年における風車メーカーの世界シェアを見ると中国メーカーの存在感が大きい。これは中国が自国に世界トップ規模の市場を有することが背景にある。まず自国市場の成長と共に事業規模を拡大し、技術革新を経ながら量産によるコスト低減を実現しつつ、他国市場に目を向けるステージに至るとというのが基本的な風車産業の成長プロセスである。従って、自国市場規模が小さい日系メーカーのシェアが世界的に低位であることは必然といえる。

【図表Ⅱ-3】 風力産業世界シェア



(出所) BTM Consult「World Market Update 2010」よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

国内でのサプライチェーン構築蓋然性は高い

一方、風車の構成部品を手がける日系メーカーは多い。中には世界大手5社のうち3社が日系メーカーである大型軸受等、高い世界シェアを占有するメーカーが国内に存在するが【図表Ⅱ－4】、国内風車メーカーが小規模であることから、部品全体で約4割を輸出に向けているのが実情である。しかし逆に捉えれば、既に日本には風力産業を振興させる素地が存在しているともいえる。風車は重量物であり本来現地生産が望ましい為、日本国内で十分な規模の市場が立ち上がれば、風車メーカーが製造規模を拡大し、部品から素材に至るサプライチェーンが国内で構築される蓋然性は高いと考えられる。

【図表Ⅱ－4】国内主要素材・部品メーカー

パーツ	参入企業
ブレード	三菱重工、日本製鋼所、GHクラフト
ブレード用FRP	日本ユビカ、昭和高分子、DIC、旭硝子、日本電気硝子、東レ
炭素繊維	東レ、東邦テナックス、三菱レイヨン
発電機	日立製作所、三菱電機、明電舎、富士電機、安川電機
変圧器	富士電機、利昌工業
インバータ	日立製作所、三菱電機、東芝、富士電機、安川電機、明電舎
軸受	ジェイテクト、日本精工、NTN
増速機	石橋製作所、大阪製鎖(住友重機械)、オーネックス、 Netzlen
油圧機器	川崎重工、日本ムーグ
機械装置	ナブテスコ、住友重機械、豊興工業、曙ブレーキ
鉄鋼・鋳物	日本製鋼所、日本鋳造

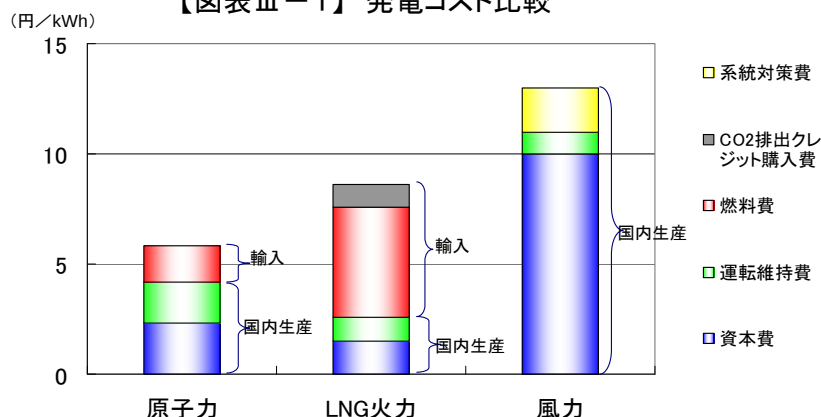
(出所) 日本産業機械工業会「風力発電関連機器作業に関する調査研究」等より
みずほコーポレート銀行産業調査部作成

Ⅲ. 風力発電の本格導入に伴う経済効果

風力発電コストは国内で還流可能

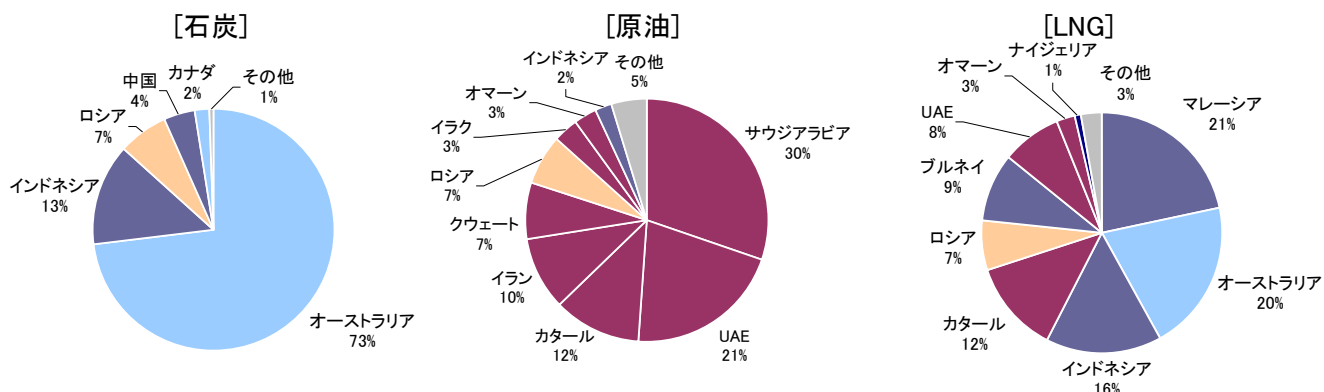
再生可能エネルギー導入を語る際によく指摘される課題として、発電コストが高いことが挙げられる。火力の発電コストが10円/kWh未満であるのに対し、風力は10～14円/kWhとされている。しかしその内訳を見ると【図表Ⅲ－1】、火力は燃料を輸入に頼っていることからコストの大部分を占める燃料費のほぼ全てが海外の資源国に流出する構図になっているのに対し【図表Ⅲ－2】、風力は仮に風車設備を国内生産で調達できれば、発電に要するコストを全て国内還流させることも不可能ではない。燃料費はむしろゼロである。コストの高低もさることながら、その支出先の違いも、電源選択によって国民経済への影響に違いが生じる重大な要因の一つである。以下、当面の原発の補完として火力を用いる際の国民経済に与えるマイナス影響を、風力の活用によりどれだけ打ち消せるか、マクロ的に試算してみよう。

【図表Ⅲ－1】発電コスト比較



(出所) 経済産業省「エネルギー白書 2010」(2010年6月)等よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

【図表Ⅲ－２】化石燃料輸入先(2010)

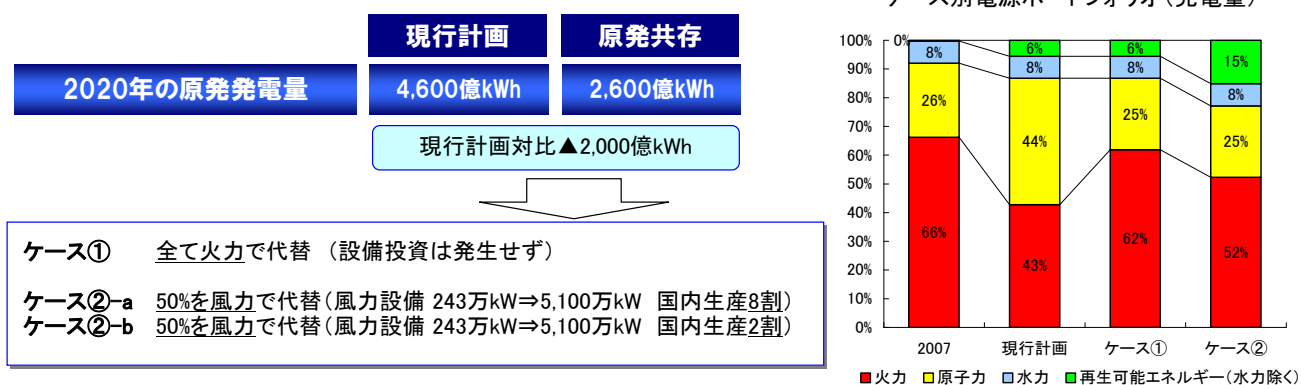


(出所)財務省「貿易統計」よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

3つのケースで
GDP に与える影
響を試算

先に述べた「原発共存」シナリオを前提とし、現行計画に対する▲2,000 億 kWh(2020 年時点)の不足電力量について、風力の導入効果を確認する為、ここでは仮にその半分以上を風力で賄った場合の国民経済への影響を試算する。つまり、ケース①:全て火力で代替、ケース②-a:50%を風力で代替し風車の 8 割を国内で生産、ケース②-b:50%を風力で代替し風車の 2 割を国内で生産、の 3 つのケースを設定し、それぞれの GDP への影響を現行計画との比較で示す【図表Ⅲ－３】。ケース①では既存火力発電所の稼働率向上で賄える可能性が高いことから、新たな火力発電所の新增設は想定しない。ケース②では風力発電の設備容量 5,100 万 kW(風車の設備利用率 25%と想定)への増設と、一定の系統対策投資を想定する。なお、供給バックアップ電源(火力)は所要容量がケース①の内数である為(稼働率向上で賄えるとする)、新增設は想定しない。

【図表Ⅲ－３】経済影響試算前提

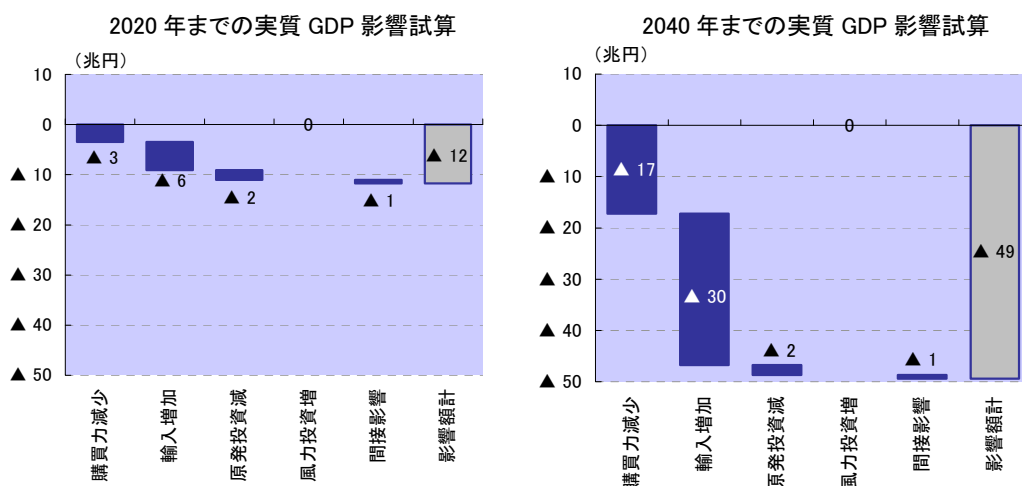


(出所)経済産業省「エネルギー基本計画」(2010 年 6 月)よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

火力 100%では
2040 年までに▲
49 兆円影響

まずケース①として、2,000 億 kWh 全てを火力で代替する場合を示す【図表Ⅲ－4】。燃料の輸入増加による海外への付加価値流出が平均▲1.3 兆円/年とインパクトが大きい。GDP への影響累計は現行計画比、2020 年までの 10 年間で▲12 兆円、2040 年までの 30 年間で▲49 兆円と試算される。

【図表Ⅲ－4】ケース① ～2,000 億 kWh を火力で代替～



(注) GDP 影響は現行計画対比

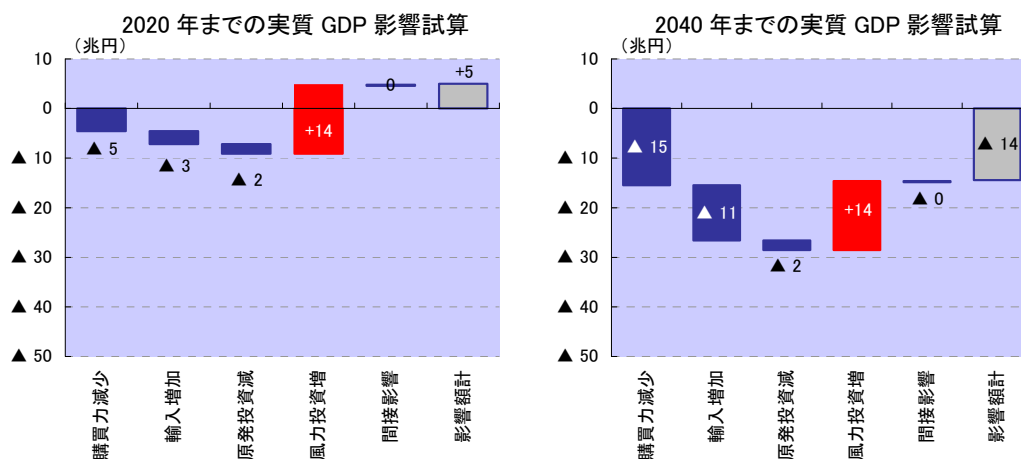
購買力減少: 電気料金が上昇し購買力が減少することにより生産が縮小する影響

(出所) みずほコーポレート銀行産業調査部作成

風力 50%で 8 割
を国内で生産する
場合は 2040 年
までに▲12 兆円
影響

次にケース②-aとして、不足電力量 2,000 億 kWh のうち 50%を火力、50%を風力で賄い、かつ風力発電設備の 8 割を国内生産する場合を示す【図表Ⅲ－5】。ケース①対比、燃料費輸入によるマイナスは小幅となり、風力発電設備投資によるプラスで打ち返す結果となる。2020 年までの影響累計は+5 兆円と一旦プラスに寄与した後、2040 年までには▲14 兆円下押しとなる。2020 年まで 10 年かけて風車を設置することを想定している為、GDP への影響は償却が全て終わる 2040 年頃までの累計で見るのが妥当と考えられるが、火力で全て賄うケース①の▲49 兆円に比しマイナス影響は大幅に軽減される。

【図表Ⅲ－5】ケース②-a ～1,000 億 kWh 火力、1,000 億 kWh 風力(風車国内生産 8 割)～

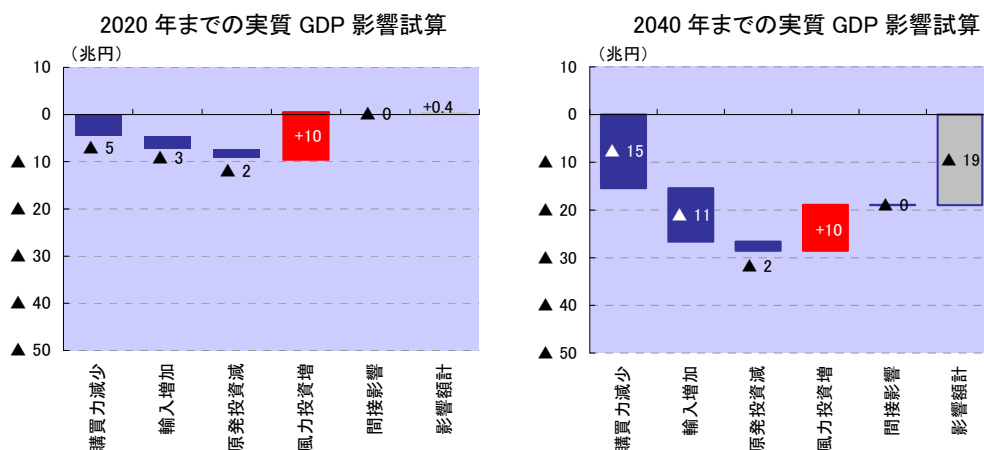


(出所) みずほコーポレート銀行産業調査部作成

風力 50%で 2 割を国内で生産する場合は 2040 年までに▲19 兆円影響

最後にケース②-bとして、ケース②-aと同様 50%を火力、50%を風力で賄うが、風力発電設備の 2 割のみを国内生産する場合を示す【図表Ⅲ－6】。この場合はケース①よりも風力発電設備投資によるプラス効果が限定的となり、GDP への影響は 2020 年までに+ 0.4 兆円、2030 年までに▲19 兆円となる。

【図表Ⅲ－6】ケース②-b ～1,000 億 kWh 火力、1,000 億 kWh 風力（風車国内生産 2 割）～



(出所) みずほコーポレート銀行産業調査部作成

風力の導入により火力のマイナス影響を緩和

以上 3 つのケースを比較すると、原発計画修正による不足電力量を全て火力で賄った場合には、特に燃料輸入の増大から、GDP へ大きなマイナス影響を及ぼすことが明らかである。これに対し、風力を導入すれば、新しい投資を生む効果に加え、燃料の輸入増加を抑制する効果もあってマイナス影響は緩和される。但し、輸入風車を使用した場合には経済効果も限定的となるため、電力コスト上昇による経済活動の縮小の影響を打ち返すには風車の国内生産がポイントとなる。産業振興が重要となる所以である。【図表Ⅲ－7】

電力コスト上昇による産業の海外移転には留意

本試算結果を見ると、国民経済全体で捉えれば風力を導入すればするほどプラスとなるようにも見える。しかし、本試算には風力導入による電力コスト上昇影響は電気料金上昇による購買力減少に伴う生産の下押し圧力としてのみ織り込んでいる点には留意が必要である。既に諸外国に比べて高いと指摘される電力コストが更に上昇すれば、国内産業の海外移転が加速するとの懸念があり、これは国民経済にはマイナスとなる。各ケースでの電力コストは、火力で 100%を賄うケース①では燃料費増加を主因に現行計画よりも 1.4 円/kWh 上昇、風力を 50%導入するケース②では固定買取価格が 20 円/kWh から漸減する前提で現行計画から 2.4 円/kWh の上昇、即ちケース①との比較では+1 円/kWh の上昇と試算される【図表Ⅲ－8】。電力コスト上昇が業績に与える影響は産業によって差があり、電力コスト上昇の許容可能な水準についての慎重な見極めが必要である【図表Ⅲ－9】。

【図表Ⅲ－７】風力発電導入影響試算まとめ

単位（兆円） GDPに影響を与える Key Factor	2020年までの 実質GDP影響試算			2040年までの 実質GDP影響試算		
	ケース①	ケース②-a	ケース②-b	ケース①	ケース②-a	ケース②-b
1 購買力減少	▲3	▲5	▲5	▲17	▲15	▲15
2 輸入増加	▲6	▲3	▲3	▲30	▲11	▲11
3 原発投資減	▲2	▲2	▲2	▲2	▲2	▲2
4 風力投資増	0	+14	+10	0	+14	+10
その他共 GDP影響計	▲12	+5	0	▲49	▲14	▲19

（出所）みずほコーポレート銀行産業調査部作成

【図表Ⅲ－８】電力コスト上昇影響試算

単位（円／kWh）		電力コスト上昇影響 対 現行計画		
主な影響因子		ケース①	ケース②	差
1	火力燃料費	+1.4	+0.7	▲0.7
2	炭素排出権費	+0.4	+0.2	▲0.2
3	固定買取費用	—	+1.7	+1.7
4	系統対策費用	—	+0.2	+0.2
5	原発新設費用	▲0.2	▲0.2	—
6	原発廃炉費用	+0.1	+0.1	—
7	原発燃料費	▲0.3	▲0.3	—
電気料金影響		+1.4	+2.4	+1.0

（出所）みずほコーポレート銀行産業調査部作成

【図表Ⅲ－９】産業別電気料金の生産高比

（ ）は生産高対比

業種	生産高	原材料費など	うち電気料金
鉄鋼業	21.5兆円 (100%)	13.2兆円 (61.7%)	6,553億円 (3.1%)
化学工業	25.9兆円 (100%)	13.6兆円 (52.5%)	4,337億円 (1.7%)
電子部品・ デバイス・電子回路	19.2兆円 (100%)	9.7兆円 (50.2%)	3,842億円 (2.0%)
輸送用機械器具	54.7兆円 (100%)	35.8兆円 (65.4%)	3,789億円 (0.7%)
食料品	19.9兆円 (100%)	11.3兆円 (56.8%)	2,513億円 (1.3%)
プラスチック製品	9.2兆円 (100%)	4.6兆円 (49.4%)	2,039億円 (2.2%)
非鉄金属	9.0兆円 (100%)	6.3兆円 (69.5%)	1,789億円 (2.0%)
窯業・土石製品	5.2兆円 (100%)	1.6兆円 (30.9%)	1,675億円 (3.2%)
金属製品	9.8兆円 (100%)	4.4兆円 (44.8%)	1,548億円 (1.6%)
パルプ・ 紙・紙加工品	6.5兆円 (100%)	3.5兆円 (53.5%)	1,375億円 (2.1%)
生産用機械器具	15.2兆円 (100%)	7.0兆円 (46.0%)	1,185億円 (0.8%)
電気機械器具	14.8兆円 (100%)	7.8兆円 (52.9%)	1,030億円 (0.7%)

（出所）経済産業省「工業統計」よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

太陽光発電は初期投資が多額

因みにケース②について風力の代わりに太陽光を用いた場合には、投資額が風力に比し巨額である為、経済へのプラス効果は一見大きく現れる。しかし、電力コストの上昇幅もより拡大することが自明であるほか、初期投資が極めて多額となることから、見合いの資金調達が困難となる虞もあると考えられる。

電力コスト上昇の許容範囲内で風力導入促進が望ましい

今回、「原発共存」シナリオを前提にやや大胆にケース分けを行い、風力発電導入による経済効果を示した。検討を通じて、原発計画修正に伴う不足電力量を火力で補うことによる国民経済へのマイナス影響を、風力の積極導入による産業振興効果を通じて抑制できる可能性があることが示された。電力コスト上昇を「どこまで許容できるか」という議論は残るものの、その範囲内において、風力の導入を促進することが望ましいといえる。加えて経済効果を最大化するため、風力発電導入と同時に風力産業振興を国内で成功させることが不可欠であると指摘できる。

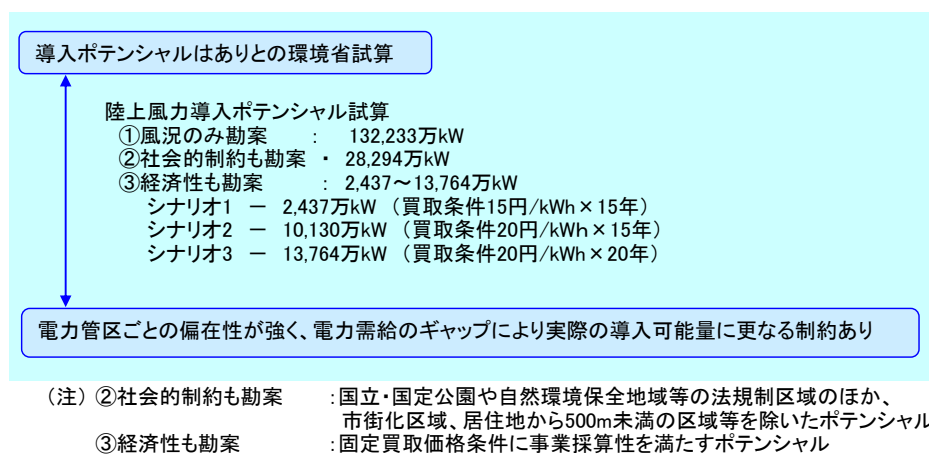
実現可能な導入量は検証が必要

実際には、風力発電本格導入のリアリティについて別途検証の必要がある。環境省の 2011 年調査によれば、国定・国立公園や鳥獣保護区、居住地からの距離等の社会的制約を勘案した上で、全国で陸上風力だけで 2 億 8,294 万 kW の導入ポテンシャルが存在するとしている。更に経済性(投資採算性)も勘案したとしても、1 億 130 万 kW の導入が可能としている(固定買取価格を 20 円/kW×15 年とした場合)【図表Ⅲ－9】。実際には風況適地の地域偏在性が強く、地域間系統制約等の問題がある上、生態系への影響や騒音問題等も指摘されている為、陸上での実現性のある導入量はさらにこの内数となる。一方、同調査によれば、洋上風力は国内に 15 億 7,262 万 kW の導入ポテンシャルが存在する。従って、陸上のみならず洋上風力についても本格的な導入に向けた取組みを強化していく必要がある。

導入可能量と産業振興に必要な導入量のバランスを模索

なお、風車の国内生産に失敗した場合には経済効果が縮小するため、産業振興を実現するのに必要な市場規模を見極めることも重要である。現実的な可能量と産業振興として成立する最低導入規模のバランスを模索することが求められる。

【図表Ⅲ－9】国内における風力本格導入の実現性



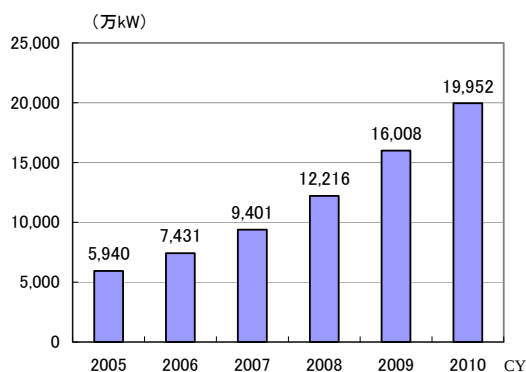
(出所) 環境省「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」(2011 年 4 月)等より
 みずほコーポレート銀行産業調査部作成

IV. 世界の風力発電導入事例

世界の風力発電容量は今後も拡大

2010 年末現在、世界の風力発電設備容量は 1 億 9,952 万 kW であり、5 年間で 3 倍の規模に拡大している【図表Ⅳ－1】。IEA の予測によれば、2020 年における設備容量は 5 億 kW を超え、原発の設備容量を上回る見通しである【図表Ⅳ－2】。

【図表Ⅳ－1】世界風力発電設備容量推移



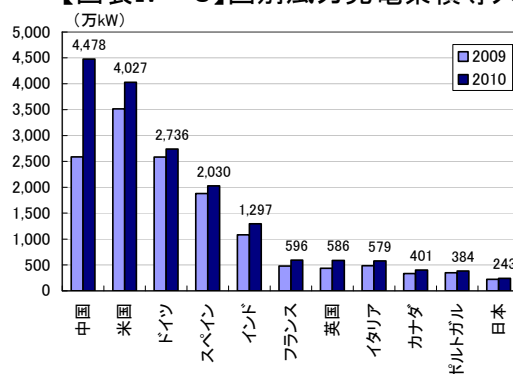
(出所) Global Wind Energy Council (<http://www.gwec.net/>)
BTM Consult「World Market Update 2010」より
みずほコーポレート銀行産業調査部作成

【図表Ⅳ－2】世界電源別発電容量予測

	2008	2020	2030
石炭火力	1,514	2,047	2,160
石油火力	438	349	253
ガス火力	1,230	1,629	1,901
原子力	391	502	602
水力	945	1,271	1,520
風力	120	535	862
太陽光	15	110	294
太陽熱	1	17	52
地熱	11	21	34
バイオマス	52	98	184
潮力	0	1	6
合計	4,719	6,581	7,867

(出所) IEA「World Energy Outlook」よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成
(注) 予測は IEA

【図表Ⅳ－3】国別風力発電累積導入量



(出所) BTM Consult「World Market Update 2010」よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

欧米では政策的に風力導入を促進

風力発電はまず欧米で積極導入されてきた。資源が偏在する化石燃料への依存度低減とエネルギー安全保障、産業振興による雇用の確保が風力発電導入の主たる目的であることは欧米においても同様である。導入拡大の原動力になったのが、欧州では主に固定価格買取制度、米国では PTC(生産税控除)等の税制優遇であるが、いずれも政策的に導入を促進している。

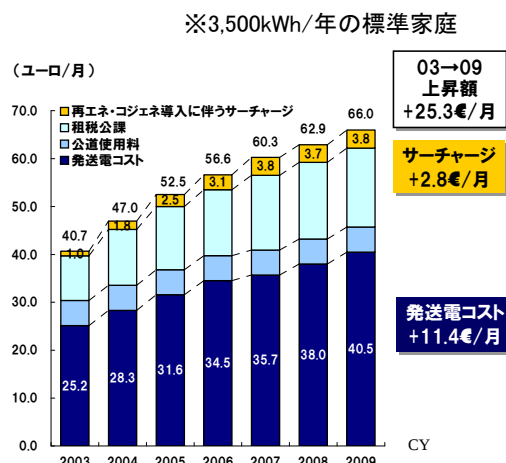
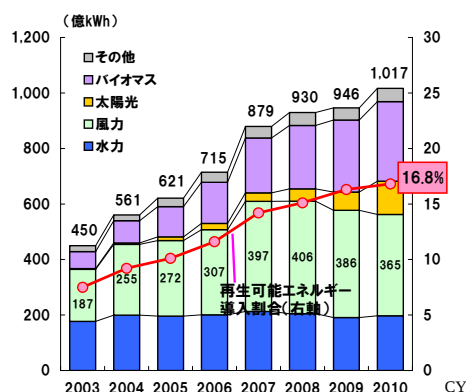
ドイツでは再生可能エネルギーによる電気料金上昇影響は限定的

ドイツでは固定価格買取制度により再生可能エネルギーの導入を促進しており、2010 年における再生可能エネルギーの発電量は 16.8%まで高まっている【図表Ⅳ－4】。今後 2020 年までにこれを 2 倍の 35%まで高めるとしている。ドイツでは電気料金が年々上昇しており、標準家庭(3,500kWh/年)において 2003 年から 2009 年までの上昇幅は+25.3€/月に上るが、うち固定価格買取制度によるサーチャージは+2.8€/月に留まり、電気料金上昇に最も大きく

影響しているのが発送電コスト+11.4€/月である【図表Ⅳ-5】。同コストの1割程度と試算される再生可能エネルギー導入に伴う系統対策コストを追加して勘案したとしても、燃料費の上昇や温暖化ガス排出量買取コスト等の要因に比して、再生可能エネルギーに係わる電気料金への影響は限定的であるといえる。

【図表Ⅳ-4】ドイツの再生可能エネルギー発電量

【図表Ⅳ-5】ドイツの家庭用電気料金推移



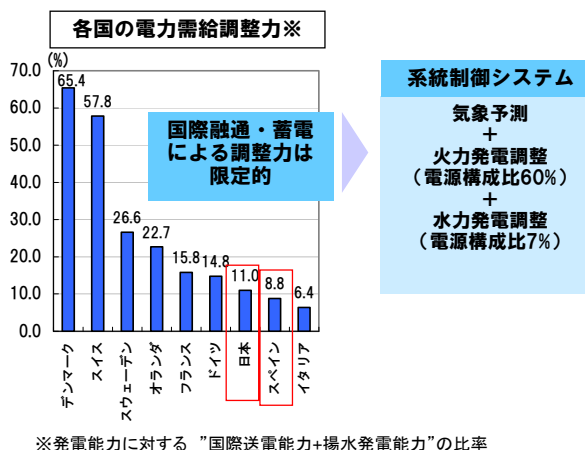
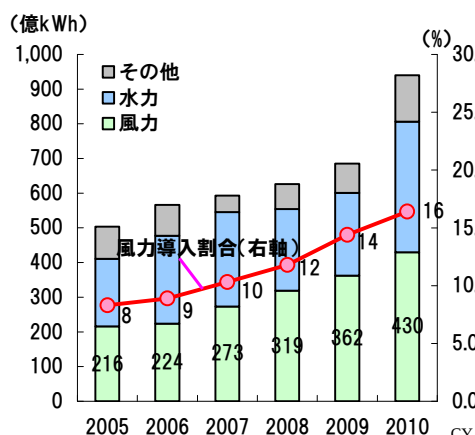
(出所)【図表Ⅳ-4】【図表Ⅳ-5】共に、BMU (<http://www.bmu.de/>) よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

スペインでは独立した系統でも風力大量導入

欧州は日本と異なり、国境を跨いだ網状に広がる送電線を通じて電力の国際融通が可能であることから、再生可能エネルギーの大量導入を許容できたとの指摘がある。しかし、スペインは国際電力融通と揚水発電を合計した調整力が比較的限定されているにも拘らず、2010年の風力発電による発電量は430億kWhと、ドイツを上回り欧州最大となった【図表Ⅳ-6】。国内電力に風力発電が占める割合は16%である。独立した厳しい系統環境の中においても、最新の気象予測技術や現地観測データを繋ぐネットワーク技術を用いた風力発電量予測システムと系統制御・管理システムをリンクさせ、既存の火力・水力発電で負荷調整を機動的に行うことにより、風力発電の大量導入を実現させている【図表Ⅳ-7】。我が国にとっても大いに参考になる。

【図表Ⅳ-6】スペインの再生可能エネルギー発電量

【図表Ⅳ-7】スペインの系統安定化策



※発電能力に対する「国際送電能力+揚水発電能力」の比率

(出所)【図表Ⅳ-6】【図表Ⅳ-7】共に AEE (<http://www.aeeolica.org/en/>)、REE (<http://www.ree.es/>)、Institute of Information Technology「電力関連・蓄電分野の動向」よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

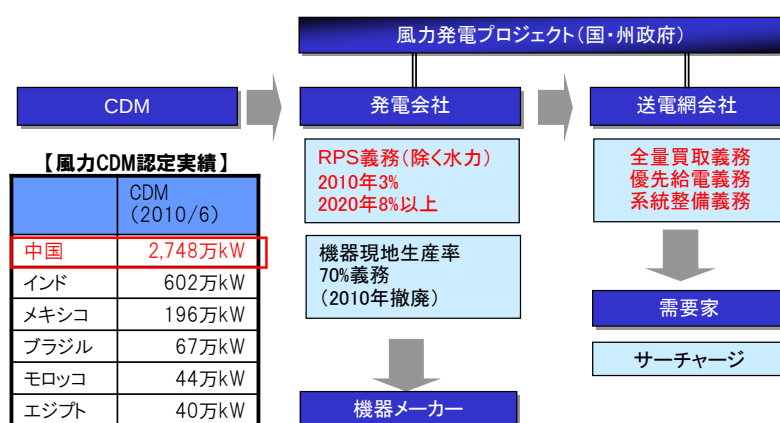
英国は洋上風力プロジェクトで産業振興

欧州では、より大規模な風力発電所建設が可能な洋上風力への期待も高まっている。洋上風力は陸上よりもコストがかかるものの風況に恵まれている為、高い設備稼働率が得られるとされる。2010 年末における世界の洋上風力発電設備容量は 345 万 kW に留まるが、例えば英国では、2020 年までに 3,200 万 kW の洋上風力を設置する計画”Round3”を発表し、£ 100Bil (約 13 兆円) の資金を投資するとしている。これを受けて GE、Siemens 等複数の風車メーカーが英国内への工場進出を発表した。エネルギー政策を通じて産業振興を図ろうとする事例の一つといえよう。

中国は RPS と国内調達義務で国内産業を育成

一方、足許では中国の発展が目覚ましい。中国では発電会社に再生可能エネルギーを一定割合導入する義務(RPS (Renewable Portfolio Standard))を負わせることで、CDM 受入とも相俟って、風力発電の拡大が一気に進んだ。中国では更に、機器の国内調達率 7 割を義務付けることにより、国内メーカーの飛躍的な成長に繋がった。2010 年には国内調達率の規制は撤廃されたが、中国における国内メーカーのシェアは 2004 年 21%から 2009 年 88%と一気に拡大した【図表Ⅳ－9】。

【図表Ⅳ－8】中国の風力発電政策



【図表Ⅳ－9】中国の風力発電産業

	新規導入量 (万kW)	累積設置量 (万kW)	国内メーカー シェア
2002	7	47	n.a
2003	10	57	n.a
2004	20	77	21%
2005	50	126	28%
2006	133	259	39%
2007	329	588	50%
2008	625	1,212	74%
2009	1,375	2,585	88%
2010	1,893	4,478	n.a

(出所)【図表Ⅳ－8】【図表Ⅳ－9】共に、日本産業機会工業会「風力発電関連機器産業に関する調査研究」等よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

韓国は官民を挙げて洋上風力でイニシアティブ獲得を目指す

2010 年累積設備容量 34 万 kW とこれまで殆ど導入実績のない韓国においても、官民を挙げて風力発電を積極的に推進する動きが見られる。特に洋上風力に注力し、2019 年までに黄海に官民合同で 250 万 kW の風車設置を計画している。世界的にこれから成長が期待される洋上風力で、自国メーカーにいち早く実績を積みさせることによりイニシアティブを獲得し、輸出産業としての拡大を目指す方針である。

国内市場の育成とメーカーの競争力強化が必要

このように世界的に風力発電による産業振興政策は盛んに行われており、いわば風力発電産業誘致の国際競争が行われているといえる。既に巨大な市場を育成し関連産業を集積させている風力先進国に対し、後進国である日本が誘致競争で打ち勝っていくためには、投資を呼び込む魅力的な風力発電市場を、国内に形成していくことが必要であるといえる。

V. 風力発電による東北復興プロジェクト

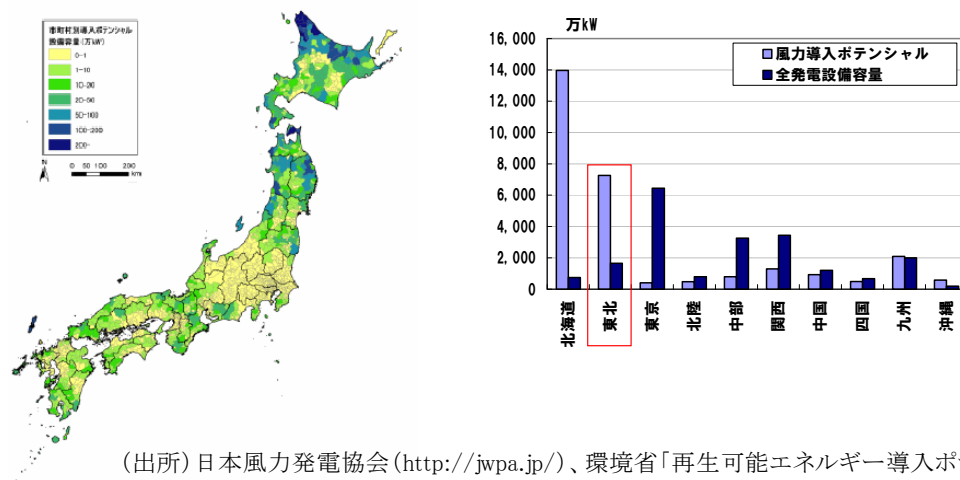
中長期的な復興
プランは雇用創
出が最重要

東北地方に風力
発電クラスターを
形成

東日本大震災被災地の復興は、言うまでもなく最重要課題である。まずは生活の再建・インフラの復旧が急がれるが、同時に今後も末永く安心して生活を営む絵を描けるような中長期的で持続可能な復興プランを早期に提示することも、地域の空洞化を回避するためには重要である。また、その際に第一に必要なのは生活の糧を得るための雇用創出であり、そのための産業振興である。持続可能性を考えれば、東北地方の強みを活かし、東北地方にこそ必要な産業を興すのが望ましい。

そこで、東北復興プロジェクトとして、風力発電産業を東北地方に本格的に誘致してはどうだろうか。東北各地で風力発電所の建設を進めると同時に、東北地方へ風車メーカー、部品メーカーの工場誘致を行う。環境省の 2011 年調査によれば、社会的制約勘案後の東北エリアにおける陸上風力発電導入ポテンシャルは 7,263 万 kW であり、日本全体のポテンシャルの実に 26% を占める【図表 V-1】。東北地方は極めて風況に恵まれた地域といえる。また、これまで東北地方は自動車や電子部品産業のクラスター形成に力を入れてきた経緯があり、内陸の東北自動車道沿いを中心に製造業の集積が認められる。部品の加工組立は東北エリアの産業が得意とするところである。EU の例に則れば【図表 V-2】、例えば毎年 100 万 kW のペースで風力発電が導入されれば、製造業だけで 12,500 人の雇用が創出されるほか、風力発電所建設に 1,200 人、運営管理に毎年 300 人の雇用増が期待できる。

【図表 V-1】風力発電導入ポテンシャル



(出所) 日本風力発電協会 (<http://jwpa.jp/>)、環境省「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」(2011 年 4 月)よりみずほコーポレート銀行産業調査部作成

【図表 V-2】EU における 1MW あたり雇用者数(2007 年)

	人/MW	
	雇用者数 /新規設置量MW	雇用者数 /既存設置量MW
風車製造(直接雇用)	7.5	—
風車製造(間接雇用)	5.0	—
風車設置	1.2	—
保守・メンテナンス	—	0.3
その他直接雇用※	1.3	0.1
合計	15.1	0.4

※IPP/電力事業者、コンサルタント、リサーチ、金融サービス、その他

(出所) Global Wind Energy Council (<http://www.gwec.net/>)より
みずほコーポレート銀行産業調査部作成

VI. 風力発電の本格導入に向けて求められる施策

信頼性の高い長期目標の設定

日本において風力発電を本格導入するために求められる具体的な施策を挙げてみたい。まず、政府による長期目標の設定が必要である。産業として成立するに相応の規模の野心的な目標値を政策として示されていない中では、発電事業者、風車メーカーの投資意欲を誘発できない。中途半端で不透明な導入計画ではなく、具体的根拠に基づいた信頼性の高い長期目標を設定し、風力発電を重要な電源として位置づける政策意志を明確に示す必要がある。

事業性を担保する制度設計

次に、風力発電事業者の事業性が担保される枠組みの整備が挙げられる。全量固定価格買取制度が導入されることがまず最低限必要であるが、優先接続・優先給電ルールを導入や、系統対策コストの負担問題、電力余剰発生時の対応方法(出力抑制・解列ルール)の検討等、発電事業者にとっての事業リスクやコスト要因を緩和・解消するための取組みも急がれる。風力発電の場合、特に問題とされるのが、夜間等需要が縮小する時間帯における電力余剰の問題である。電源は原子力、流れ込み式水力のような出力調整不適な長期固定電源と、火力(ガス・石油)のような需要に応じた出力調整能力の高い電源に分けられる。夜間等の不需要期に風力発電量が大幅に増加し電力余剰が生じれば、火力発電での負荷調整だけでは吸収できなくなる(下げ代制約)為、風力の大量導入には蓄電池の設置や不需要期の解列が必要になるといわれる。事業者がリスクの予見可能性をもって事業の採算性を確保できる仕組みが整備されないままでは、民間の投融資資金を市場に流入させることは困難であり、市場の拡大は限定的となろう。

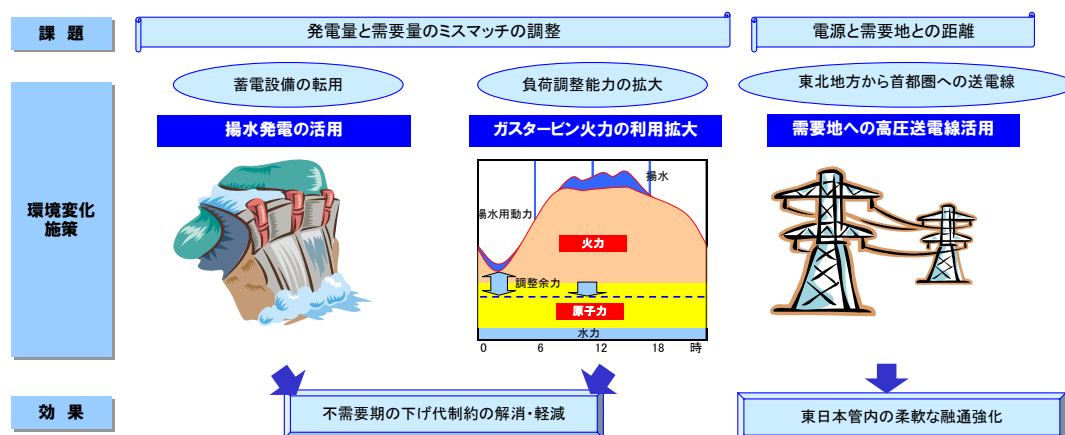
系統対策コストのルール整備

とりわけ出力が安定しない再生可能エネルギーを大量導入する際の系統対策コストの負担については、早急に明確なルールの整備が必要である。全量固定価格買取制度導入の議論の中で系統対策コストの負担についての議論も行われており、例えば電源線敷設や系統増強費用については発電事業者負担の方向付けがなされつつあるが、東日本大震災以後再生可能エネルギーの必要性が一気に高まっている中、より再生可能エネルギーの導入を進めやすいルールの整備が急がれる。例えばドイツにおいては再生可能エネルギーに対し、優先給電(従来電源よりも後に出力抑制)に加えて優先接続(従来電源に優先して系統に接続)が規定されており、この場合の系統増強費用は原則系統運用者の負担とされ、最終的には一般需要家に転嫁されている。

東日本大震災による環境変化で既存インフラの活用が可能に

一方で、東日本大震災に伴う環境変化により、既存インフラをより再生可能エネルギーのために活用することが可能となり、系統対策コストを低減できる可能性が生じていることも指摘したい。例えば原発は夜間電力を揚水発電にいわば蓄電し、昼間に発電させることで需給のアンバランスを解消しているが、東日本大震災以後、原発の出力が大幅に低下している中で、こうした揚水発電の蓄電機能を風力に活用することはできないか。欧州では既に揚水発電の機能が再生可能エネルギーの負荷調整に用いられており、再生可能エネルギー導入拡大のための対策として揚水発電所の増強を進めている。また、原発の出力低下と火力の出力増加により出力調整能力が柔軟な電源の割合が増えているため、東日本大震災後、風力の不安定さを吸収する LFC 容量(短周期周波数調整容量)や下げ代が増している可能性も指摘できる。スペインの事例で見たように、火力の機動的な稼働により全体の供給量を調整すれば、蓄電池設置コスト等は相応に削減できる可能性が高い【図表 VI-1】。

【図表VI-1】東日本大震災後のインフラ環境変化



(出所) みずほコーポレート銀行産業調査部作成

規制緩和・特区の創設

導入促進を妨げる過度な規制の緩和も重要である。2007 年の建設基準法厳格化は、結果的に日本の風車建設をスローダウンさせたといわれる。今後は風力が環境アセスメントの対象とされることで更に建設に要する期間が長期化するとみられており、ますます民間資金の流入を阻害することが懸念されている。その他にも保安林に関する規制等、過度の規制があれば見直す必要もある。例えば被災地に限って土地利用の規制を緩和する特区を創設し開発を促すというアイデアも考えられよう。

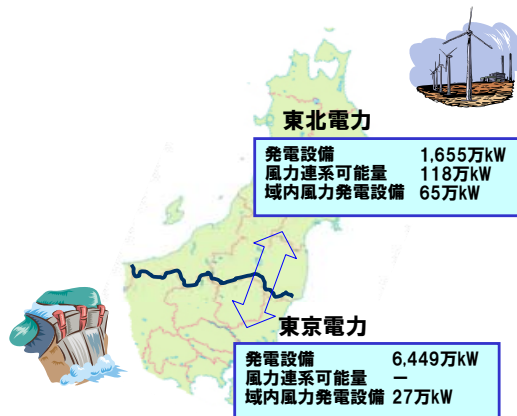
導入コスト低減に対する政府関与

更に、導入促進のため今一步踏み込んだ政府関与も期待したい。風況のみならず落雷や系統、海底環境等に関する調査データの整備・公表や必要な環境アセスメントの取得、利害関係者(地域住民、漁協、公園・港湾管理者等)との調整等を、政府が主導して実施してはどうだろうか。風車設置に至るまでのゾーニングプロセスを政府が行うことで、懐妊期間の短期化による導入コスト、事業リスクの低減が期待できる。更に、立地促進の観点から、既に水力や地熱は対象になっている所謂電源三法交付金の対象電源に風力を加えることも検討に値しよう。

電力事業者間の連携促進

東北地方については、より具体的な施策を検討し得るだろう。東北地方での風力発電導入における最大の課題は、大量の風力発電を消費するだけの需要規模が東北地方に存在しない為、日本でも屈指の好風況地であるにも関わらず、そのポテンシャルを活かしきれない点である。従って、東北地方での導入拡大のためには、他電力との電力融通を柔軟に行うことが必須であろう。特に大需要地を擁し、1,000 万 kW 規模の揚水発電能力を抱える東京電力管内との柔軟な連携は不可欠であるが【図表VI-2】、既に両電力管内を結ぶ相応の容量を持った連系幹線が存在するほか、福島原発から首都圏に伸びる送電線も活用可能であろう。卸電力取引所の活性化と併せて、まずは既存インフラを最大限に活用するべく再生可能エネルギーの大量融通を前提とした地域間連系の運用ルールを整備等を行い、その上で将来的には連系線の増強も検討していくべきであろう。

【図表Ⅵ－２】電力会社間の連携促進



東北電力風力発電募集への応募結果(2010年度)

募集対象	必要な周波数変動対策	募集量	応募量	倍率
通常枠	大規模風力	20万kW	約239万kW	12倍
	中規模風力	2万kW	約4万kW	2倍
	小計	22万kW	約243万kW	11倍
蓄電池枠	出力変動緩和制御型風力	5万kW	約14万kW	3倍
合計		27万kW	約257万kW	10倍

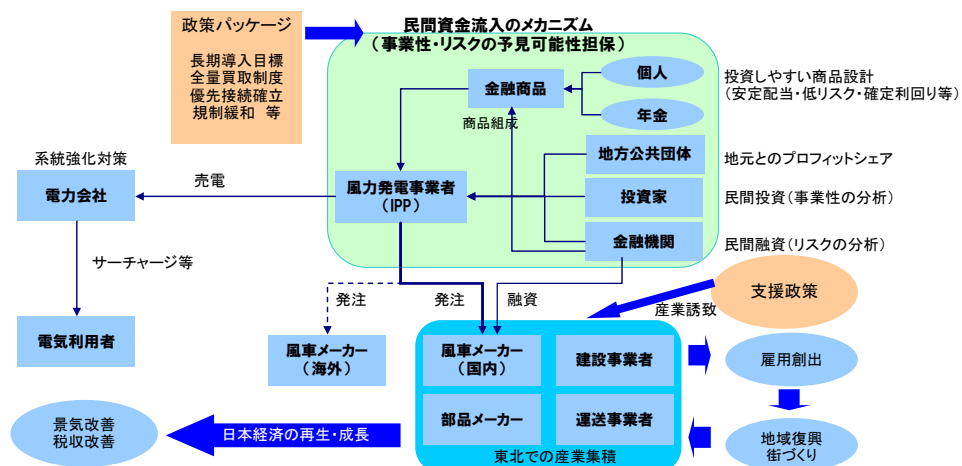
(出所) 日本電気協会「電気事業便覧」、東北電力 (<http://www.tohoku-epco.co.jp/>) より
みずほコーポレート銀行産業調査部作成

VII. 終わりに

以上、国内における風力発電導入の必要性和経済効果について考察し、産業振興の側面から見た風力発電本格導入の意義を明らかにした。原発中心に推進してきた日本のエネルギー計画に風力発電を持ち込むことは、発想の転換を求めるものかもしれない。我々は原発を今後も日本のエネルギーを支える重要な電源として認識しており、原発と共存可能な環境整備と国民合意形成がなされることを願う。しかしそれには時間をかけた丁寧な議論が必要であり、今何より必要なのは、国民合意が得られるまでの中期的な電力供給プランを早急に策定し、必要な施策を実行に移すことであり、その際には従来のエネルギー政策の基本理念である 3E(安定供給、経済性、環境適合性)を中心とした視点に加え、安全性はもとより、産業振興的側面を十分に踏まえた最適な電源構成の検討が必要となろう。

海外の事例を見ても、再生可能エネルギーの導入には政策的な後押しが必須である。政策に求められるのは、長期的なぶれない導入目標設定と、魅力的な市場形成のための制度づくりであり、事業性を担保するこれらの政策パッケージが整えば、市場へ民間資金が流入し、財政出動を伴うことなく市場活性化と産業振興を実現することが可能となる【図表Ⅶ－１】。風力発電で東日本大震災からの復興の風を東北中心に興し、国内に蔓延する不安を吹き飛ばすような政治のリーダーシップを期待したい。

【図表Ⅶ－１】政策パッケージと民間資金活用の組み合わせ



(出所) みずほコーポレート銀行産業調査部作成

＜引用・参考文献＞

1. 資料等

- 経済産業省「エネルギー白書 2010」
- 経済産業省「エネルギー基本計画」
- 経済産業省「長期エネルギー需給見通し」
- 経済産業省「電力調査統計」
- 経済産業省「工業統計」
- 財務省「貿易統計」
- NEDO「再生可能エネルギー技術白書」
- 環境省「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」
- IEA「World Energy Outlook 2010」
- NEDO「再生可能エネルギー技術白書」
- BTM Consults「World Market Update 2010」
- Emerging energy research「Global Wind Turbine Market and Strategies 2010-2025」
- 日本産業機械工業会「風力発電関連産業に関する調査研究」
- Institute of Information Technology「電力関連・蓄電分野の動向」
- 日本電気協会「電気事業便覧」

2. Web サイト

- 日本風力発電協会 (<http://jwpa.jp>)
- AEE (<http://www.aeeolica.org/en/>)
- REE (<http://www.ree.es/>)
- BMU (<http://www.bmu.de/>)
- Global Wind Energy Council (<http://www.gwec.net/>)
- 東北電力 (<http://www.tohoku-epco.co.jp/>)

他、関連業界のホームページ、プレスリリース等

©2011 株式会社みずほコーポレート銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。

本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。

MIZUHO



Channel to Discovery