

■ウインドウズ オブ Wind (風の窓) 世界の風力発電の動向

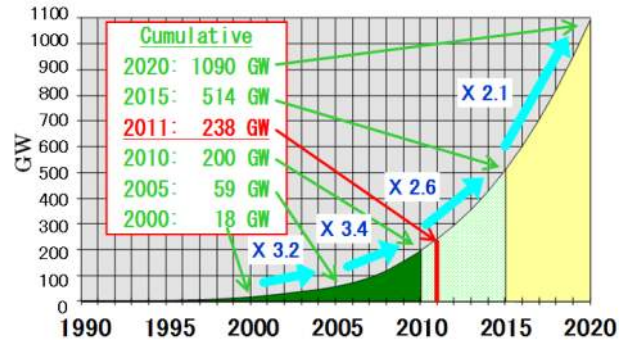
日本風力発電協会 国際部会長 上田悦紀
三菱重工株式会社

1. 世界の風力発電の導入量

世界の風力発電は2011年末で、約20万台・約238GW (1GW=百万kW) の風車が回り、新規導入量も約2万台・約41GW/年です¹⁾²⁾。成長率は年率約20%、5年で2~3倍です²⁾。

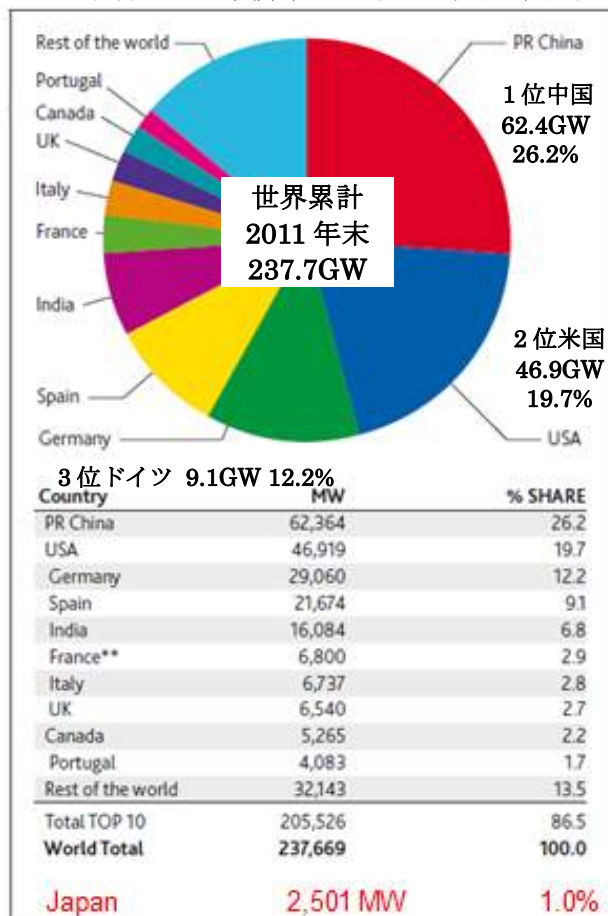
国別では欧州勢を抑えて、中国と米国が圧倒的です。日本は累計で世界の1%で13位、新規は0.4%で21位と出遅れています。FIT成立により市場拡大が期待されています。

一見、順風満帆に見えますが、世界の風力発電市場は転機を迎えており、ここ数年は激動の時代となる可能性があります。その主因は中国と米国の風力発電市場の停滞です。

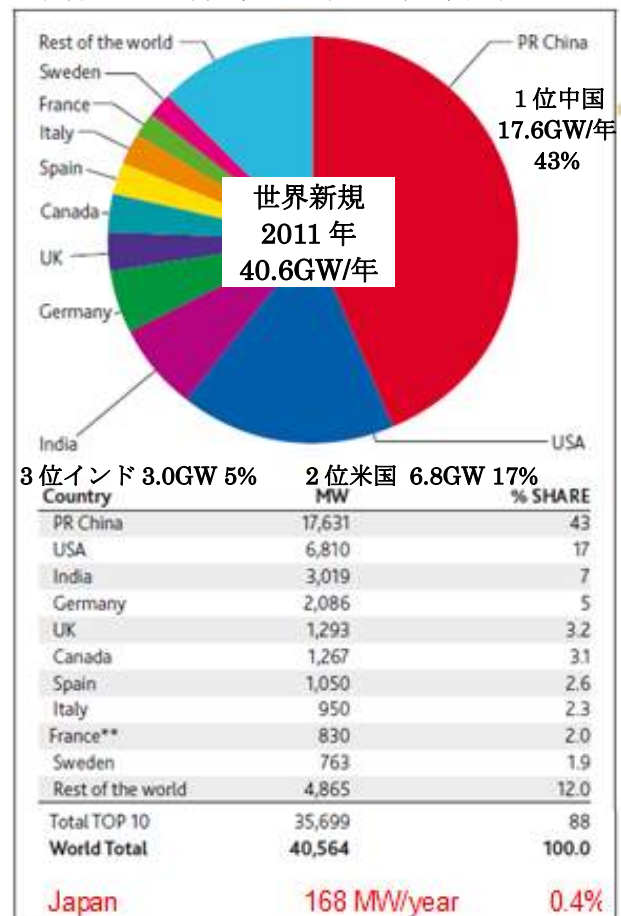


世界の風力発電の累積導入量の推移³⁾

世界の風力累積導入量 (2011年末・国別)¹⁾



世界の風力新規導入量 (2009年・国別)¹⁾



2. 主要国の状況：欧州

風力発電の拡大には4つの理由があります。

- 1) 環境保護（脱石炭・脱石油→地球環境保護）
- 2) 石油代替電源（中東依存度の低減）
- 3) エネルギー安全保障（国内自給率向上）
- 4) 新エネ産業振興（雇用確保と外貨獲得）

風力発電導入の1位と2位が京都議定書未批准の中国と米国であることは、2)～4)の重要性を示しています。

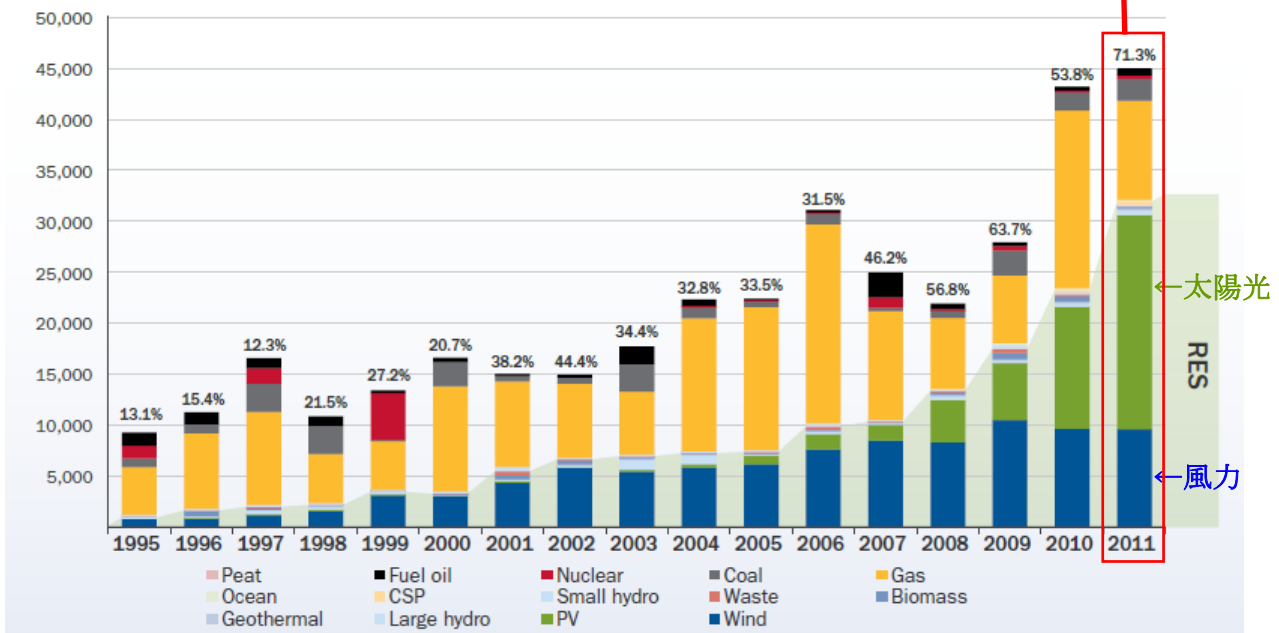
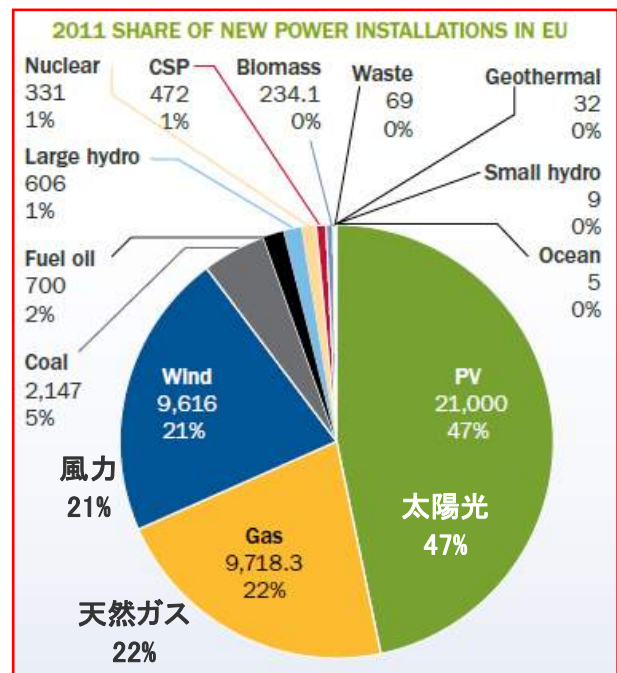
欧州は、石油は北海油田の枯渇、石炭は酸性雨、原子力はチェルノブイリ事故、天然ガスはロシアの禁輸や値上げ、とエネルギーの確保に苦闘した結果、多少の不安定さやコスト高はあっても地域内で自給可能な電源として、積極的かつ継続的に風力発電の導入を進めています。

2020年に電力需要の20%を風力で賄う目標を掲げ、21世紀の新設電源の約20%は風力になっています。電力供給に占める風力の比率は、2011年時点でEU全体で6%、デンマークは26%、ポルトガルとスペインは16%、アイルランドは12%、ドイツは11%に達しています⁴⁾。

最近では陸上の風車適地を蕩尽してきたため、洋上風力発電と太陽光発電に移行しています。ただ、洋上風力開発は長い時間と巨額の資金を要するため、金融危機の影響が懸念されます。太陽光発電はFITの補填負担が大きく、見直しが行われています。飽和してきた欧州に代わり、米国と中国が風力発電市場を支えました。

主要国の風力発電の導入状況（2011年）¹⁾⁴⁾⁵⁾

国名	風力発電の導入量		風力発電のシェア	
	累積	新規	電源設備	電力供給
中国	62.4GW	17.6GW/年	約5%	約2%
米国	46.9GW	6.8GW/年	7%	3%
ドイツ	29.1GW	2.1GW/年	約25%	11%
スペイン	21.7GW	1.1GW/年	約25%	16%
フランス	6.8GW	0.8GW/年	6%	3%
英国	6.5GW	1.3GW/年	8%	4%
日本	2.5GW	0.17GW/年	0.8%	0.5%



THE EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION EU INSTALLED POWER GENERATING CAPACITY PER YEAR IN MW AND RES SHARE (%)

欧州では最近の新設電源の約20%が風車⁴⁾

3. 米国

米国では、広大な好風況地に数百台の風車を建設するスケールメリットにより、風力発電のコストを劇的に低減させました⁶⁾。

米国の主な風力導入促進策はFITやRPSではなく、PTC (Production Tax Credit: 生産減税。風力の発電量に応じて約2セント/kWhの税金還付する制度)です。しかしPTCは時限立法で1992～2004年は隔年で失効。その度に市場規模が激変して、風車メーカーを設備投資と在庫リスクで翻弄しました。例えばNEG-Micon社が自力更生を諦めてVestas社との合併を決めたのは、2004年分のPTC法案の不成立決定の約2週間後でした。

2005年からPTCが複数年連続して適用され、続いて米国エネルギー省 (DOE: Department of Energy) が「20% Wind Energy by 2030 計画」

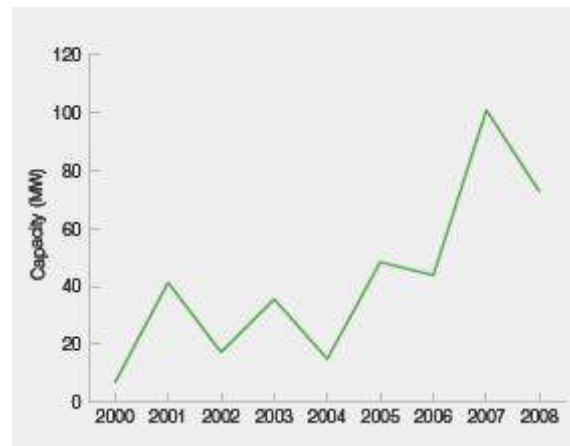
(2030年に全米電力需要の20%を風力で賄う)を公表。さらにグリーン・ニューディールを掲げるオバマ大統領が登場したため、世界の風車メーカーは積極的に工場進出と増産投資を行い、風力発電の一大ブームが到来しました。

DOEは2008年5月に産官学を結集して下の内容の包括的な報告書を発行しました⁸⁾。

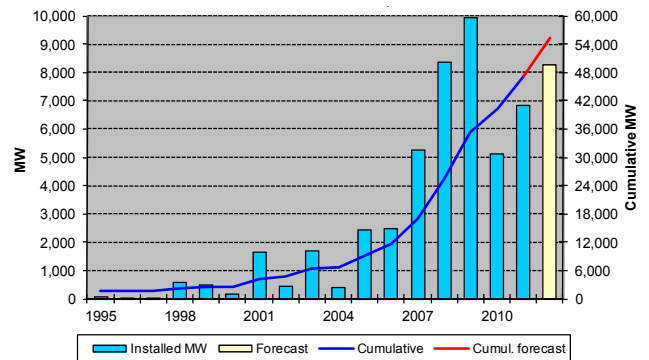
- 1) 2030年までに305GW・15万台の風車を建てる。(2011年末世界合計の約1.2倍)
- 2) 2016年までに風車導入量を毎年15GW・7千台に倍増させる。
- 3) 連系用の送電網を全米規模で整備する。(出力変動はSmart-Grid技術で吸収)
- 4) 上記に必要な、風車増産(工場誘致)、技術開発、人材育成を行う。

米国の巨大ウインドファーム

サイト名	運開	出力	台数
Roscoe	2009	781.5MW	627台
Horse Hollow	2006	736.5MW	491台
Capricorn Ridge	2008	662.5MW	375台
Sweetwater	2007	585.3MW	約400台
Buffalo Gap	2008	523.3MW	296台

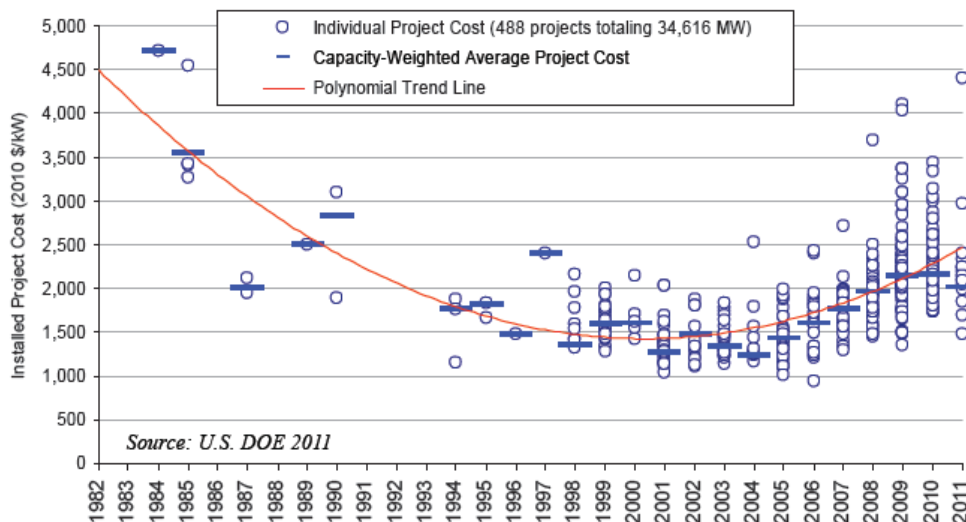


米国のウインドファームの大型化⁷⁾



Source: BTM Consult - A Part of Navigant Consulting - March 2012

2000、2002、2004年はPTC失効で市場低迷²⁾



米国の風力発電の建設費の推移⁶⁾

このブームを2008年9月のリーマン・ショックが襲いました。風力開発計画が次々キャンセルされて、米国風車市場は2009年の10GW/年から5GW/年に半減。風車メーカーは在庫処理に追われました。この低迷から徐々に回復してきた所で、3つの問題が顕在化してきました。

まず2012年末のPTC失効です。AWEAやVestas社は「PTCが延長されないと米国風車工場の閉鎖やリストラで雇用が悪影響が出る」と警告しています⁹⁾。しかし延長法案が通らないまま大統領選シーズンに突入、もしロムニー候補が当選すればPTCは廃案になる可能性があります。

次は「米国人の雇用を守れ！」という保護主義の高まりです。中国等の海外メーカーに対し、知財侵犯やダンピング等の訴訟が起こされています^{10) 11)}。

最後の最も深刻な問題が天然ガス火力発電との競合です。米国では採掘技術の革新により頁岩由来の非在来型天然ガス（シェールガス）が2008年から大量に供給され始め¹²⁾、天然ガス価格は2ドル/MMBtuまで急落しました¹³⁾。この価格は熱量換算で石油とリンクしている日本の天然ガス価格約16ドル/MMBtuの約1/8と極めて安い。（注：天然ガスは、長距離輸送にはパイプラインまたは液化設備とLNGタンカーという高額のインフラを必要とするため、地域毎に価格差が存在します。）

このため米国の電力会社の電気購入価格が急落、風力発電の売電収益を圧迫しています。また従来は風力発電に向けられていた投資が、ガスタービンを用いた高効率の天然ガス複合火力発電設備に振り代えられています。

米国は市場原理が強く働く市場なので、安価な天然ガスは風力発電の強力なライバルです。米国内のシェールガスは数十年分の資源量が確認されているため、この状況はしばらく続くと予想されます。

4. 中国

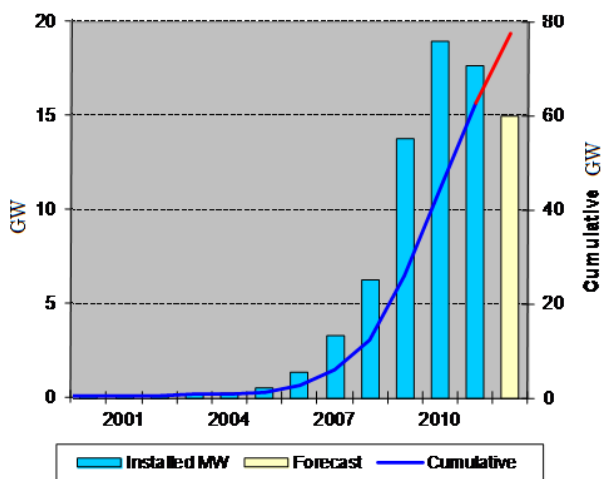
中国の風力発電導入量は、2003～2009年の6年間に渡って倍増を続け、2010年は約19GW/年と世界の風車の半分が中国に建ちました³⁾。2011年も新規17.6GW/年、累積62.4GW（内28%は未連系）で共に世界1位です。ただし、中国の風力発電の統計は精度が荒く、集計先や発表時期によって多少のばらつきがあります。国家発展改革委員会エネルギー研究所の2011年10月の発表¹⁴⁾では、2050年までに1000GWの風力発電を導入して、中国の電力需要の17%をまかなう計画です。今後は約15GW/年の導入ペースになります。

中国の風力発電の導入ロードマップ¹⁴⁾

年	2010年	2020年	2030年	2050年
累積量	45GW	200GW	400GW	1000GW



シェールガス革命で米国の天然ガス価格は2ドル/MMBtuまで急落¹³⁾



Source: BTM Consult - A Part of Navigant Consulting - March 2012
2003年から2009年まで倍増が続いた。

中国の風力発電の発展²⁾³⁾

暦年	新規 MW/年	累積 MW	海外 メーカ シェア	中国 メーカ シェア
2002	67	473	-	-
2003	98	571	-	-
2004	198	769	78.9%	21.1%
2005	498	1264	72.3%	27.7%
2006	1334	2588	61.0%	39.0%
2007	3287	5875	50.5%	49.5%
2008	6246	12121	26.6%	73.5%
2009	13750	25853	7.1%	87.7%
2010	18928	44781	7.6%	92.4%
2011	17631	62412	7%	93%

中国の新規導入量が2010年でピークアウトしたのは、次の問題が顕在化したためです。

- 中国の風力発電 CDM に対する国連の審査が厳しくなって外資の流入が細った¹⁵⁾
- 風車導入に系統整備が追いつかない
- 系統擾乱で風車が解列し大規模停電が頻発
- 製造不良等による風車故障の頻発

中国中央政府は、従来の高成長路線から引締め方向転換して、乱開発防止と国内風車産業の競争力向上を図ろうとしています。具体的には次の2つの対策が採られました。

- 系統連系が確実な案件だけに認可を絞る
- 瞬間停電対策 (LVRT : Low Voltage Ride Through) 等の信頼性向上対策の義務付け

これは市場拡大を見越して増産を続けていた中国の風車メーカーにとっては大きな誤算です。既に最盛期の約80社から2011年末には十数社にまで淘汰が進みました。中央政府は最終的には数社に絞る意図を表明しています。

国内市場が成長鈍化すると、中国風車メーカーの生産能力が国内市場を上回ることで、海外輸出に活路を求めることになり、海外の風車展示会にも積極的にブースを出して宣伝しています。日本の電力会社の入札にも、金風 Goldwind が応募した例が出てきています。

一方、世界の大手発電事業者は風車の信頼性を重視するので、欧米での運転実績 (Track Record) の無い風車は採用しません。そこで中国風車メーカーは自社風車を使ったウィンドファームを中国系金融機関の資金で海外に建設 (自主開発) して、実績を作ろうとしています。また対米輸出は、米国の保護主義の政治動向と衝突するので、知財訴訟やダンピング提訴という形で貿易摩擦が顕在化しています^{10) 11)}。

中国風車メーカーの海外輸出の動き

中国風車メーカー	輸出先
金風 Goldwind	米国、カナダ、キューバ、ブラジル、豪州、ドイツ、スペイン、ポーランド、ロシア、インド、パキスタン、エチオピア (買収した Vensys の実績も含む)
華鋭 Sinovel	インド、リーマニア、生産量の3割の輸出を表明
東方 Dongfang	インド
明陽 Mingyang	米国
上海電気 Sewind	英国、インド、タイ
瀋陽瑞祥風能設備 A Power	米国
三一電気 Sany	米国
常牽新誉	米国、タイ
華儀風能 Hewind	チリ



EWEA2012 の中国風車メーカーの展示ブース

5. まとめ

欧州に代わり風力発電を牽引してきた米国と中国が相次いでピークアウトを迎えました。米国は PTC 失効と天然ガス価格低迷、中国は系統制約が主な理由です。ブラジル、メキシコ、インド、豪州、アフリカ諸国等の新興市場の開発も始まっていますが、米国・中国の穴を埋めるには力不足です。このため、2012 年上期の世界の風車の新規建設量は、2011 年上期よりも 30%も少なくなっています¹⁶⁾。FIT が始まった日本も注目されていますが、環境アセスや系統制約があり、風力開発の本格化にはまだ時間がかかります。

一方で世界の風車メーカーは、市場の急成長に応じて活発に増産を図ってきたため、一時的に風車が供給過剰になって、厳しい状況に晒されています。上位メーカーの Vestas や Gamesa でも役員交代や買収提携の噂が流れ、Enercon は Woben 社長の後継問題を抱え、下位メーカーの Clipper や Bard は売却話が報道されています。Suzlon (含む REpower) のようにリーマン・ショックの株価低迷で財務が悪化していると、さらに険しい立場に追い込まれています。

新市場として期待される洋上風力発電は、超大型風車の開発、建設専用 SEP 船の整備など、多様な技術力と多額の資金が必要なため、財務体力のない風車メーカーは単独での参入が難しい分野です。また風車本体だけでなく、基礎、海底送電線、海洋土木、港湾整備等の関連産業にも大きなビジネスチャンスが生まれます。

また新規建設の停滞に伴い、既存風車のメンテナンスが新たな収益事業として見直されています。そこで風車メーカーは、大型の長期保守契約の受注に積極的に動いています¹⁷⁾。

このように不況期は業界再編とビジネスモデル革新の機会でもあるので、今後の数年間は激動の時代になる可能性があると思います。

参考文献

- 1) Global Wind Report Annual market update 2011, GWEC
- 2) World Market Update 2011, BTM Consult ApS
- 3) World Market Update 2010, BTM Consult ApS
- 4) Wind in power 2011 European statistics, EWEA
- 5) IEA WIND ENERGY 2011 ANNUAL REPORT
- 6) Recent Developments in the Levelized Cost of Energy from U.S. Wind Power Projects, NREL, 2012 年 2 月
- 7) Annual Wind Industry Report 2008, DOE
- 8) 20% Wind Energy by 2030, DOE, 2008 年 5 月
- 9) PTC the key to wind power manufacturing jobs, AWEA, 2012 年 2 月 21 日
- 10) AMSC v Sinovel - the stories from 2007 -present, Windpower Monthly 特設サイト、<http://www.windpowermonthly.com/news/1094997/AMSC-v-Sinovel---stories-2007-present/>
- 11) 中国製風力発電製品にクロ仮決定 ダンピングで米貿易委、朝日新聞、2012 年 2 月 14 日
- 12) シェールガスのインパクト、石油・天然ガスレビュー Vol.44 No.3、2010 年 5 月、http://oilgas-info.jogmec.go.jp/report_pdf.pl?pdf=201005_015a.pdf&id=3574
- 13) WTI 天然ガス価格のチャート、<http://futures.tradingcharts.com/chart/NG/M>
- 14) China Wind energy Development Roadmap 2050、中国発展改革エネルギー研究所、2011 年 10 月
- 15) 国連排出枠の発行停止 申請殺到 対応後手に、日経産業新聞、2010 年 10 月 27 日
- 16) Wind turbine orders drop by 30% in early 2012, analyst says, Recharge 記事、2012 年 7 月 26 日、<http://www.rechargenews.com/energy/wind/article318833.ece>
- 17) Vestas secures its largest service contract renewal for 1,897 MW, Vestas、2012 年 6 月 25 日、<http://www.vestas.com/en/media/news/news-display.aspx?action=3&NewsID=3114>