

特別講演 I

21世紀の課題：風力発電について

京都大学名誉教授 工博 白石 成人

1 まえがき

本年(2003年)6月にエヴィアン(フランス)で開催されたG8サミットは、会議の成果として、「持続可能な発展のための科学技術」を推進する行動計画(A G8 Action Plan)を発表した。その中で、地球環境保全のための基本戦略として国際的協力体制を確立することと、実効ある成果を得るために、基礎となる各種の再生エネルギーの開発研究の重要性を強調している。行動計画の全文はかなりの長さになるため割愛するが、該当する部分を紹介すれば、以下のようである。

We recognise the need, as acknowledged in the World Summit on Sustainable Development (WSSD) Plan of Implementation, to support the development of cleaner, sustainable, and more efficient technologies. Cooperative scientific research on transformational technologies offers potential to improve public health by cutting pollution and reduce greenhouse emissions to address the challenge of global climate change. ---- We will focus our efforts on three areas that present great opportunities for progress: (1) co-ordination of global observation strategies; (2) cleaner, sustainable, and more efficient energy use; (3) agricultural sustainability, productivity and biodiversity conservation. ---- We will support efforts aimed at substantially increasing the share of renewable energy sources in global energy use: "stimulate fundamental research in renewable energies, such as solar photovoltaics, off-shore wind energy, next generation wind turbines, wave/tidal and geothermal, biomass. We will accelerate the development of fuel cell and hydrogen technologies (power generation, transportation, hydrogen production, storage, distribution, end-use and safety) .

<要約：われわれ先進8カ国はWSSD (the World Summit on Sustainable Development) Plan に示されている、よりクリーンで持続可能で、かつ、より効率的なエネルギー技術の発展の必要性を認識し、環境汚染や温室効果を減少させ、貴重な地球環境を保全するために必要な科学技術的共同研究を3つの領域で推進する。その1は国際的な共同地球観測であり、その2はよりクリーンで持続的かつ効率的なエネルギーの利用であり、その3は持続的農業と生命体の多様性の保全である。特に、全地球的エネルギー消費の視点から再生可能なエネルギーの占める割合を増加する方向の開発研究を推進する。すなわち、太陽光発電(solar photovoltaics)、洋上風エネルギー(off-shore wind energy)、次世代風力発電(next generation wind turbines)、波動・潮力発電、地熱発電、バイオマスである。また、燃料電池および水素技術の開発を積極的に行う。それは動力転換、輸送、水素製造、貯蔵、配送、末端の使用装置およびその安全性の研究である。>

G-8の行動計画は上述の持続的再生エネルギーの開発とともにこれまでの化石エネルギー資源のより有効な活用(expand significantly the availability of and access to cleaner, more efficient fossil fuel technologies)を行い、また、より安全で信頼性の高い原子エネルギーを研究し、これを継続する国の努力も評価する(We take note of the efforts of those G-8 members who will continue to use nuclear energy,

to develop more advanced technologies that would be safer, more reliable ----)とも述べている。主要な G-8 行動計画は全地球的規模でのエネルギー需給問題に対処するために持続可能な資源循環型再生エネルギーを開発しようとするものである。

一方、差し迫ったエネルギー不足が世界の各地で報じられているのも事実である。わが国では、近年発生した原子力発電所における一連の不祥事から、多くの原子力発電所が発電を停止して、諸施設の総合的安全点検を行うことが改めて要求されたが、運転再開されない場合夏場に電力が不足する事態になることが懸念された。その後、幾つかの原子力発電所の運転再開がされることとなり、深刻な事態は漸く回避された。最近イタリアでは急増した一般家庭のクーラー設置が電力不足の原因となり、広範囲での停電が発生し、改めて原子力発電の可能性の議論が再燃する結果となった。米国においてもかつて一部の州で電力供給が行われなくなり深刻な事態となったが、本年(2003年)7月1日にエネルギー庁長官が天然ガスの不足を明らかにした。具体的には本年度の天然ガスは最近5ヵ年平均より22%少なく、昨年度と比較した場合32%減少しており、このまま推移すれば、中西部での本年冬季の暖房費は19%程度上昇するかも知れないと警告している。

21世紀のエネルギー問題は増大するエネルギー需要にどのように対応するかというものであるが、問題は、現在人類の主要なエネルギー源である化石エネルギーがこのままの形で消費すれば近い将来枯渇すること(石油約40年、石炭約180年、天然ガス約60年、ウラン約70年等)、また、増大する需要に応じた消費を行えば深刻な環境悪化をもたらすことであり、これを克服するためには長期的展望に立ったエネルギー計画を速やかに立案する必要がある。一方、ある特定時期や特定地域でエネルギー需要・供給のアンバランスも頻発しており、これには現実的対応が必要である。ここにエネルギー問題の複雑さとともにその解決の困難さがあるといえる。ここでは特に風力発電の問題に着目して、これまで諸外国がどのように取り組んできたか、風力発電が将来果たすべき役割、わが国の現状について考えてみたい。

2 各国の風力発電への取り組み

人類は古くから自然の風を積極的に活用できているが、その一例が帆船であり、また、陸上工作物としては低地となっている国土を内水災害から防ぐために利用されてきたオランダの風車が最もよく知られている。19世紀末に Thomas Edison によって電灯が発明されてから、各種の科学技術の発展が電力産業の発展を促し、これが新たな技術開発を刺激した。この相乗効果が20世紀における驚異的な発展を人類にもたらしてきた。北欧の小国デンマークは第二次大戦やその後の石油危機を通して深刻な電力不足を体験したが、紆余曲折を経ながらこれを克服し、いまや世界をリードする風力産業を育成することに成功した。ドイツや一部ヨーロッパ諸国は原子力発電に変わるエネルギー供給源としての風力に着目し、官民一体となって風力産業を助成してきている。また、米国のブッシュ政権は発電半年足らずで「新国家エネルギー戦略」を発表し、その中で原子力の見直し、資源循環社会への移行、風力産業の育成を表明している。さて、わが国の風力発電の目標値を年別別にヨーロッパ、米国、カナダの目標値と比較したのが下表である。わが国の総合資源エネルギー調査会も新エネルギーの導入促進を進めており、2010年度に向けたその導入目標(括弧内数字は1999年度実績に対する倍数)を太陽光発電4,820MW(約23倍)、風力発電3,000MW(約38倍)、廃棄物発電4,170MW(約5倍)、バイオマス発電330MW(約6倍)としている。しかし、2000年までのわが国の累積風力発電

量 140MW は主要先進国 G-8 の中で最低のものであり、また、2010 年までに導入する発電目標値 3,000MW の実現に対する意欲も必ずしも高いものとはなっていない。

表 主要国・地域の風力発電目標値 (Latest targets in Wind Energy Projects)

年度	日本(MW)	米国(MW)	ヨーロッパ(MW)	カナダ(MW)
1996	16	1,800	1,800 (独のみ)	-----
2000	140	-----	-----	140
2002	214	6,000	44,000	
2010	3,000	10,000	60,000 5,000 (Installed Offshore)	10,000
2020	-----	-----	150,000 50,000 (Installed Offshore)	-----

(MW: Megawatt)

先のサミットでは「2010 年までに世界のエネルギーの 15 %以上を再生可能エネルギーにする」という一文を巡って議論があったが、わが国はこれを 3 %と主張し、また、このような数値目標を決めること自体にも反対した。このような主張はわが国が先進諸国の中でも clean energy への取り組みが極めて消極的であることを露呈しており、問題は深刻である。わが国の総発電量が世界第二位で米国に次ぐものであること、また、その電力料金は他国に比してかなり高額であることを考慮するならば、われわれはわが国のエネルギー政策がいかに地球環境へ重大な影響を与えるものであるかを改めて認識しなければならない。

3 風力発電をなぜ推進すべきか？

この問題を次の 3つの視点から検討してみたい。その第一は地球環境保全の視点であり、第二は自立型エネルギー供給体制の確立の視点であり、第三は近未来の資源循環型社会への対応という視点である。

3・1 地球環境保全 (1997 Kyoto Protocol によるCO₂削減)

1997 年の京都議定書の発効も間近に控え、地球環境保全のためにいかにCO₂排出を削減していくかという問題が重要となってきた。EWEA (ヨーロッパ風エネルギー協会) と Green Peace は共同研究成果として「Wind Force 12」を発表している。ここでの試算によれば、全地球上で再生可能な風エネルギーは 53,000 TWh(Terawatt hours)/year であり、この値は 2020 年段階で全世界が必要とする電力のほぼ 2 倍に相当している。2020 年段階で予測される全世界の消費電力は 25,800 TWh と考えられているが、「Wind Force 12」はこの 12 %にあたる 3,000 TWh を風力発電でまかなうことを提案している。これによって 2020 年までに 120 億トンのCO₂排出削減が期待される。

3・2 輸入依存型から自立型エネルギー供給体制へ

わが国はエネルギー資源に恵まれていないが、この大きな障害を克服して経済大国へと発展してきた。しかし、これまでも幾度となくエネルギー危機に直面してきた。2010 年を対象とした場合、

わが国のエネルギーは、石油約 51 %、石炭約 15 %、天然ガス約 12 %、原子力約 16 %、水力 4 %、新エネルギー約 2 %と考えられ、その大部分を輸入に依存していることになる。このようなエネルギー資源の輸入依存型体制が各種の国際的危機に対して極めて脆弱であることは周知の事実である。その対応策としてエネルギー資源の備蓄や節約に務めなければならないのは当然であるが、根本的には自立型エネルギー供給体制へ向けた技術開発を行うことである。換言すれば、エネルギー源を輸入に依存しない太陽光発電や風力発電の役割に注目すべきである。

3・3 近未来の資源循環型社会へ向けて

現在、われわれが消費しているエネルギーは主として化石エネルギーと原子エネルギーであるが、その大半は近い将来 (約 50 ~ 200 年で) 枯渇する可能性が指摘されている。これに代わるものとして注目されるのが水素と酸素とを反応させて電気と熱をとり出す「燃料電池」であることはよく知られているところである。この原料となる水素は地球上で最も豊富な元素であり、水を分解して求められ、酸素は空気中および水の分解から求められる。「燃料電池」からの廃棄物は無公害の水であること、また、水を分解して水素を得るに必要な電力を太陽光や風力のような太陽エネルギー (風は、地表の温度差によって発生するものであり、太陽エネルギーの一形態である) で行うとすれば、このエネルギー供給・消費のサイクルは循環型システムを構成し、太陽エネルギーがある限り持続可能かつ無公害システムである。これを実現させるためには、水素の製造、輸送、貯蔵技術、各種の燃料電池、電気車両の開発研究とともに、予測される災害に対する対策を研究する必要があるのは当然である。

4 むすび

最近の風力発電技術は進歩は目覚ましく、この 10 年間で発電コストを著しく低減させてきた。今後とも一層の技術開発が求められるところであるが、大切な事は”地球環境を保全しながら豊かな現代生活の持続的な発展を達成するためにはわれわれは何をしなければならないか”という問題認識をもつことではなかろうか。

ドイツ政府は 1991 年に「電力供給法」を施行したが、これを更に発展させ 2000 年に「再生可能エネルギー法」とした。これにより電力会社は風力発電や太陽光発電など再生可能エネルギー電力を 20 年間一定価格で買い取ることが義務づけられた。この法律によりドイツでの風力発電は急速に普及し、2000 年からの 2 年間で新たに 3,000 基以上の風力発電機が設置され、その出力は 12,000MW となり、総発電量に対する割合は 2 %から 4.5 %となっている。

わが国は今年 (2003 年) 「新エネルギー利用法」を施行し、2010 年までに電力の 1.35%を自然エネルギーによるものとするを目標としているが、目標を超過した機関がある場合にはそこから買い取ることが可能となっている。目標値そのものが他の先進諸国のそれに比較してあまりにも低すぎること、自然エネルギーの売買システムを可能としていること、そして、何よりも再生可能エネルギー開発へ向けた意欲そのものが乏しい事が、残念ながら、わが国の現状である。

これを打破するためには、われわれ一人ひとりが問題の重要性を再認識することであり、地球環境保全へ向けての先進国として責任を真摯に受け止め、これを実効ある形にする努力をすべきではなかろうか。