

Status of the Power Supply in Japan and Benefits of a Solar Power Satellite (SPS) System

K. Ishii
Nishinippon Environmental Energy Co., Inc.
(E-mail: k-ishii@neeco.co.jp)
Fax:+81-92-526-1620

1. Status of the Power Supply in Japan

The power supply system in Japan has been formulated as a 10-electric utility structure representing ten different regions. Utilities are responsible for the power supply in their respective service areas. An extensive transmission system links Hokkaido to Shikoku and Kyushu to enable wide area coordination. An important feature of electricity is that production should be always equal to consumption, because electricity cannot be stored. This means that electric utilities must constantly increase or decrease power output, according to variations in power demand. In addition, power generating facilities are required to constantly meet peak power demand.

At the time when the current electric utilities were established, about 80% of power was generated hydraulically. Most of the remainder was generated by thermal power. Total annual power output at the time accounted for only 5% of today's power output. However when the world oil crises twice affected power generation in Japan, fuel for power generation was converted to more easily accessible energy sources, such as nuclear energy, coal, and natural gas. This decreased dependency on oil.

Demand for power will continue to increase in the future. Electric utilities must respond to this combination of ongoing high demand and restricted energy sources, by encouraging a well-balanced utilization of power sources. This approach, termed an "optimal combination of power sources", combines natural gas, coal, oil, and hydraulic power, with nuclear power as a core energy source.

2. CO₂ Issues

Humans have initiated huge consumption of fossil fuels since the early 1800's, with the beginning of the Industrial Revolution. Fossil fuel consumption to date has been ever increasing. As a result, while CO₂ concentration measured 280ppm before the Industrial Revolution, the present concentration has been recorded as 400ppm. At the COP3 conference held in Kyoto in December 1997, Japan pledged to decrease greenhouse effect-causing gas emissions by 6% of 1990 CO₂ emissions, within the five years from 2008 to 2012. Japan advocates three key solutions for CO₂ reduction: (1) energy conservation, (2) nuclear power development, and (3) introduction of new energy sources. Of these three solutions, electric power utilities focus mainly on the development of nuclear power. However, the difficulty of PA (public acceptance) activities and facility site selection is hindering smooth nuclear power development.

3. Benefits of the Solar Power Satellite System (SPS)

The Solar Power Satellite (SPS) System has recently been focused on as a feasible solution that uses existing technology to tackle CO₂ issues, the difficulty of nuclear power development, and the exhaustion of energy sources. The author proposes to construct a DC power transmission system from Hokkaido through to Kyushu and to install a Rectenna (rectifying antenna) which require wide areas such as fields in Hokkaido or Sakhalin for the future development of SPS. Several independent SPS-related studies are currently being promoted, by the Science and Technology Agency, Ministry of Education, and Ministry of International Trade and Industry in Japan. Electric utilities are not deeply involved in such studies. It is anticipated that these separate SPS projects will eventually be integrated, together with the added commitment of industrial, administration, and academic groups in Japan.

電力供給の現状と宇宙太陽発電（SPS）の魅力

石井國義
西日本環境エネルギー株式会社
(E-mail:k-ishii@neeco.co.jp)
Fax:+81-92-526-1620

1. はじめに（発電のしくみ）

発電所でつくられた電気は、電圧を上げて、交流で送電されている。

交流方式は、①使用時に簡単に回転エネルギーとなる、②電圧を簡単に变化できる等の利点を有する一方、①発電機群をすべて同じ回転数で回す必要がある、②直流抵抗のほか交流抵抗が発生する、③貯蔵が簡単にできない等の欠点を持つ。特に、生産即消費（貯蔵ができない）という電気の特質から、電力会社では、時々刻々変化する電力消費にあわせて発電機の出力を増減させる必要があり、また、常に電力消費のピークに対応できる設備を保有していなければならない。

電力会社は、以上のような電気の特質を踏まえ、良質（周波数一定、電圧一定、停電なし）で安価な電気の安定供給に努力している。

2. 電力供給の現状について

(1) 9電力会社の発電設備容量及び発電電力量について

わが国の電力供給については、全国9つの地域において「供給義務」を課せられた各電力会社が、その地域を運営するいわゆる9電力体制（沖縄県のみ沖縄電力(株)）がとられている。

9電力会社の発電設備容量及び発電電力量については、下表のとおりである。九州電力は全国の1割程度を占めている。

			電源別内訳 (%)		
			火力	原子力	水力
発電設備容量 (1998年度末)	9電力	約 19,000万kW	6.1	2.2	1.7
	九州電力	約 1,900万kW	6.0	2.8	1.2
発電電力量 (1998年度)	9電力	約 9,000億kWh	5.2	3.7	1.1
	九州電力	約 800億kWh	4.7	4.5	0.8

(2) 主要送電線系統について

わが国の送電系統は、広域運営のために、北海道から四国、九州まで連系されているが、周波数については、中部より東が50Hz、西が60Hzとなっており、2箇所の周波数変換所で接続されている。また、北海道－青森間及び四国（徳島）－紀伊半島（和歌山）間は、交流抵抗の存在しない直流送電が採用されている。

(3) 電力需要（最大電力及び日負荷曲線）について

年間の最大電力については、今から40年前の1960年頃は、冬季の点灯時（夕方）に発生していたが、業務用や家庭用の冷房需要が急増したことにより、1970年頃から、夏季の13～15時頃に記録されるようになってきた。その後、電力需要の季節間格差及び昼夜間格差は拡大し続けている。

九州電力の過去最大電力（1612万kW）は、1998年8月6日15時に発生しているが、この日の最小電力は800万kW（朝5時頃）であり、最大電力の50%に止まっている。この需要に対応するため、原子力（500万kW弱）をベース電源として一定

運転し、残りの需要変動（昼1000万kW、深夜 500万kW）をほぼ火力（石炭、ガス、石油）発電で調整している。

このように、火力発電は、起動停止、最低負荷、負荷追従性等の運用特性に優れること、及び割高な化石燃料を使用することから、調整用電源として位置づけられ、過酷な運転を要求される一方、石油火力は軽負荷期に長期間停止運用を強いられており、設備の利用率が著しく低くなっている。

今後電力会社においては、電力需要のピークカット及びボトムアップによる負荷平準化を推進し、巨額の設定投資の必要な電源開発の繰り延べ及び設備利用率向上による効率化を図り、電気料金の低減を実現していかなければならない。

(4) 燃料別発電電力量の推移について

今から50年程前、現在の9電力体制が整備された当時は、8割程度が水力によって賄われており、いわゆる水主火従型の電源構成となっていた。全国の年間発電電力量は現在の5%程度であった。

九州においては、産炭地であったことから、1950年代後半には石炭火力が水力を上回り、以降火主水従型の電源構成となる。さらに、高度経済成長に伴い、電力需要も急増し、1965年以降急速に石油火力が増加し、第1次オイルショック時（1973年）には、全体の7割程度を占めるに至った。

わが国では、2度のオイルショックを契機に、エネルギーの安定確保を図るため、原子力、石炭、天然ガス等への燃料転換を推進し、石油依存度を落としてきた。

今後も、電力需要は堅調に伸びることが想定されており、これに対応するため、電力会社は、原子力を中心として、天然ガス、石炭、石油、水力をバランスよく組み合わせさせた電源構成、いわゆる「電源のベストミックス」の推進に努力していかなければならない。

3. CO₂問題について

(1) 地球温暖化とCO₂排出について

石炭、石油等の化石燃料の使用量が増加していく中、燃焼に伴い発生するCO₂は、地球温暖化の原因と考えられている温室効果ガスの代表として問題視されている。

人類は、産業革命が進展した200年前頃から化石燃料の大量消費を始め、その後、その使用量は増加の一途をたどっている。その結果、産業革命以前280ppm程度であった大気中のCO₂濃度は、今では400ppm程度にまで上昇している。

地球は今から45億年前に誕生したが、化石燃料は5億年前の動植物が長期間かかって炭化したものである。また、地球の大気は無限に存在しているかのように感じられるが、地球の直径を1mとすると、成層圏までの厚さは4mm程度しかない。

マクロ的に見ると、人類は、地球が5億年かかって蓄積してきたエネルギーを、数百年という「一瞬」に燃焼し、リンゴの皮程度の厚さの大気中にCO₂を排出し続けている。

我々はこの現実を直視しなければならない。

(2) CO₂排出量の現状について

現在、世界のCO₂排出量は、約62億t-c/年(1994年)であるが、国別では、1位アメリカ(22%)、2位中国(13%)、3位ロシア(7%)、4位日本(5%)となっている。

わが国のCO₂排出量は、約3億t-c/年(1995年)であるが、発電所等のエネルギー転換部門が約30%、ちなみに九州電力は約2%を占めている。

わが国の電気事業からのCO₂排出量の推移については、1970年以降現在まで、電力需要は約3倍増加したが、電気事業からのCO₂排出量は約2倍に抑えられ、排出原単位(発電電力量当たりの排出量)は30%以上低減されている。これは、1970年代のオイルショックを契機として、発電時にCO₂を排出しない原子力発電の開発が着実に推進されたためである。

(3) COP3における削減目標について

1997年12月京都で開催されたCOP3において、温室効果ガスの削減目標が定められた。この中で、わが国は、温室効果ガス排出量を、2008年から2012年の5年間で、1990年比で6%削減することが決定された。

(4) 今後のCO₂排出の見通しについて

わが国は、CO₂削減対策として、①省エネルギー、②原子力開発、③新エネルギー導入の3本柱を掲げている。電力会社では、原子力開発が決め手となるが、PA及び立地の面でその開発の見通しは悲観的にならざるを得ない。

世界的に見ても、現在CO₂排出量の大半を占めている先進諸国においては、大幅な削減は期待できず、一方、途上国においては、今後、人口及びエネルギー使用量が爆発的に増加することが予想されるなど、ネガティブな見通ししか浮かび上がってこない。

4. 宇宙太陽発電(SPS)の魅力について

今後、世界の電力需要がますます伸びていく中、人類は、CO₂問題及びその対策としての原子力開発問題、そして長々期的にはエネルギー資源の枯渇問題等、解決していかなければならない課題が山積している。

こうした課題に対して、人工太陽といえる核融合の開発が期待されているが、実現からほど遠く、ほぼ既存の技術の応用で実現可能と言えるのはSPSしかないと考えられる。

したがって、将来のSPSの開発に備えて、北海道から九州まで直流送電システムを整備し、広大な土地が必要なレクティナを北海道かサハリンの原野に設置してはどうだろうか。

現在までのわが国でのSPS関連の研究は、科技庁、文部省、通産省などそれぞれのラインで個別に進められてきており、また電力会社の関わりも薄い。

今後、SPS実現のためには、わが国の推進体制が一本化され、電力会社を含めた産官学が一体となり、力を集結していくことが期待される。

以上