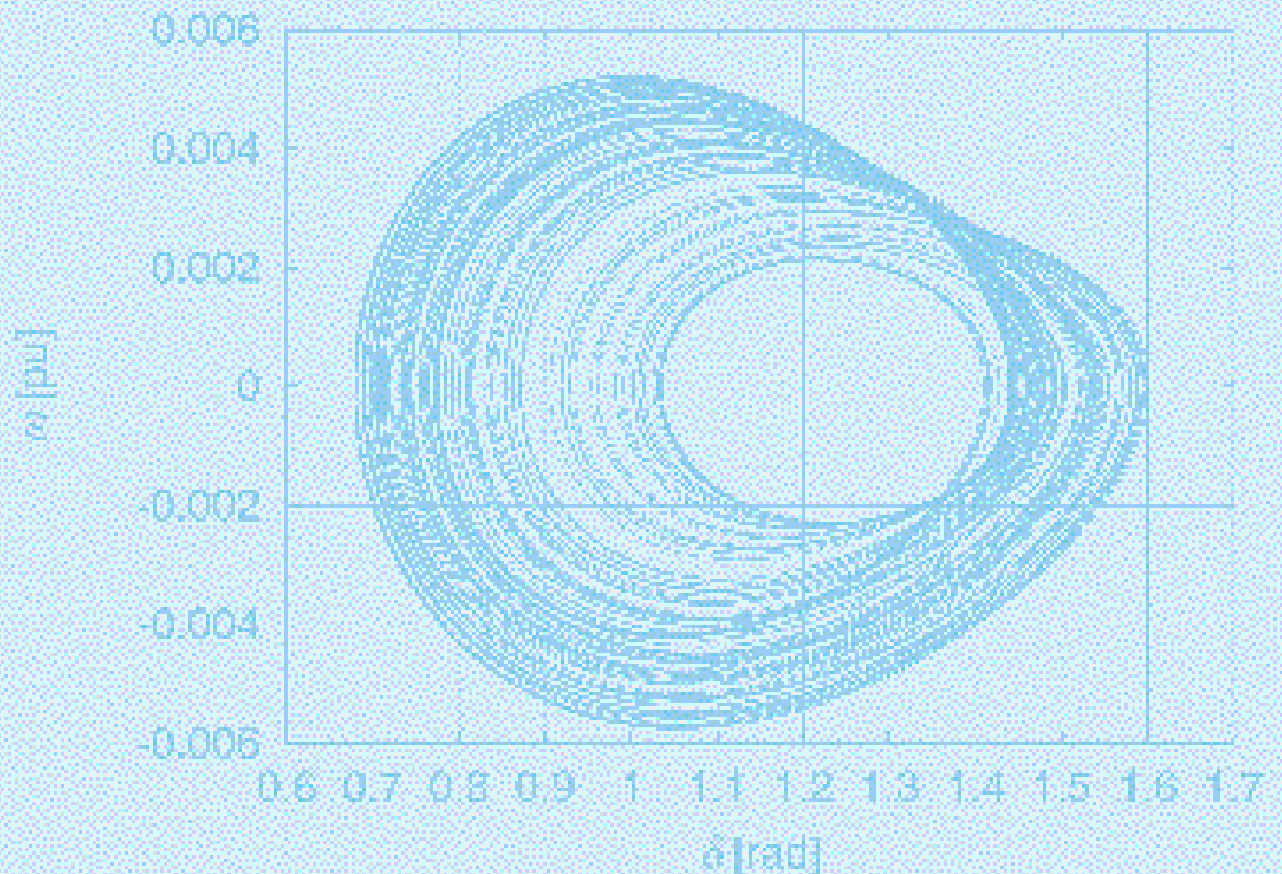


第 2 章

わが国電力システムの将来像



第2章 わが国電力システムの将来像 目次

狛江研究所電力システム部 上席研究員 栗原 郁夫
狛江研究所研究参事 上席研究員 林 敏之

2 - 1 電力需給の将来展望	13
2 - 2 電力システム技術の将来展望	19



栗原 郁夫（昭和57年入所）
燃料電池や電池電力貯蔵等の分散型電源の電力系統への導入評価に関する研究に従事した後、確率論的手法に基づく電力系統の供給信頼度の定量的評価の研究に携わっている。また、電力自由化に伴う新しい技術・経済研究にも取り組んでいる。



林 敏之（昭和46年入所）
主に直流送電の解析、系統制御に関する研究に従事してきた。最近、直流新技術の課題推進担当者として、自励式変換器を含む直流送電の電力系統での活用や設計合理化の取り組みについて検討を進めている。

第2章 わが国電力システムの将来像

わが国の電気事業は、信頼性の確保と品質の向上によりわが国のこれまでの経済発展を支えてきた。今、新たに電力自由化の時代を迎え、電力供給の一層の効率化とコスト低減が求められている。電力自由化は電力供給、消費の不確実性の増大をもたらすとともに、地球規模の環境問題への対応などの面でも、電力システムの計画、運用にとって新たな課題と挑戦の場とな

ろう。また、21世紀中葉にはわが国の人口は減少し、高齢化社会が一層進展することなどから、産業構造の変化も含めて、電力需要の動向と電力システムのあり方が注目される。

このことから、電力需給の将来を展望し、電力システムの技術課題を明らかにする必要がある。

2-1 電力需給の将来展望

2-1-1 21世紀中葉の電力需要

21世紀の電力消費動向

21世紀に予想される社会状況が電力消費に与える影響を定性的に評価したものを表2-1-1に示した。わが国における電力消費は、IT(情報技術)産業を中心としたハイテク、ソフト化への指向が一層強まることから、産業部門のシェアが漸減する半面、民生部門では高齢化の急速な進展、情報化、アメニティや豊かさのさらなる追求などからシェアは拡大するものと考えられる。また、交通など都市インフラの整備や省エネ・環境対

策に対しても電気の消費量で見ると増加の方向に向かうものと思われる。すなわち、21世紀は電力シフトが一段と進む時代であると考えられる。

一方、21世紀初頭までは幾分の需要の伸びは期待できるものの、それ以降では人口の伸びの停滞、経済成長の鈍化のほか、供給面から見ても環境・立地・資源の制約が一段と厳しくなる。このことから、従来のような継続的な伸びは見込めないとの見方がある。特に、環境については地球温暖化が、また、資源については東アジアの急速な経済発展が、それぞれ新たな制約要因になるものと予想される。

表2-1-1 21世紀の電力消費への影響

社会要因	内容	電力消費への影響
産業の転換	・産業のソフト化 ・産業の空洞化	+(増) -(減)
情報化社会	・IT革命 ・エネルギーの効率的利用	+
都市の高度化	・インフラの高度化 ・アメニティの追求	+
環境問題	・環境対策 ・省エネ	+
人口構成	・高齢化 ・人口減少	+
電力自由化	・安い電力(競争)	+
資源問題	・需要逼迫(東アジア)によるコスト高	-

21世紀中葉の電力需要

これらの要因を総合的に考慮した場合、21世紀中葉の電力需要はどの程度になるであろうか。また、どのような道筋で至るのであろうか。

この問題を議論するにあたって、ここでは「21世紀では国民一人ひとりに限ればさらなる豊かさに向かっていくものの、わが国全体の電力需要成長の量的な変化に関しては、次第に飽和に向かうであろう」ことを基本的な考え方として想定した。すなわち、全体として見た場合は、長期的な伸びや成長がこれまでの右肩上がりから、やがては飽和傾向に至ると考えた。

ここで問題となるのは「いつ頃、どの程度に飽和するか」である。しかし、この推定に使用できる確実な手法は存在しない。ここで採った方法は、わが国の人口の推移とひとり当たりの電力消費量の傾向に基づいた最も単純な方法である。つまり、今後さまざまな情勢により電力シフトは着実に進展するものの、長期的には総人口が減少するので、結局わが国の電力需要は飽和傾向になるとするものである。こうした論理展開に対しては、過度に単純であるとか、社会・経済問題や環境問題との関連が明らかでないなどと言った批判があろう。しかしながら、超長期の展望にとっては、原理・原則に基づく単純な見通しが、かえって本質をついていることもある。ここで述べることは未来の予測ではなく、前提から導かれる未来の可能性を提示しているにすぎない。

今回、人口とひとり当たりの電力消費に着目したのは、人口は時定数が長いため、その推移の見通しが比較的容易なこと、社会の豊かさや福祉も根源的にはひとり当たりで追求されるべきものと考えられること、また、各国との比較を行う場合もこうした指標が有効であるなどの理由による。具体的には、わが国の総人口（社会的な移動も含む）の推移とひとり当たりの電力消費量（民生・産業）の動向をベースにした。すなわち、総人口の推移については、図2-1-1に示す国立社会保障・人口問題研究所のデータを用いた。これによると、わが国の総人口は、2010年頃にピークに達し、以後漸減すると推計されている。

また、人口ひとり当たりの年間電力消費量（自家発電を含む）の見通しは、図2-1-2に示す通りである。1995

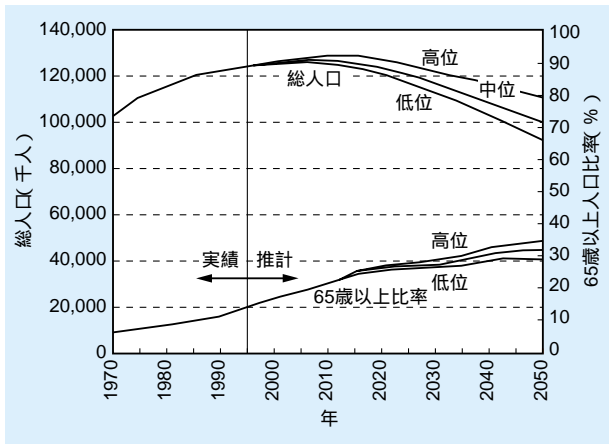


図2-1-1 日本の人口推計

年で年間ひとり当たり0.7万kWh程度であるが、これが2050年頃には2倍弱に増大し、現在の米国と同程度に達すると仮定した。

ここで、ひとり当たりの電力消費量の展望について補足しておく。まず、わが国を含む主要先進国のひとり当たりの一次エネルギー消費の推移を見ると図2-1-3の通りである。最終エネルギー消費についてもほぼ同様である。わが国では、第一次石油ショックの1970年直後から第二次石油ショックの余波が残る1985年にかけて、ほぼ一定であったが、以降、再び増加している。欧米でも若干その傾向はみられるが、概してほぼ一定である。これに対し、ひとり当たりの電力消費量を見ると短期的な変動はあったものの1970年頃から、おおむね直線的に伸びてきた(図2-1-2)。この点は海外においても同様である。これは、エネルギーの電力シフト

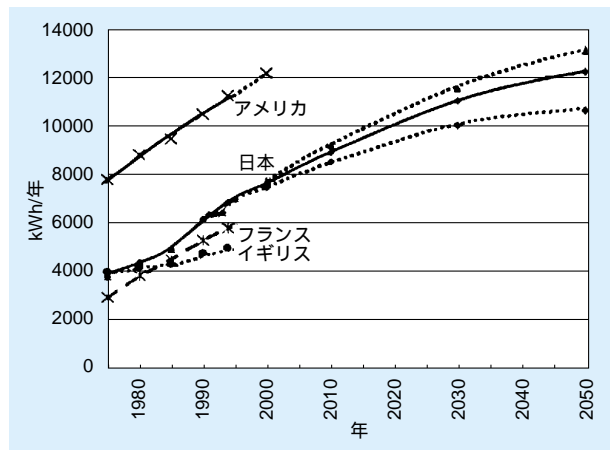


図2-1-2 ひとり当たりの電力消費量見通し（全電力）

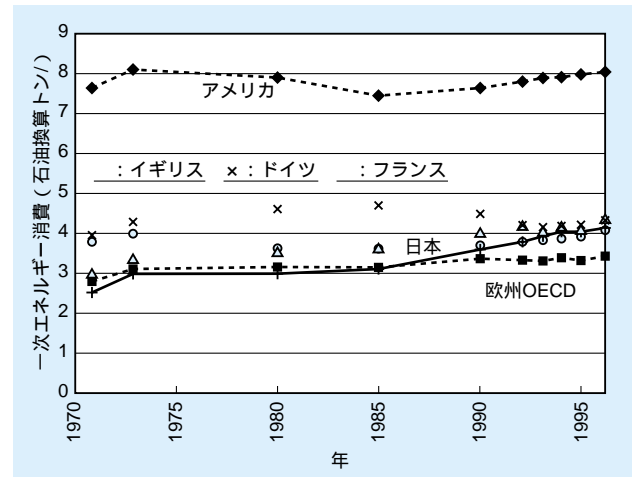


図2-1-3 ひとり当たりの一次エネルギー消費の推移

が大きな要因であり、実際、統計によっても、わが国では電力化率(1次エネルギーベース)が1975年の27%程度から、1985年には35%程度へと急激に上昇した。これは石油ショックを契機に産業構造等も含めてエネルギーの転換が進んだことを示すもので、その後、電力化率は緩やかな上昇に転じている。

ひとり当たりの電力消費量については今後も増加するものと考えられる。しかし、21世紀中葉まで従来と同様に直線状に増大していくかについては確かではない。ひとつの見通しとして、まずは、ひとり当たりの一次エネルギー消費が緩やかになるものと考えられる。わが国の一人当たりのエネルギー消費量はすでに西欧諸国と同等ないしはこれを上回っている。今後、産業構造の変化、環境問題への関心の高まりは、基本的には一次エネルギー消費を押し下げる方向に向くものと考えられる。電力シフトについても、CO₂問題と関連した展開には未知の部分もあるが、かつてのような外的要因による積極的エネルギー転換によるシフトではなく、様々なエネルギーの最適利用へと向かう中での着実なシフトとなろう。このように考えると、ひとり当たりの電力消費の伸びも直線的なものからやがては漸次緩やかなものへと推移していこう。こうしたことから図2-1-2に示す展望となっている。

さて、以上のような想定に基づくと、わが国の電力需要(電気事業用)は図2-1-4に示すように21世紀中葉(2030~2050年)に向けて増大するものの、1995年を基準とするとその1.6倍を越えることは考えにくく、概ね

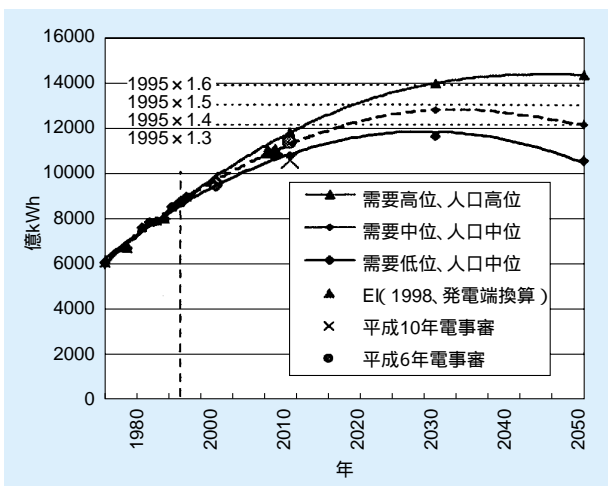


図2-1-4 わが国の電力需要(電気事業用)

1.4~1.6倍の値に飽和するものとなる。ここでは、基本シナリオとして1.5倍を選ぶこととする。ちなみに、総合エネルギー調査会需給部会の平成10年(1998年)度の見直し改定における「新しい省エネ努力」を勘案した場合には、2010年の電力需要は図2-1-4に示すようになり低い見通しとなっている。

なお、上記の値はわが国全体で見た数値であり、個々の場所では異なってくる。例えば、大都市周辺部では再開発などを通して電力需要の伸びは全国大よりも高い値を示すであろう。また、地域的な需要分布については、今後ともばらつきが残るものと考えられる。

2-1-2 21世紀中葉の電力供給

わが国全体としての供給量

ここでは、21世紀中葉に必要な電力供給について考える。前述の「21世紀中葉でわが国の電力消費は飽和に向かう」という想定に基づけば、必要な発電電力量も必然的に漸次飽和することになる。つまり、電気事業の発電電力量は、1995年度を基準とすると、2030~2050年頃には約1.5倍の1.3兆kWh程度に達することになる。もし、年負荷率について60%程度まで向上することが期待できるならば年ピークの値は2.5億kW弱になる。

将来の電力システムの展望においては、一般にこのように目標点の様子を明らかにし、これと現在とを比較して、現在からそこに至る最適な投資プロセスを探るというアプローチが望まれる。21世紀中葉における所要電源設備は、年負荷率が60%、設備率(=全発電容量/年最大電力需要-1)が20%という想定のもとでは、図2-1-5のように、現在の設備容量約2億kWの1.5倍の3億kW程度となる。そこで、ここでは21世紀中葉の電力供給の基本シナリオを次の通りとする。

発電電力量	1.3兆kWh程度
所要電源設備	3.0億kW程度

2010年までの見通しに関して、他のシナリオと比較すると、本シナリオは図2-1-5に示すように、平成10年の電事審の見通しと、同年度の中電協長計の中間に位置する。なお、これをまかなうための電源形態は、21世紀中葉までは、化石燃料、原子力、再生可能エネルギーが主流であろう。ただし、大規模集中電源の一部は分散型電源へと推移していくことが予想される。

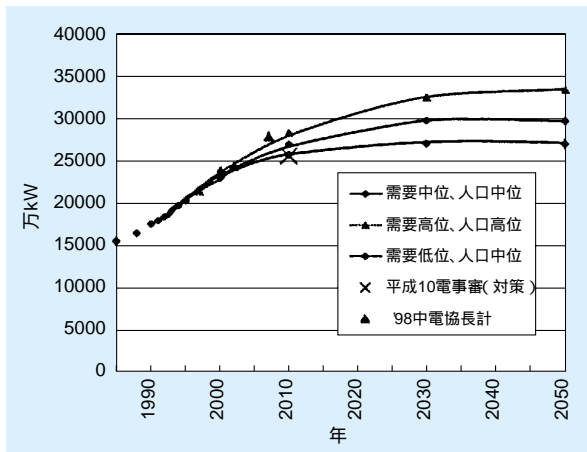


図2-1-5 わが国の所要電源設備

電源構成の基本的考え方

様々な制約や問題点を踏まえた上で、電源構成のシナリオを描くにあたって、次のような考え方を採用した。すなわち、まずは基本的な電源構成要素である原子力、火力、再生可能エネルギーのそれぞれについて単独に、総合的見地から導入可能な量を見極める。この総和が所要電源量を上回れば問題はないが、実際は以下に示す通り未達分が生じる。そこで、この未達分について、いくつかの案を提案し、それぞれの案の利点と問題点を提示する。この方法は、最適の一つの電源構成を提示するものではないが、将来に向けての問題点を鮮明にし、社会が合意の上で取り組むべき課題を明確にする点からは有益と考える。

21世紀中葉に至る電源構成を考える上で基本となるのは、図2-1-6のように次の3つの条件をバランスよく成立させることである。

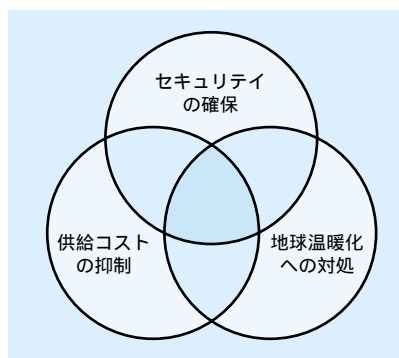


図2-1-6 21世紀中葉に向けた電源構成を考える上での3条件

セキュリティの確保

供給コストの抑制

地球温暖化への対処

これまでは主に と の両立を目指して電源多様化を推進することが基本とされたが、今後は、3本を柱とした路線、すなわち「CO₂排出を抑えつつ電源多様化を続ける」というスタンスが重要となる。これは、供給サイドから見ると具体的には、火力(化石燃料)発電をできるだけ抑制しつつ、原子力発電の推進と自然(再生可能)エネルギー発電の開発を推進することである。

火力、原子力、自然エネルギーの導入量と基本ケース

i) 火力発電とその導入量

火力発電は主として、石炭・LNG・石油からなり、1995年度では電気事業の発電設備のうち6割弱を占める。将来の化石燃料(火力)発電については、地球温暖化への対処を考えた場合どれだけ導入できるかが重要となる。わが国の火力発電の導入量は、従来、専ら海外からの燃料調達や建設用地の取得に左右されてきたが、21世紀においてはCO₂排出量に強く制約されるようになる。そのため、CO₂原単位の低減は将来の極めて重要な要因となり、LNGへの転換など燃料源の選定とコンバインドサイクルの採用など熱効率向上の2つが主要な手段となる。

21世紀中葉において実際面で導入できる火力発電量について調べてみる。ここでは、この導入量を支配する要因はCO₂排出の許容量であるとする。以下は将来の発電技術の向上をある程度織り込んだ見積もりである。すなわち、

- ・ 21世紀中葉において1990年と同程度のCO₂排出量(7919万t-C/年)が許容できるという前提に立つならば、火力発電は現在(1995年度)と同程度の1.2億kW程度(発電量で0.50兆kWh)に抑えなければならない。

- ・ 一方、電気事業における長期設備計画(中電協)の2007年度末のデータを採用すれば、火力発電は1.72億kW(発電量で0.63兆kWh)となる。この場合には、CO₂排出量は原単위를1割近く減らしたとしても、1990年の値より20%を大きく上回る値に増加することになる。

そこで、2030年頃における火力発電の導入量として、ここでは両者のほぼ中間に位置する1.5億kW(発電量で

0.55兆kWh)を基本ケースとして採用する。発電効率改善策によっては2030年頃のCO₂排出量を1990年の若干の増加に抑え込むことができ、さらに21世紀中葉以降を目指して一層の努力をすれば1990年に近い値に戻すことも不可能ではない数値と考えられる。なお、リブレース等に際してかなり大幅な出力の増強が図られる点から、長期的には火力発電の立地制約はそれほど支配的要因とはならないと考える。また、燃料制約から見ると、中国等東アジア地域の発展もあろうが、CO₂制約ほどは厳しくはないものと思われる。

ii) 原子力発電とその導入量

わが国では、1995年度時点で0.41億kWの原子力発電設備を持つ。これは電源構成の約2割を占める。発電電力量は0.29兆kWhであり全体の1/3を占める。平成10年の電事審では、2010年度までに更に0.25億kWを増設して、トータル0.66～0.70億kWを達成することになっている。一方、電気事業の長期設備計画によれば、2007年度で0.11億kWを追加することになっている。両者にはかなりのギャップがある。原子力発電の開発に当たっては、立地が最大の問題となる。また、廃棄物処理、炉廃止措置、跡地再利用など周辺の関連技術についてもいくつかの課題が残っている。

これらを勘案して、ここでは2030年頃における原子力発電の導入量として、国の長期計画における2010年度の数値を努力目標として採用する。すなわち、基本ケースとしてトータルで設備量0.70億kWを、発電電力量については設備利用率を高め85%と想定して0.52兆kWhを考える。

iii) 自然エネルギー発電とその導入量

ここで対象とする自然(再生可能)エネルギーは、一般水力、地熱、太陽光、風力である。それぞれ純国産のエネルギー資源であることからエネルギーセキュリティの面で有利であるが、一般水力など一部を除き期待できる規模が小さく、出力も不規則なものが多い。また、一般に設備利用率が低く、かつ現状ではコスト高である。自然エネルギー発電はこれまでのところほとんどが水力であり、設備的には約2割を占める(揚水を含む)が、発電電力量は1割弱に過ぎない。今後の導入に当たっては研究的に未知の要素もあるが、コスト低減が最大の課題となる。

水力発電設備については1995年度で揚水を含め0.43

億kWである。このうち、一般水力が発電設備で0.20億kW(発電量は0.08～0.09兆kWh)を占める。資源エネルギー庁の1996年度わが国包蔵水力調査によると、一般水力は約0.12億kW(0.045兆kWh)が未開発である。なお、揚水については未開発の容量は十分としている。ただし、未開発の一般水力は中小規模が多く、かなりコスト高である。一般水力の未開発のうち半分程度が開発され、揚水も適正な比率で開発されるものとなれば、水力の発電設備は全体で0.5～0.6億kW程度(発電量で0.1～0.12兆kWh程度)に達する。

地熱発電については国で開発を支援しているが、未だ48万kWで、発電電力量も30億kWh程度でしかない。今後の開発目標は2010年度末で280万kWである。

太陽光発電については、現在5万kW程度が導入されており、コストも好条件ならば70～80円/kWh程度にまで低減してきている。国の施策では2010年までに460万kWの導入を目指している。一方、風力発電については、近年急激に導入が進んでいる。経済的には比較的安いですが、kW価値としてはあまり期待できない。1999年には既に2010年の開発目標を上回る計画があがっている。

発電コストを一定の上限に定めて、2030年頃までに導入される自然エネルギー発電量を考える。ここでは基本ケースとして、設備量を約0.6億kW(発電量で0.13兆kWh)とした。増分1800万kWの内訳は、一般水力600万kW、地熱150万kW、太陽光・風力1000万kW(kW価値*1で300万kW程度)と想定した。ほかに電源運用上の必要量として揚水発電などの電力貯蔵設備700～800万kWを加えた。なお、電力貯蔵設備については、二次電池等が必要地域に相当量導入される可能性もある。

21世紀中葉の電源構成シナリオ

以上述べた電源種別毎に単独で見た場合の導入可能性に関する3つの基本ケースを整理すると、表2-1-2のようになる。この表からわかるように、これらの値を21世紀中葉の電源量とすると全体として発電量で0.10兆kWh、設備量で0.2億kWがそれぞれ未達量として残ることになる。

このため、「未達量0.10兆kWhを埋めるには、上記検討の前提の緩和ないし新たな対応が必要である」とい

*1一律の定義はないが、概略的には必要とされる時間において発電電力として保証されるkW値の最低値。

表2-1-2 21世紀中葉における電源種別導入量

	電源種別	兆kWh	億kW
単独の導入可能量	火力	0.55(42%)	1.5(50%)
	原子力	0.52(40%)	0.7(23%)
	自然	0.13(10%)	0.6(20%)
	合計(A)	1.20(92%)	2.8(93%)
所要量(B)		1.30(100%)	3.0(100%)
未達量(B-A)		0.1(8%)	0.2(7%)

う考え方が不可欠になってくる。電源種別の選択の仕方、および、省エネルギー(省電力)推進のシナリオを加えて、図2-1-7に示すような以下の4通りの電源構成シナリオが生まれる。

i) 化石燃料増大シナリオ

火力発電だけを基本ケースの1.5億kWから1.7億kWに増大させることによって、未達量を埋めるというシナリオである。このシナリオでは設備量に限れば電気事業の長期設備計画における2007年度末の数値とほぼ一致している。注意すべき点は発電量を設備量よりも大きい比率で増大させる必要があるため、CO₂排出量が基本シナリオよりもさらに20%程度増加となることである。このシナリオは、もしCO₂の問題を除くことができるとすれば、立地面、燃料入手面などその他の面ではそれ程大きな制約は考えられず、最も現実的なシナリオといえる。

ii) 原子力推進シナリオ

原子力発電だけを増大し、この増分を未達量に引当てようとするものである。このためには、発電設備を0.83億kW程度にまで増やす必要がある。この場合は、用地確保と廃棄物処理が最も大きな課題となろう。なお、このシナリオでは原子力をベース運転とするため

に、夜間電力の貯蔵とピーク対応として揚水発電などを0.07億kW程度増加する必要が出てくる。

iii) 自然エネルギー開発シナリオ

自然エネルギーを積極的に開発することにより、自然エネルギーだけで未達量0.10兆kWhを賄おうとするシナリオである。これは、現在の自然エネルギーの発電量とほぼ同量を加えるシナリオであり、設備的には約0.4億kWを追加するものである。このシナリオにおいては、発電コストが数十円/kWh程度を越す状況も考えられ、経済性が最大の問題になる。内訳としては、一般水力を上限の1200万kW、地熱を300万kW開発する。残りを太陽光・風力で受け持つとすれば、7500万kW(kW価値で2300万kW)程度を、現在から2030年頃までに導入することになる。さらに、このほかに電源運用上必要な電力貯蔵設備として200万kW程度の揚水発電や二次電池が要求されよう。

iv) 省エネルギー推進シナリオ

21世紀中葉に向けて一層の省エネルギーを推進することによって、8%程度の電力消費の節減、すなわち発電電力量に換算して0.1兆kWh程度の節減効果を期待しようとするシナリオである。これには国民の理解と努力が必要とされる。

実際の実現ケースは、省エネルギー推進シナリオを軸に他の3つの混合型になるものと思われる。どの条件を重視するかは、さまざまな意見が出るであろう。当然であるが、単にコストや技術からでは論じられず、理想的には国民の合意と選択に委ねられるべきである。供給コストか、エネルギー安全保障(燃料リスク)か、地球環境か、等々幅広い議論が重要である。

なお、新しく導入される電源の形態については、21世紀初頭では中小規模の電源もあるが、大部分は大規模の集中型電源である。これら大規模の集中型電源は従来通り基幹系統を支える電源基地に接続されよう。ここで、電源基地には遠隔電源のほか、都市近傍の電源も含まれる。一方、21世紀中葉にもなると、分散型電源が都市内部で増大するであろう。

現在運転中の電源の多くは1965年以降に建設されているが、21世紀中葉には相当な経年となるため、大幅な改修・廃止が必要になると考えられる。現状の耐用年数に見直しがなければ、原子力については2010年以降、廃止が増加し、21世紀中葉には毎年平均で150万kW

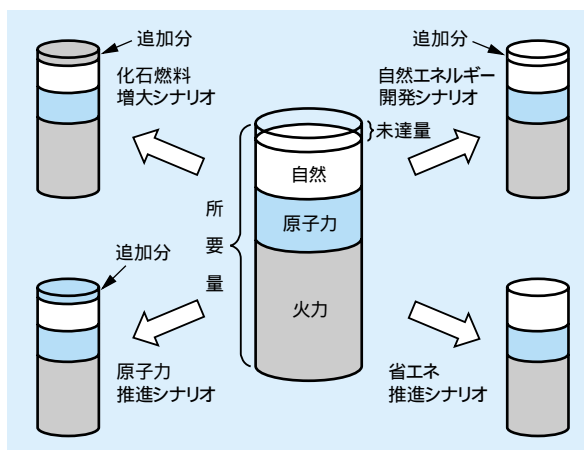


図2-1-7 21世紀中葉の電源構成シナリオ

が失われていくことさえ考えられる。ただし、リニューアブルされる原子力のユニット容量は130万kW程度に増大されるであろう。火力についても、2010年以降は毎年250～400万kWずつが休廃止されるが、リパワリングが可能になるため、ユニット容量も大幅に増大しよう。

導入電源の多様化と地域密着型電源の出現

21世紀中葉およびそれ以降において導入される電源には、さまざまな新しい変化が現れるものと予想される。この傾向は次の3つの観点から「導入電源の多様化」として捉えることができる。

まず、ユニット規模については、需要の伸び率が鈍化し大規模化のメリットが薄れてくることから、新規の電源プラントは容量が次第に中小規模化する。飽和傾向の低成長にあっては中小規模化した方が、より経済的でありリスクも小さい。この結果、「ユニット規模における多様化」が自ずと進むこととなろう。

また、IPPの参入に代表されるように電源の「所有形態における多様化」が進展する。IPP参入の将来の展開

については不透明な部分が多いが、現在の形でのIPP潜在導入量は全国で2500～3000万kWと見積られている。

さらに、長期的には地域密着型(オンサイト型)のさまざまな分散型電源の増大が予想される。これは「立地形態における多様化」を意味する。分散型電源には一般に在来型火力、熱併給発電や燃料電池、自然エネルギー発電の3種類がある。地域密着型の分散型電源は小中規模の電源であり、IPPも一部含まれる。21世紀が進むにつれて、環境対策や資源問題からエネルギーの有効利用がクローズアップし、オンサイト型の電源の比重が次第に大きくなろう。このような傾向は住民の地域コミュニティ意識の高揚などに助長されて、中葉以降では一段と顕著になる可能性もある。この結果、21世紀中葉以降には電力供給の外部への依存が極めて少ない都市地域が現れてくることも想定できる。すなわち、長期的には、需要家サイドの電源の相対的な比率が増大するものと考えられ、この点は従来の配電系統の姿を大きく変える可能性も秘めている。

2-2 電力システム技術の将来展望

21世紀中葉の電力需給分布

上記のように21世紀中葉において電力需要が1.5倍前後で飽和傾向を示すことになり、加えて地球温暖化問題や新しい電力供給形態に対応して分散型電源の導入が進むと、遠隔地からの電力供給や広域連系は、その必要性が希薄になると考えられがちである。

しかしながら、現在(1995年)の約1.5倍に対応する電源の増加分1～1.3億kWについて、一部を需要地近傍の分散型電源3500～4500万kWで賄うとしても、残りの6500～8500万kWを都市近傍電源のリプレースを含めて大規模電源で賄う必要がある。21世紀中葉までに休止となる火力電源約9000万kWの1/3をリパワリングし、2倍に増容量したとしても、3500～5500万kWの新たな電源を開発する必要がある。

地域的な需要分布について、各都道府県におけるこれまでの電力需要の動向から21世紀中葉を推定すると、関東圏の電力需要は約3倍、中部、関西の大都市圏近

傍では2倍以上に伸びることが想定され、わが国全体の需要の伸びに比べ、大都市部での電力需要は依然大きな増加傾向を示すであろう。

表2-2-1は21世紀中葉に向けた電力システムの主な課題を整理したものである。21世紀初頭においては電力自由化の中で信頼度を維持しつつ、既存設備の有効活用による電力輸送力の増強を図ることが大きな課題である。21世紀中葉に向けてはハード、ソフトを含む様々な意味で能動的な電力システムの構築と都市部への高密度電力供給技術、さらに需要地域の新しい系統(需要地系統)の展開が主要な課題になるものと考えら

表2-2-1 21世紀中葉に向けた電力システムの課題

21世紀初頭	21世紀中葉
<ul style="list-style-type: none">・既存技術の高度化・現有設備の有効活用・コストと信頼度の調和	<ul style="list-style-type: none">・能動型電力システムの構築・都市部高密度電力供給・需要地系統の展開・新しいシステム保全技術

れる。以下それぞれについて技術展望を述べる。

既存設備の有効利用による輸送力増強

わが国の電力システムの形態は、大都市部に電力を供給する大規模系統、大規模系統と負荷を結ぶ地域系統、大規模系統間を連系した広域連系系統に分類できる。大規模系統は電源送電線と外輸線とからなり、地域系統の構成には放射状構成とループ構成とがある。これらの分類のもとで、既存設備の有効利用による電力輸送力の増強方を表2-2-2に示す。

電源送電線や放射状系統では、発電機の新励磁制御や脱調予測制御による系統安定化が有効で、輸送力増強に役立つ。一方、外輸系統やループ系統では、位相調整器等による輸送力増強が考えられるが、事故波及防止が重要な課題となる。また、広域連系系統の輸送力向上のためには、多点連系が考えられるが、この場合も事故波及防止が重要となる。

これらの輸送力増強方を一層効果的、経済的なものとする方策として、事故発生の実態に応じて想定事故の見直しを行い、供給信頼度との関連を考慮しながら輸送力を向上させる考えが提案されている。これには供給信頼度の定量的評価技術の確立が重要となる。また、直流送電(連系)を含むパワーエレクトロニクス技術は、長距離電源送電のみならず外輸系統の分割、放射状、ループ系統の安定化にとって有効である。さらに、広域連系の強化のためにもパワーエレクトロニクス技術の活用が検討され、実用化のための技術が確立されている。

表2-2-2 電力システムの形態と既存設備の有効利用による輸送力増強方策

系統パターン		既存設備の有効利用による輸送力増強		
		系統安定化方策	想定事故の見直し	その他
大規模系統	電源送電線	・新励磁制御 ・脱調予測制御	・事故頻度と想定外の供給支障	・山側グループ ・パワエレ技術の活用
	外輸系統	・事故波及防止	・事故波及防止方策	・系統分割(短絡電流制御) ・パワエレ技術の活用
地域系統	放射状系統	・脱調予測制御	・事故頻度と想定外の供給支障	
	ループ系統	・新励磁制御 ・事故波及防止	・事故波及防止方策	
広域連系系統		・新励磁制御	・事故波及防止方策 ・連系分離条件	・多点連系 ・パワエレ技術の活用

都市部高密度電力供給と能動型電力システム

先に述べたように、21世紀中葉では都市部での電力需要の増加に対し、用地難に伴う電力輸送ルートへの制約から、現有設備のリプレースが重要となる。このため、高分子碍子の適用による高電圧化や絶縁厚低減CVケーブルによる増容量化が検討されている。図2-2-1は地中ケーブルの送電電力の比較を示したものである。同図において、絶縁厚低減CVケーブルはOFケーブルと比較して、約2倍程度の増容量が可能であり、管路気中送電では約4倍の輸送力増強が期待出来る。一方、超電導ケーブルは低圧ではあるが大幅な輸送力増強とともに、154～275kVの電圧を省略することにより、電圧階級の簡素化が可能となる。これは、送電ルートの有効活用と途中の変電所の省略により、系統のスリム化につながる。図2-2-2は都市部への高密度供給のイメージである。

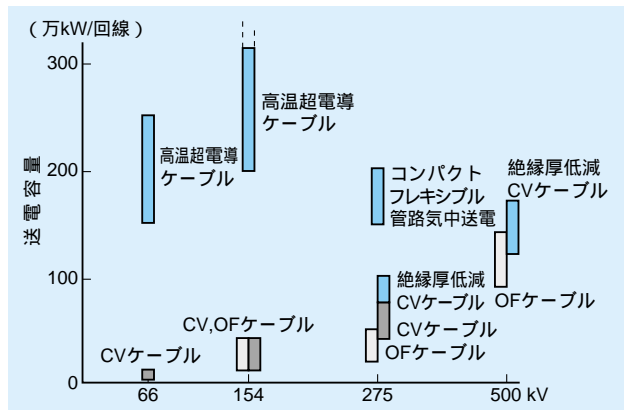


図2-2-1 地中ケーブルの送電電力の比較

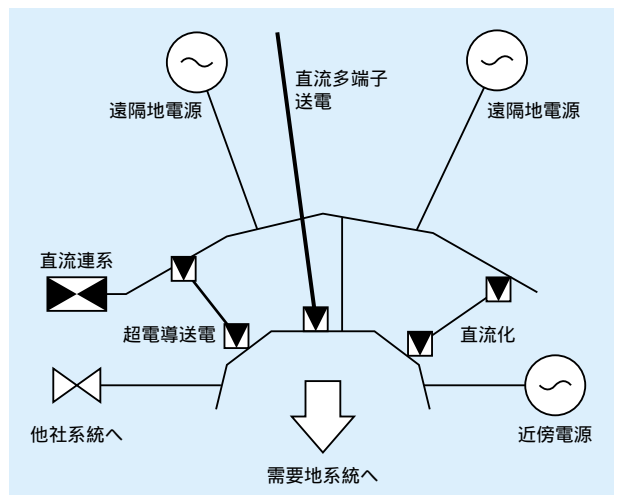


図2-2-2 都市部への高密度供給のイメージ化

能動型電力システムはハード的にはパワーエレクトロニクス技術等の適用により、電力潮流の柔軟な制御や事故時の系統変更などをオンラインで行うものである。ソフト的には供給側と消費者が一体となり運用や制御の自由度を高めるものである。ここでは以下に述べる需要地系統との密接な連携が重要となる。

需要地系統の構築

21世紀中葉では、マイクロガスタービン、燃料電池、太陽光発電などの分散型電源が都市部など特定の地域では相当量普及することも考えられる。このように電源が下位の系統に大量に導入されることを想定した場合、従来の上位から下位への潮流を前提とした電力システムでは、その運用制御を大幅に見直す必要がある。また、電力の需給アンバランスにより潮流のネックが生じることも想定される。このため、図2-2-3に示すように、いくつかの配電変電所を含むある程度の地域規模で、電圧、潮流制御や保護協調などの運用制御を行うことが効率的になるものと考えられる。ここではこうした系統を「需要地系統」と呼んでいる。

これまで電圧源が存在しなかった系統での電圧制御

の協調が必要となり、一方向であった潮流も複雑に流れることとなる。さらに、保護方式もこれまでの分散型電源の系統連系ガイドラインでは十分対応できなくなる可能性があり、その協調を検討する必要がある。このため表2-2-3に示すような運用・制御が要求される。ここでは需要地系統にとって情報のハブともなる需給インターフェイスが重要な役割を担う。これらは自律分散制御方式や、パワーエレクトロニクス技術と一体化して消費者にとっても高いアメニティを提供する。

表2-2-3 需要地系統の運用・制御

制御形態	制御項目	対象機器	目的
・自律分散制御	系統電圧制御	・ SVC等の電圧制御機器 ・ 分散型電源 ・ 電力貯蔵装置 ・ ループコントローラ	・ 配電線のロス低減と不平衡電圧の抑制
	潮流制御	・ 分散型電源 ・ 電力貯蔵装置 ・ LC (Load Conditioner) ・ ループコントローラ	・ 配電線のロス低減と負荷平準化
・運用管理センター	保護協調	・ 配電用変電所CB ・ 二次系統、配電線の静止型開閉器・遮断器 ・ ループコントローラ	・ 停電の局所化 ・ 無停電切り換え方式
	サービス情報提供	・ 需給インターフェイス	・ 料金、DSM情報等の提供 ・ 需給一体のシステム管理・運用

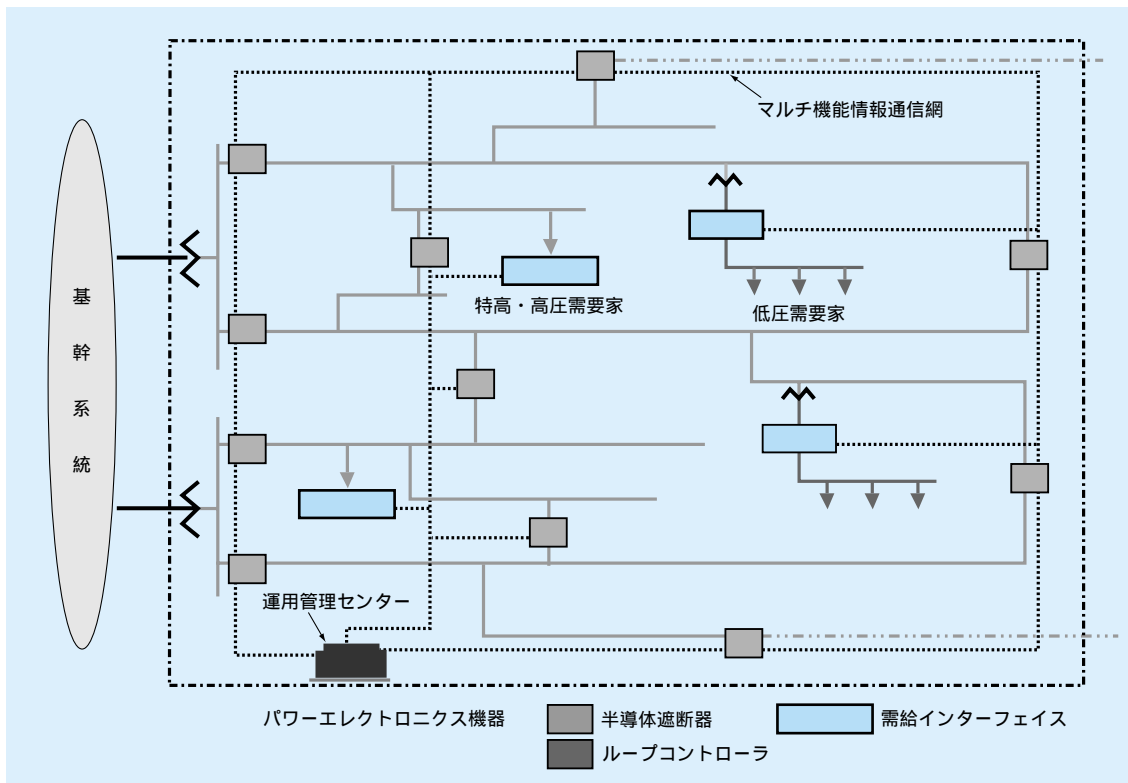


図2-2-3 需要地系統の構成