

高 井 亮 治\*

ま え が き

エネルギーという重大、かつ広範な問題を取り上げてはつかみ所がないので、具体的に電力の立場から論述することとなった。

電力エネルギーを生み出すための数多い技術の分野の内、主として基礎的な役割を占めている土木の分野から経済的な観点にたつて、電力総合の経済性の価値判断の尺度をつまびらかにするのはきわめて困難であり、また冒険でもある。

そこで本文では、まず電力エネルギーを送り出している母体とその設備投資の基本的な価値基準の概要、および電源開発の方向性を述べることにした。ついで、東京電力の場合を例として、土木分野の役割と、土木工事の特異性をできるだけ、経済的な観点にたつて抽出することとした。

エネルギーを語るに、まず電力部門が選定されるほどに、電力は国家の経済、産業の発展の屋台骨となり、また国民の生活に身近かな欠くべからざるエネルギーとして、その需要は根強い伸びを示してきた。

そもそも、エネルギーの資源としては、数多くの種類が、地上に、地下に天与のものとして賦存している。それらはおのおの全く異なったものでありながら、その利用発達の経緯は相互に密接な関連をもってきていることは周知のことである。しかしながら、必要なエネルギーの総量をいかなるエネルギー資源で充足するかは別個の問題で、これを決めるのはもっぱら単位当りの価格と実用性にあると考えられる。その生産量と実用性を考えると、現在では、石炭、天然ガス、石油、水力、原子力等が世界的に通用する重要なエネルギー資源であるといえよう。これら資源の利用方法が技術的な進歩を遂げて、文明の発展にもなって増加する一方のエネルギーの需要をまかなっているのが、エネルギー消費の現状である。この中であつて、電力も、また上記の一次エネルギーである資源を二次エネルギーの電力に変えることにより、エネルギーとして他に見られないすぐれた汎用性と簡便性を有し、総エネルギー需要を構成する最も主要なものの一つとなっている。

この電力エネルギーを発電から配電まで一貫して全国9電力会社が供給しているが、昭和42年3月末における各社の概要は表-1のとおりであり、同時点における9電力会社合計の総資本は3兆円にのぼり、資本構成は他人資本2兆700億円、自己資本9300億円となっており、自己資本比率は31%にとどまっている。

もともと電力は多種の分野から成立しているの、そ

表-1 電力会社の概要

(昭和42年3月末現在)

項目 会社名	資本金 (千円)	従業員 (人)	供給設備 水力・火力 (千kW)	発電受電 電力 (百万kWh)	最大電力 (千kW)	販売電力量 (百万kWh)	取入 電灯・電力 (百万円)	販売単価 (円)
北海道	25 000 000	5 989	1 262	6 848	1 148	5 931	39 120	6.60
東北	37 500 000	15 985	2 772	19 039	3 025	17 002	96 206	5.66
東京	150 000 000	35 087	8 869	52 461	9 575	46 454	309 233	6.65
中部	101 250 000	19 806	5 760	26 526	4 612	23 530	143 601	6.10
北陸	32 348 160	6 936	1 425	9 707	1 456	8 897	40 601	4.56
関西	115 000 000	23 124	7 184	35 971	6 283	32 004	189 638	5.93
中国	27 064 125	11 525	2 192	11 042	1 908	9 703	62 844	6.48
四国	15 000 000	6 343	887	5 090	868	4 454	30 917	6.94
九州	54 000 000	18 115	2 642	15 040	2 558	12 946	94 279	7.28
合計	557 162 285	142 910	32 993	181 724	—	160 921	1 006 440	6.25

\* 正会員 東京電力(株)建設部土木課長

の経済論は、たとえ設備投資一つに限定してみても企業総合の観点から論ぜられねばならない。いまだ電気事業の企業体質は低位にあるが、各社ごとにそれぞれの地域の特性を考慮し、創意を発揮して、質、量ともに満足すべき電力エネルギーを供給するという公益の事業にまい進している。

そこで設備投資の面で多大の工事を分担し、広い分野にわたって活動している土木が、資金効率の向上に寄与しなければならないのは当然である一方、電力の総合経経性に占める軽重度合が各種各様であろうとも、その経済的な思考や効果について無関心であってはならない。つぎに、昭和 41 年度における工事費の部門別内訳と設備投資率ならびに実績原価を示すと表-2, 3 のとおりである。

表-2 工事費(部門別内訳)  
(100 万円)

項目	会社別	東 京	9 電力計
水	力	11 305	33 172
火	力	33 919	89 433
原	子 力	2 477	3 982
送	電	30 992	59 691
変	電	18 857	45 882
配	電	34 333	65 248
業	務	4 799	9 152
そ	の 他	1 172	7 469
工 事 費 計		137 854	368 601

表-3 設備投資率  
(%)

項目	東 京	関 西	中 部
資本回転率(総収入/総資本)	0.380	0.357	0.331
設備投資率(工事費/収入)	44.6	46.3	34.1

## 2. 設備投資の価値基準の概念

電気事業の一般企業とことなる特長の一つは、電力需要の増加に対応して毎年ぼう大な設備投資を必要とすることである。

42 年度全国主要産業の設備投資額は 2 兆 2 000 億円のうち、電気事業は約 4 200 億円で約 20% を占めており、この比率は過去数年間ほとんど動いていない。

したがって、設備投資のよしあしが企業生命を大きく左右するので、企業をとりまく国内外の諸情勢に先見的にまた弾力的に即応しつつ

- ・すぐれた個別計画の立案、選択
- ・合理的に組合せた長期計画の策定
- ・適切な予算措置と実施

を効率的に推進して、供給の義務をはたし、電気料金の長期安定をはからなければならない。

このためには、設備投資が事業収支、企業体質に与える影響を適確に把握しなければならないが、これら指標の目標値を計画年度に達成するために許容される(収支面からみた基準投資額)と(企業体質からみた基準投資額)を標準値として設定する。すなわち、収支面を考慮しつつ企業体質改善をはかってゆく方向で基準投資額を設定する。これをもととして増分費用 1 kW 当たりの許容投資額を定め、これを総合価値基準とする。

総合の価値基準をさらに電源、送、変、配電、その他の各部門に系統一貫した協調の観点から配分し、地域別年次別に展開する。

個別の計画における経済評価の方法としては、つぎのべる投資利益率法と最小費用法がひろく用いられている。

企業活動の目的は経済的観点からみた場合、ある制約条件(特に資金制約)のなかで利益を極大にすることにある。このためには各種投資計画案の限界投資効率を均等化すればよいので、経済性の価値判断尺度としては

$$\text{投資利益率} = \frac{\text{収入} - \text{経費}}{\text{投資額}}$$

がひろく用いられている。

[新規電源の計画: 既設電源の更新、休廃止計画: 設備の自動化、近代化: 火力の運用方式など]

また、電気事業の場合供給責任上投資をさけられない事例が多く、投資目的をはたすための方法の選択が主要な問題となる。このような場合、実務上最小費用法が便利で、多くの機会に用いられる[最適電源構成: 各設備の原価管理: その他]。

これらの適用に当っては、計算期間が問題となるが、初年度、5~10 年間あるいは耐用年数間を用いており、適当な利率を設定して現在価値の考え方を導入している。このほか必要に応じ追加投資法、資本回収法等が用いられることがある。

なお、経済性評価の精度向上のために、波及効果[電源の開発、設備投資などの産業連関]を算定したり、さらに、OR 手法[PERT, CPM 等工程管理: 需給、開発、系統、送配電シミュレーション: 在庫管理など]をおりこんでいる。

## 3. 需要と電源開発の方向性

わが国経済社会の急速な発展にともなって、電力需要も大幅な増加をたどり、昭和 31~40 年の 10 カ年に年平均約 12% の伸びを続けてきた。今後もわが国の電力需要の伸びは、エネルギー需要の伸びを上まわることとなるが、これを具体的に東京電力の場合に例をとると、最大電力で 40 年度の約 800 万 kW から 50 年度には約 2 100 万 kW、さらに 60 年度には約 4 500 万 kW 程度

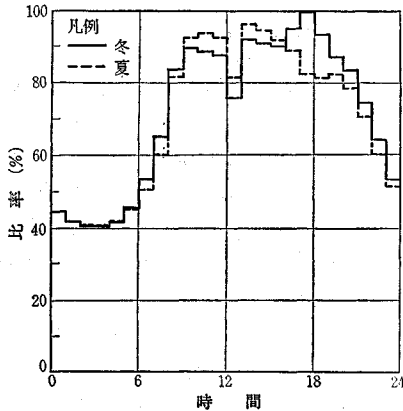
に達する見込みである。この需要増加に見合って今後も年々 150~250 万 kW の電源を開発する必要があり、41~50 年の 10 カ年で約 1500 万 kW, 51~60 年の 10 カ年で約 2800 万 kW の電源開発が行なわれることになる。

このぼう大な電源を開発するに当っては、将来のエネルギー需給の動向、ならびに公害安全等に十分配慮し、需給の負荷形態に適合した電源構成とするのみならず、需要分布の動向や送変電系統など流通設備との協調をとりつつ、合理性をもった経済的電源開発をすすめて行く必要がある。

### (1) 需要形状の動向

電力需要は時々刻々変化するが、代表的な 1 日の形状は 図-1 のとおりであり、その継続時間によりピーク、中間、ベース負荷部分の三つに大別できる。

図-1 日負荷形状  
(東京電力・昭和 42 年度代表日)



首都と京葉工業地帯をかかえた東京電力の需要の特徴は、ピーク時電力と深夜電力の格差がいちじるしいこと、また夏季は冷房需要の影響を受けて、需要の昼間部が偏平になり、ピーク部分と言えども継続時間が冬季に比べかなり長いことである。これらの傾向は今後生活水準の高度化、ならびに都市化の進展等、経済社会の発展にもなっていますますます助長されるものと考えられる。

### (2) 電源構成の方向性

現在はベース供給力として大容量高効率火力を、ピーク供給力として揚水等のピーク水力をそれぞれ開発し、中間負荷部分は既設火力でまかなう火主水従方式をとっている。

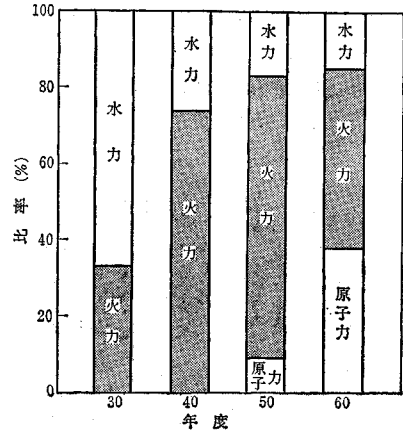
最近の新しい情勢としては深夜火力設備の有効利用、ならびに負荷即応性という面から揚水式水力開発の重要性の増大、中間負荷を専用に充足する新型火力の開発、公害対策、ならびにエネルギー多様化をかねた LNG 火

力の開発、次期エネルギー源としての原子力開発の促進などがある。

また用地の高騰、公害問題、都市化の進展にともなう流通設備の近代化などによる電力コストの上昇を極力吸収するため、電源については単機容量の増大、地点の大規模化による建設費の低減が強く要請されている。

電源構成の推移を 図-2 に示す。

図-2 電源構成の推移  
(東京電力)

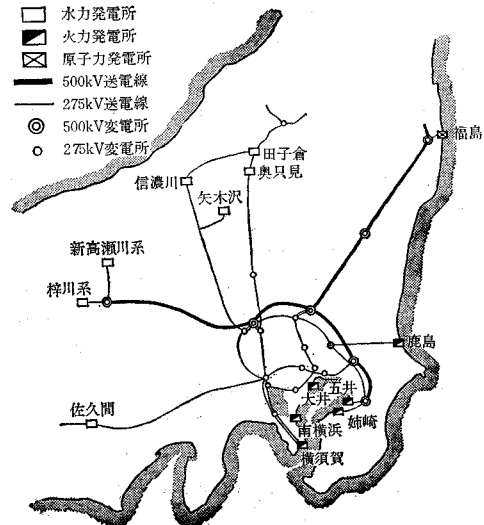


### (3) 電源配置の動向

東京電力の基幹系統は、東京の集中需要をとりまく 275 kV 既設外輸線と、現在建設をすすめている 500 kV 外輸線、さらにそれから外部の電源に放射状につながる電源送電線から成り立っているが、最近の用地事情、その他で電源が次第に遠隔化するさう勢にある。

したがって、電源の配置を考える場合は、重要ブロッ

図-3 主要電源の基幹系統  
(昭和 50 年頃・東京電力)



ク別に極力需要と供給力をバランスさせ、しかる後経済的に有利な電源を都心へ導入することになるが、この場合外輪の電力の汐流をバランスさせることが、経済性ならびに信頼度の向上の面から特に重要である。

このような考え方にもとづき計画した 50 年度の基幹系統と主要な電源を 図-3 に示す。

#### 4. 電力における土木部門の役割

設備投資のうち土木技術者が従事している主な分野は水力・火力・原子力などの電源部門、地中線・送電変電などの流通部門ならびに設備全体の保守部門である。これらの部門のなかに占る土木工事の比率は、水力では 60%、火力・原子力、5~10%、地中線 60%、送電 20% となっており、総土木工事費は全設備投資の 15~20% を占めている。

各部門ごとの土木工事費、ならびに土木要員の推移を 図-4, 5 に示す。また、土木工事全体に対するそれぞれのシェアと生産性を 43 年度について調べると 図-6, 7 のとおりとなる。

図-4 各部門別土木工事費の推移

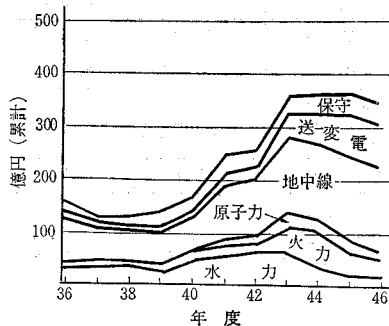
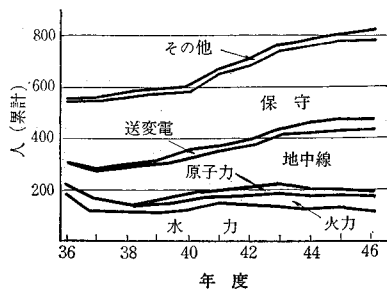


図-5 各部門別土木要員の推移



これらを通観して設備投資について将来を展望するとのとおりである。

(1) 従来土木工事の大半を占めていた水力が、現在では約 20% である。この比率は横ばいないし低下の傾向にあって、年次による浮沈も大きい。

(2) 火力は過去、水力に変わって飛躍的に工事が

図-6 土木部門の構成 (昭和 43 年度)

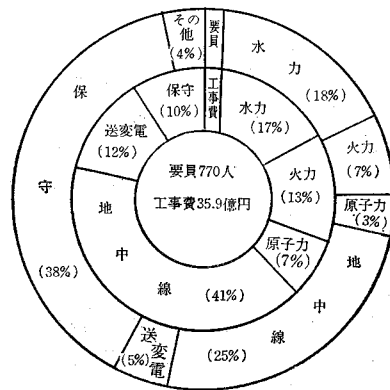
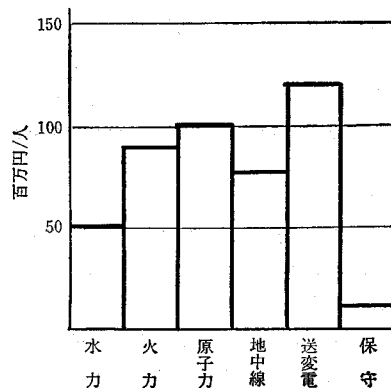


図-7 生産性 (昭和 43 年度)



増加したもので、今後は原子力時代の到来まちというかたちで、横ばい状態にある。いずれもこれに代って原子力の比重が次第に増加するものと考えられる。

(3) 地中線ならびに送変電などの流通部門が、社会の高度化に呼応して大幅に伸びるすう勢にある。

(4) 保守部門は件数も種類も多いが工事費は少ない。むしろ 2 次ないし配電の末端変電所の工事が増加するすう勢にある。

したがって、人員構成的には保守部門の集約化による効率向上と、最近増勢の大きい原子力、ならびに送変電部門の強化が必要である。

つぎに最近の開発形態の特徴をみると、コスト低減あるいは近代化をめざして、主要工事がいずれも大型化、大規模化の方向をたどっていることが注目される。このことは従来にも増して用地の確保、公害安全対策などの面で、地域計画、都市計画との調和を必須とし、国・地方公共団体・関連事業・地元等との諸調整を要する結果となっている。一方技術的、経済的には地点の選定、立地の悪条件の克服、耐震設計、資金計画、要員計画など技術革新をも導入して多面的な検討を必要とするにいたっている。

各部門別における土木の特異性を要約すると、つぎのごとくである。

(イ) 水 力

他の電源に比較して耐用年数が長く、きびしく経済合理性を追求してきた部門である。揚水を含む 100 万 kW 級の大規模開発にともない、さらに綿密、高精度の調査地質条件にあった大ダムの経済建設が当面特記される。さらに、多目的開発への参加、既設のスクラップ アンド ビルドなどがある。

(ロ) 火力・原子力

火力立地は内湾から外洋へ移行する転換期にあり、原子力とともに海象条件のきびしい外洋に面しての取水施設の設置と、規模に見合った専用港の経済建設、総合的な体系をもったレイアウトなどが主要点である。

(ハ) 地 中 線

軟弱地盤地帯、低い道路率の過密地区、既設埋設物のふくそうなどの悪条件下（架空線に比して 10~15 倍の建設単価となる）で、先行投資を十分考慮した計画・実施の推進、地中施工の機械化、大型洞道・共同溝などの経済建設。

(ニ) 送 電 線

超高圧 275 kV、超々高圧 500 kV など基幹系統の強化にともなう大型鉄塔（高さ約 70 m）基礎の本格化、用地事情などの悪化による軟弱湿地帯、山岳僻地での施工、100~200 km にわたるじゅずつなぎに展開される基礎工事の経済的な施工、安全の総合管理などがあげられる。

これらの工事費は、電源にあっては 1カ所当り 500~1000 億円に達し、これを 5~10 年で完成する必要があること、面的な拡がりをもつ地中線では年間 150 億円で

上、基幹送電線では 1ルート当り 20~50 億円の多額の投資を必要とする。

これらの大型プロジェクトは、いずれも自然条件に直結した分野が多く、また計画当初から実施完成までの長年月間に、躍動している社会に即応し総合的な調査を積み重ねて、技術的にも経済的にもすぐれた資産を残していかなければならない。従来、水力開発ではぐくまれた土木技術者は、そこで主体となり総合調整を重ねながら大自然に立向かってきた豊富な経験を有するものであり、新規開発の企画、工事を円滑かつ能率よく推進して行くのに適しているため、今後とも大型プロジェクトに参加する機会も期待も大きなものがあることを疑わない。

表-4 実績原価

項 目	9 電 力 計		
	金 額 (百万円)	kWh 当り (円)	構 成 比 (%)
人 件 費	171 254	1.06	17
燃 料 費	150 612	0.94	15
修 繕 費	101 149	0.63	10
減 価 償 却 費	188 078	1.17	19
購 入 電 力 料	84 567	0.53	8
支 払 利 息	122 993	0.76	12
配 当 所 要 資 金	92 465	0.57	9
濁 水 準 備 金	5 253	0.03	1
そ の 他 費 用	88 373	0.56	9
計	1 004 744	6.25	100

注：① 減価償却費…実施額  
 ② 購入電力料…販売電力料を控除  
 ③ 濁水準備金…濁水準備金引当-濁水準備引当金取りくずし

——出版案内—— 土木学会

日本土木史——大正元年から昭和 15 年まで——

「明治以前日本土木史」が土木学会より刊行されてから 30 年……。これにつぐ土木史としてとりまとめられた本書には大正元年から昭和 15 年までの 30 年間の日本の土木の歴史が余すところなくとらえられてあります。明治 100 年を機会にぜひご一読下さるようおすすめいたします。

体 裁：B5判 8 枚横一段組み 本文 1770 ページ 図 410 葉 表 500 点

写真 150 枚余 上製箱入革製豪華製本 定価 12000 円(〒 300 円)

内 容：第 1 章 河川・運河・砂防・治山／第 2 章 港湾・漁港・航路標識／第 3 章 農業土木／第 4 章 都市計画・地方計画／第 5 章 道路／第 6 章 軍事土木／第 7 章 上水道・下水道および工業用水道／第 8 章 土木行政／第 9 章 建設機械／第 10 章 トンネル／第 11 章 発電水力およびダム／第 12 章 鉄道／第 13 章 水理学／第 14 章 応用力学／第 15 章 土性および土質力学／第 16 章 測量／第 17 章 土木材料／第 18 章 コンクリート／第 19 章 土木教育史／第 20 章 学・協会史／付・日本土木史年表