

電力の需要と資源のバランス

神 谷 貞 吉*

1. 電力の需要

電気事業便覧の契約種別を参考にして、電力の需要を大別してみると表-1 のようになる。また、需要の分布を解釈するため、日本統計年鑑を参照すると表-2 が得られる。

表-1 需要別使用電力量 (1967 年度)

| 分 類 | 契 約 種 別 | 使用電力量 (10 ⁶ kWh) | 分 布 (%) |
|-----------|------------------------|--------------------------------|------------|
| 家 庭 用 | 定額電灯, 従量電灯 | 27 321 | 12.6 |
| 事 業 用 小 口 | 大口電灯, 小口電力 | 36 391 | 17.4 |
| 事 業 用 大 口 | 業務用電力, 大口電力, 自 家用電力 | 143 317 | 68.4 |
| そ の 他 | 街路灯, その他電灯, 電力 | 4 073 | 2.0 |
| 計 | | 211 100 | 100.0 |

表-2 事業の規模と分布 (1967 年度)

| 事 業 規 模 | 数 (%) | 出荷額億円(%) |
|-------------------|------------|---------------|
| 従業員数 200 人以上の事業所 | 6 184(1.0) | 232 771(56.5) |
| 資本金 5 000 万円以上の企業 | 6 150(1.5) | 199 188(49.3) |
| 大口電力契約 口数 | 5 899 | |

註: () 内は総数に対する比率。

この表によると、数字のうえでは、大口電力の契約口数は大規模事業と符合しているので、電力需要もお互いに対応しているとみると、残余の数において大部を占める会社、事業所が事業用小口に相当する。

この分類によって近年の需要の推移をみると、使用電力量の伸びは著しいが、分布の割合は、ほとんど定着しているようにみえる(表-3)。

表-3 需要の分布の推移

| 簡 要 別 | 1957 年度 | | 1962 年度 | | 1967 年度 | |
|-----------|--------------------------------|------------|--------------------------------|------------|--------------------------------|------------|
| | 使用電力量 (10 ⁶ kWh) | 分 布 (%) | 使用電力量 (10 ⁶ kWh) | 分 布 (%) | 使用電力量 (10 ⁶ kWh) | 分 布 (%) |
| 家 庭 用 | 7 636 | 11.1 | 14 860 | 12.4 | 27 321 | 12.6 |
| 事 業 用 小 口 | 11 550 | 16.9 | 20 513 | 17.1 | 36 391 | 17.4 |
| 事 業 用 大 口 | 45 191 | 65.8 | 81 757 | 67.8 | 143 317 | 68.0 |
| そ の 他 | 4 296 | 6.2 | 3 035 | 2.7 | 4 073 | 2.0 |
| 計 | 68 673 | 100.0 | 120 165 | 100.0 | 211 100 | 100.0 |

家庭用電力の需要については、1967 年度において契約口数は 24 480 621、世帯数とほとんど差はない。つまり、普及率は 100% に近いが、その内容をみると表-4

* 正会員 工博 日本大学教授、生産工学部

表-4 家庭用電力の使用量の推移
(ただし、従量電灯)

| 区 分 | | 1957年度 | 1962年度 | 1967年度 |
|--------------------|-----|--------|--------|--------|
| 1 口あたりの年間使用量 (kWh) | A | 476 | 806 | 1 051 |
| 1 口あたりの契約灯数 | B | 8.6 | 10.0 | 10.3 |
| 1 灯あたりの年間使用量 (kWh) | A/B | 55.4 | 80.6 | 102.0 |

のごとくである。

使用量の著しい増加は 1 灯あたりの消費量の増加によっている。これは全国平均であるが、地域別の 1 口あたり年間使用量を、家計調査年報の消費支出の光熱費から割り出してみると

| | |
|---------|-------------|
| 7 大都市 | 1 300 kWh/年 |
| 中 都 市 | 1 250 kWh/年 |
| 小 都 市 A | 1 200 kWh/年 |
| 小 都 市 B | 1 100 kWh/年 |
| 全 町 村 | 1 000 kWh/年 |

程度になる。支出のなかの電力費は 2.0~2.4% で、小都市ないしは全町村にむかって高率の傾向がみえる。また消費者物価指数によると、消費支出に比例して光熱費は増加しているが、前者の過半は物価上昇が原因であるが、後者は単価はあがっていないので、すべて消費量の増加によるもので、電気代の増分は、使用量の伸びそのものである。あるいはそのため使用量が伸びた分があるかもしれない。

いずれにしても、家庭用電力の使用量は消費支出のなかで決まり、収入がますます率は低下する傾向があるので、灯数が増さない限り、ある値に漸近するのかもしれない。

次に事業用電力は、表-1 のごとく、総需要の 85% 余

表-5 大口需要の内訳

| 産 業 別 | 使用電力量 (10 ⁶ kWh) | 百 分 率 |
|--------------|-----------------------------|-------|
| 鉱 業 | 4 702 | 2.2 |
| 織 維, 紙, パルプ | 15 973 | 7.5 |
| 化 学 | 36 450 | 17.2 |
| 石油, 石炭, ゴム製品 | 2 371 | 1.1 |
| セメント, 窯業 | 4 657 | 2.2 |
| 鉄 鋼 | 33 238 | 15.7 |
| 非 鉄 金 属 | 12 068 | 5.7 |
| 機 械 製 造 | 8 542 | 4.0 |
| 鉄 道 | 8 998 | 4.2 |
| そ の 他 | 11 018 | 5.2 |
| 計 | 138 066 | 65.3 |

を占め、大勢を左右するといっても過言ではない。そのうち、大口需要は 68% であるが、なかでも化学、鉄鋼の諸産業が日本の電力の 50% を使用している (表-5)。

ところがこれらの産業の事業所数と出荷額を比較すると、表-6 にみられるように、いずれも約 1% 程度の事業所が総額の 30~50% (B/A) を生産する、すぐれた能力をもっていることがわかる。

表-6 産業別事業規模と分布 (1966 年度)

| 産業別 | 事業所数 | 出荷額 (10 ⁹ 円) A | 1000人以上の事業所数 | 出荷額 (10 ⁹ 円) B | B/A (%) |
|----------|---------|------------------------------|--------------|------------------------------|---------|
| 織 | 105 478 | 2 884 921 | 77 | 377 544 | 9.6 |
| 紙, パルプ | 17 250 | 1 280 877 | 23 | 241 093 | 18.9 |
| 化学 | 3 386 | 3 182 217 | 81 | 1 134 904 | 35.6 |
| 石油, 石炭製品 | 709 | 936 615 | 16 | 515 954 | 55.0 |
| ゴム製品 | 3 486 | 432 721 | 26 | 174 910 | 41.0 |
| セメント, 窯業 | 28 131 | 1 237 349 | 26 | 148 916 | 12.0 |
| 鉄鋼 | 6 438 | 3 053 556 | 61 | 1 689 265 | 55.0 |
| 非鉄金属 | 3 901 | 1 515 089 | 29 | 541 532 | 55.8 |
| 機械 | 36 529 | 2 656 804 | 78 | 754 206 | 23.4 |
| 電気機器 | 16 306 | 2 718 339 | 144 | 1 368 253 | 50.0 |
| 輸送用機器 | 14 208 | 3 297 821 | 105 | 2 262 383 | 69.0 |

そこで、この率を 40% とみて、電力消費量を出荷額に比例させると、全電力需要の 20% 余を約 560 ヵ所の事業所で使用していることになる。これは、製造業事業所総数 594 832 の約 1000 分の 1 であるから、とくに大口の電力需要者である。このようにして需要の分野をわけると

| | |
|--------|------|
| 家庭用 | 13 % |
| 事業用小口 | 18 % |
| 事業用大口 | 46 % |
| 事業用特大口 | 22 % |
| その他 | 1 % |

程度になる。

2. 電力用エネルギー資源

1967 年度発生電力量と転換された一次エネルギー量は表-7 のとおりである。

表-7 一次エネルギー資源の消費量と発生電力量

| エネルギー種別 | 消費量 | 発生電力量 (10 ⁶ kWh) | 百分率 |
|--------------|--------|--------------------------------|-------|
| 水力 | | 69 664 | 28.5 |
| 石炭 (1000 t) | 28 527 | 65 637 | 26.8 |
| 石油 (1000 kl) | 25 686 | 109 570 | 44.7 |
| 原子力 | — | — | — |
| 計 | | 244 871 | 100.0 |

註：自家発電用の石炭と石油の使用量は筆者の推算で振分けた。

水力は、発電所総数 1 557 ヵ所、最大出力計 17 123 608 kW、日本列島の分水山脈に沿ってあり、エネルギー生産設備としては、もっとも広く分布している。地点については、1910 年以來、政府によって 4 回の調査が重ねられ、1970 年現在の包蔵水力は、

| | |
|-------|-----------------------------|
| 地点数 | 2 382 |
| 最大出力 | 36 723 MW |
| 発電電力量 | 133 745・10 ⁶ kWh |

さらに、80 地点・600 万 kW を加えることができようといわれている。

石炭については、発電用消費量 28 529 000 t、総荷渡高は国内炭 51 548 000 t、輸入炭 26 462 000 t、電力用炭はすべて国内炭でその 50% を占める。日本の可収炭量は 3 177・10⁶ t で、現在の消費量の 60 年分にあたる。埋蔵量の 90% は北海道、九州、常磐に分布し、水力に比してかたよっている。火力発電所数 376、うち電力事業用は 68、うち石炭用火力 46、出力計 13 351 900 kW、自家用は 308、出力 4 319 625 kW、水力発電所に比べて分布はせまいが、事業用の消費地に限れば、重油専焼の発電所よりはるかに広い分布をもつ。

石油については、国内の生産量は 806 111 kl にすぎない。発電用の消費量は 25 686 000 kl であるから、供給は外国の資源にたよるほかはない (表-8)。

表-8 燃料油の消費量

| 区分 | 輸入油 (kl) | 生産量 (kl) | 計 (kl) | 販売量 (kl) |
|-----|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 原油 | 120 814 949 | 876 111 | 121 691 066 | — |
| 燃料油 | 13 085 275 (11 461 159) | 109 908 337 (65 590 128) | 122 993 615 (77 051 287) | 105 689 199 (63 772 277) |

ただし、() 内は重油。

発電用燃料油は、燃料油の 24.4%、重油の 40.4%、石油製品の総販売量 107 565 000 kl の 24% にあたる。輸入量の 98% は中近東からであるから、日本の電力資源の 47%、つまり半ばは中近東の諸地域に依存していることになる。

石油は消費地精油方式であるが、精油所は 28 地域、40 事業場で、東京、大阪、瀬戸内海、伊勢湾の海岸にあり、重油専焼発電所は 22 ヵ所、数において合致し、両者の関連を物語っている。その出力計 14 152 300 kW、平均容量 65 万 kW、石炭を燃料とする発電所の平均 29 万 kW に比してはるかに大きい。

3. 電力と一次エネルギーのバランス

まず家庭用電力は、使用量 27 321・10⁶ kWh、水力発電量は 69 664・10⁶ kWh であるから、両者を対比すれば、燃料が不足しても十分まかなうことができる。さらに、自家発電の分を差し引いても、400 億 kWh の余裕がある。家庭用電力の契約口数は世帯数とほぼ一致するほど普及しているから、これから口数だけが急激に増すことはない。使用電力量の増加は 1 灯あたりの使用量の増加によっているから、灯数が増さない限り、同じ調子で伸びつづけることはないだろう。しかし、もし住宅が広がるとか、家庭生活時間が長くなるとなど、生活環境

表一 9 事業規模と発電量の推移

| 区 分 | 1955年度 | 1958年度 | 1960年度 | 1963年度 | 1966年度 | 1967年度 |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 家庭用電力 (10 ⁶ kWh) | 6 667 | 8 331 | 10 927 | 17 760 | 25 277 | 27 321 |
| 事業用小口電力 (10 ⁶ kWh) | 8 917 | 12 356 | 16 605 | 23 315 | 31 944 | 36 389 |
| 事業用大口電力 (10 ⁶ kWh) | 35 273 | 48 372 | 68 498 | 93 519 | 125 797 | 143 317 |
| 電気事業用重油 (1 000 kJ) | 314 | 1 251 | 5 022 | 7 848 | 12 931 | 18 972 |
| 鉱工業生産 (%) | 100 | 140 | 198 | 277 | 386 | — |
| 設備投資 (%) | 100 | 175 | 261 | 426 | 621 | — |

を変えるごとき条件がそろえば、家庭用電力の需要は急に伸びることになる。その結果、1967年のアメリカの程度(5000 kWh/年)になったとしても、日本の包蔵水力は十分にこれとバランスのとれる値である。

次に、石炭は現在全発電量の26.8%をまかなっているが、採炭量は増すことはないといわれるから、発電量は65000・10⁶kWh程度を保ち、全量に対する比率は次第に低下してゆく。これを事業用小口需要18%に対応させると、十分に国内炭でまかなうことができる。小口需要は口数270万以上で全国に分布しているから、容量が小さくて、数の多い石炭火力発電所と対応させる見方も生まれる。事業用小口電力使用量は36391・10⁶ kWhだから、約300億kWhの余裕がある。

そこで水力と石炭による発電量をあわせると家庭用と事業用小口の需要に応じて、なお700億kWhの余剰がある。事業用大口の電力はこの余剰に石油による発電を加えてバランスをとっていることになる。このことは、この10年間の産業設備と電力生産の推移から明らかである(表一9)。

つまり、1955年頃までは電力の供給は水力と石炭によってまかなわれてきたが、1958~1960年の間に需要が急に伸び、重油の使用量もそれに依りて目立ってくる。電力の増加の50%は事業用の大口によるもので、これはまた1958年以降の産業設備投資によるものである。1955~1964年間の製造業の設備投資総額は12兆円、全産業の50%にあたる。そのうち、最多は化学工業と鉄鋼業で、これに機械製造業を加えると、ほとんど半ばに達する。大口電力は1955年度から1966年度までに90524・10⁶ kWh増加し、1966年度の重油使用量は12931000 kJであるから電力量にして54956・10⁶ kWh、電力量増分の60%は重油によっている。このような推移の関係から、発電用燃料に重油を充当するのは、近年著しい設備投資をつけている諸産業の需要にこたえるためとみてよい。こうして、石油を燃料とする発電量は事業用大口、なかでも、主として化学、鉄鋼、機械などの製造業の需要とバランスがあるとみることができ、したがって、発電に必要な石油の数量は、これらの産業の電力の需要によって決まることになる。

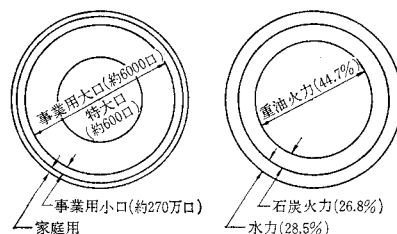
そこで製造業の重油と電力の使用量をみると、二次エネルギーのうち、重油と電力の計は338536・10⁶ kWh、

うち化学と鉄鋼は111306・10⁶ kWhで30%を占める(表一10)。発電に必要な石油の使用量は主として二産業の消費する一次エネルギーの需要のなかにバランスが求められる。この重油の生産量は、その他の石油製品、たとえばナフサ、揮発油に対し

て比率があるから、消費地精油方式のなかで、もしバランスがとれなくなれば、その拘束を受けない別の一次エネルギーが必要になる。

表一 10 製造業別重油、電力使用量

| 製 造 業 別 | 重油購買量と電力換算値 | | 購買電力量 (10 ⁶ kWh) | 使 用 エネルギー (10 ⁶ kWh) |
|----------|-------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | (1000 kJ) | (10 ⁶ kWh) | | |
| 織 維 | 3 408 | 14 484 | 4 082 | 18 566 |
| 紙, パルプ | 3 560 | 15 130 | 7 277 | 22 407 |
| 化 学 | 7 135 | 30 323 | 25 875 | 56 198 |
| セメント, 窯業 | 8 049 | 34 195 | 3 520 | 37 715 |
| 鉄 鋼 | 7 064 | 30 022 | 25 086 | 55 108 |
| 非 鉄 金 属 | 1 294 | 5 499 | 7 358 | 12 857 |
| 機 械 製 造 | — | — | 8 513 | 8 513 |
| 計 | 44 878 | 190 731 | 147 805 | 338 536 |
| 電力事業 | 18 894 | 80 299 | — | — |



図一 電力の需要とエネルギー源の分布の対比

これら、筆者のバランスの見方は、図一1によって端的に説明できる。

4. 結 論

原子力発電量は、1968年度で1040・10⁶ kWhでバランスには入れなかった。OECDの報告によれば1980年、日本では出力1500万kW、年間発電量1000億kWh、所要のウラン精鉱は累計41500tになっている。OECD全域の使用量はこの10倍、埋蔵量は70~100万tだから、1980年代に枯渇する。現在必要な燃料は日米原子力協定によって、計画により、年度をきって取りきめによって入手できる。また、原子炉は大出力ほど有利で、発電所は100万kW以上となり、負荷率を高く運転する。この特質から、きわめて大口の需要と見合うことになる。ウラン資源は、石炭、石油のごとく二次製品の原料にならぬこと、量的には発電以外に重要性がうすいことなど考えると、発電計画についても、燃料

の入手についても、対応する事業用の需要の見通しにかかっていると見えよう。

また石油については、総合エネルギー調査会の推算で1980年度に電力需要は10000億kWh、うち6000億kWhは石油に依存し、所要量1.38億klとなる。日本の総需要は5.5億kl、西欧は6億kl、OECDの域内の需給は果たしてどうであろうか。西欧では1966年現在で発電用燃料の2/3は石炭で、今後もできるだけこの比率を保ち、石油の率をおさえながら、次の発電用エネルギーの開発を急ぐように見受けられる。

さて、日本をみると、未開発水力は36.7%あり、石炭も同程度の電力をまかなうことができ、OECDの各国に対して、アメリカ、カナダを別にすれば決しておとるものではない。また、いずれも国内資源であり、デー

タも正確であり、開発の技術をもっているのであるから、電力資源の基調として着実に開発を進め、次の新しいエネルギー源開発に寄与するのがよいと思う。

電力需要の長期見通しは、昭和45年度において大幅な修正をしているように、正確は期しがたいようである。これに対して、資源は有限であることを考えると、電力需要には一次エネルギー資源からくる条件を求める 때가近づいているように思う。EECのエネルギー共同市場案の総合エネルギー政策など、いずれもその模索であるかもしれない。筆者のいう、需要と資源のバランスをみつめることは、同様な作業へのアプローチとして役立つと思う。

(1970.9.8 受付)

水工学に関する夏期研修会講義集・在庫一覧

● 1965 ————— A. ダム・河川コース B 5・230・2000円(〒100)

1. ダムの Spillway の設計/岩崎 2. ダムの Outlet Works の設計/山岡 3. ダムにおける Sedimentation/芦田・土屋 4. 河川流出の例題解説/石原 5. 開水路流れの例題解説/岩佐 6. 護岸・水利・床固めの水理機能/吉川 7. 弯曲水路の流れ/岸 8. 北海道の河川事業の特色/町田 9. 護岸・水利・床固めの工法と設計例/古賀 10. 水門・樋門の設画と設計/西畑 11. 密度流論/嶋

● 1965 ————— B. 海岸・港湾コース B 5・180・1500円(〒100)

12. 波浪の推定に関する最近の研究/井島 13. 波浪スペクトル論とその応用/浜田 14. 漂砂論/堀川 15. 漂砂測定法/福島 16. 波圧論/光易 17. 消波構造論/尾崎 18. 北海道における海岸および港湾の諸問題/穴釜 19. 海岸保全計画論 20. 河口密度流論/柏村 21. 津波理論/室田

● 1967 ————— A. 河川コース B 5・176・1000円(〒100)

1. 水理学における数学的手法/岩佐 2. 流れの抵抗則/足立 3. 流出機構/高橋 4. 内水の流出解析/西畑 5. 水資源論序説/高橋 6. 土砂災害とその対策/矢野

● 1967 ————— B. 海岸・港湾コース B 5・148・900円(〒100)

7. 港湾計画/長尾 8. 港湾機能とその変貌/久田 9. 波の変形論/岩垣 10. 構造物に働く波力/合田 11. 短周期波のうちあげに関する最近の研究/細井 12. 漂砂/榎木 13. 外国における高潮問題/本間

● 1968 ————— A. 海岸・港湾コース B 5・206・1300円(〒100)

1. 土木技術者の教育について/松尾 2. 波浪の数値予測/井島 3. 海岸計測論/光易 4. 沿岸潮汐の予知について/宮崎 5. 海岸保全/豊島 6. 特殊防波堤論/伊藤 7. 沿岸環境問題/和田 8. 河口安定論/吉高

● 1968 ————— B. 河川コース B 5・192・1200円(〒100)

9. 日本の雨の特性/坂上 10. 航空写真による洪水時の流況測定/木下 11. 河川汚濁論/栗谷 12. 貯水池群の統合操作/石原 13. 境界層/岡部 14. 電子計算機の応用例/木下 15. 乱流拡散/栗原

● 1970 ————— A. 海岸・港湾コース B 5・268・2200円(〒100)

1. 波浪の数値計算/合田 2. 波浪の統計的解析への応用/日野 3. 湾内拡散/日野 4. 津波/岩崎 5. 漂砂特論/堀川 6. 海洋開発/本間 7. 波浪観測/村木 8. 越波と根固め/富永 9. 冷却水・取排水に関する技術的問題/千秋

● 1970 ————— B. ダム・河川コース B 5・210・1800円(〒100)

10. 異常降雨について/大西 11. 水文学における確率過程/山岡 12. 水理構造物に作用する流体力/岩佐 13. キャピテーション・その1/村井 14. キャピテーション・その2/大場 15. 掃流砂礫の流送機構/土屋 16. 蛇行論/林 17. 空気混入流/坂本 18. Estuary の水理/吉川 19. 河川構造物の水理機能/土屋