

四国の製造業におけるエネルギー消費の実態¹⁾

木村 等 ・ 石川 浩
大藪 和雄 ・ 松井 重子

I. 序。 II. 省エネルギーに関する調査。 III. 集計結果の概要。 IV. 時系列データの周波数分析—エネルギーデータ分析のために—。

I

2度にわたる石油ショックがわが国経済に与えた影響は、計り知れないものがある。四国地方の製造業におけるエネルギー消費の現状をとらえることによって、省エネルギーのあり方を考えるため昭和57年1月から3月にかけて省エネルギーに関する調査を実施したが、以下ではその結果の概要を述べることにしよう。(図1-1, 図1-2)

II

今回の調査では、エネルギーを比較的多く消費する業種として、繊維工業(産業中分類20), パルプ・紙・紙加工品製造業(同24), 化学工業(同26), 窯業・土石製品製造業(同30), 鉄鋼業(同31), 非鉄金属製造業(同32), 金属製品製造業(同33)を調査することにし、地域にとって重要な業種として、食料品製造業(同18, 19), 衣服・その他の繊維製品製造業(同21), あまりエネルギーを消費しない業種の代表として、一般機械器具製造業(同34), 電気機械器具製造業(同35), 輸送用機械器具製造業(同36), 精密機械器具製造業(同37)を調査することにした。(図2-1)

1)この調査の集計・分析にあたり特に統計ゼミ4年生溝口康全君, 赤沢昌二君の全面的な協力を得た。ここに記して謝意を表したい。

抽出のためのリストは、通商産業省編『全国工場通覧1980年版』（日刊工業新聞社）を用いることにし、従業者30人以上の事業所を対象にすることにした。

抽出方法は、各業種ごとにランダム抽出法を用いたが、抽出率として $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{1}{4}$ の4種類を採用することにし、各業種とも調査対象事業所数を50事業所以上になるようにした。（表2-1）

調査票は、くわしい調査票（図2-2）と簡単な調査票²⁾との2種類を作成した。簡単な調査票は、どうしても全部に回答出来ない場合に用いた。回収率を少しでも高めようと考えたからである。

調査票を送付したものの865事業所のうち集計事業所数437であったので、回収率³⁾は全体で約50%であった。（表2-2）

調査項目4の主要製品名から業種分類したものが表2-2の業種ごとの数字であるが、その他の情報を利用して再分類したものが、（ ）内の数字である。回収率の高い業種は、非鉄金属製造業、化学工業、金属製品製造業、精密機械器具製造業、窯業・土石製品製造業、パルプ・紙・紙加工品製造業、一般機械器具製造業である。精密機械器具製造業、一般機械器具製造業を例外として、これらの業種は、エネルギー費が高く、その結果として省エネルギーに関心も深いということも考えられる。

以下の集計表はほとんど表2-2の（ ）外の数値を用いているが、日負荷率の分析には（ ）内の数値を用いている。

質問10、11への回答率（表2-3、表2-4）は電気管理がゆきとどいているか否かを示す一つの指標である。パルプ・紙・紙加工品製造業、化学工業、非鉄金属製造業、鉄鋼業等は回答率が高く、従業者規模が大となるにつれて回答率も高くなっている。

2) くわしい調査票のうち、3、4、5(2)、6、7、9(1)、13、14のみを調査項目とした。これを督促用に用いた。

3) 実際には調査時点で「30人未満の従業者しかいない」として返送されたり、名簿の住所に事業所がない場合もあった。

III

1. 従業者規模別の結果の概要

はじめの、従業者規模、操業時間別事業所数と構成比(表3-1, 図3-1)は、質問3の従業者数と質問5の工場の1日の操業時間(1)昭和56年1年間の1日平均操業時間をクロスさせたものである。計の行をみると、8時間操業と24時間操業が特に多いことがわかる。8時間から8時間15分が最も多く、7~8時間、8時間30分~8時間45分、9~10時間もやや多くなっている。最小規模(30~49人)の行をみると、8時間~8時間15分、8時間30分~8時間45分、9~10時間の割合は計の行より多くなっているが、18~23時間、24時間の割合は計の行より少ない。小規模(50~99人)では、9~10時間の割合がやや多いが、ほぼ計の行と一致している。中規模(100~299人)では、8時間30分~8時間45分、9~10時間の割合が計の行より少なく、18~23時間、23~24時間、24時間の割合が計の行より多い。大規模(300人以上)では、7~8時間、8時間~8時間15分、8時間30分~8時間45分、9~10時間の割合は少なく、18~23時間、24時間の割合は多くなっている。以上要するに、図3-1で示すように、従業者規模が大となればなるほど、2交替、3交替の割合が多くなり、8時間操業は少なくなるということが出来よう。

つぎに、従業者規模、年間操業日数別事業所数と構成比(表3-2, 図3-2)であるが、これは、質問3と質問6をクロスさせたものである。全体的にみると、290~299日の階級が最も多くなっている。これは、1年365日のうち、日曜日が52日、祝日が12日(元日を含む)、年末の12月30日、31日、年始の1月2日、3日、お盆の8月15日、16日を休むものとして、年間操業日数295日となる。なお、年末、年始、お盆と日曜日が重なることがあり得るが、5月のゴールデン・ウィークに休みをとる事業所もあるので、やはり年間操業日数のモードは、上記のようになるであろう。290~299日の階級より離れれば離れるほど事業所数の割合は少なくなるが、350~365日の階級に別の小さな山があるようである。最小規模の行をみると、290~299日の階級、300~309日の階級が特に

多い。小規模の行をみると290~299日の階級、280~289日の階級、270~279日の階級が計の行にくらべて相対的に多い（構成比そのものとしては300~309日も相当のパーセントを示している）。中規模では、260~269日、270~279日、280~289日の階級と350~365日の階級が相対的に多い（290~299日も相当のパーセントを示している）。大規模では、250~259日、260~269日の階級と350~365日の階級が相対的に多い。以上要するに、図3-2にみるように、最小規模では、290~299日を中心に単峰分布であったものが、規模が大きくなるにつれて複峰分布になり、しかも、左側の山はだんだん左に移動し、右側の山（350~365日）は、その高さを徐々に高めている。

つぎに、従業者規模、契約電力別事業所数と構成比（表3-3、図3-3）であるが、これは、質問3と質問7をクロスさせたものである。計の行をみると、100~299 KW が最も多く、1,000~1,999 KW、10,000~49,999 KW のところにも小さな山があるように見える。最小規模の行をみると、100~299 KW のところのみが山である。小規模では、100~299 KW に山があるが1,000~1,999 KW のところにも小さな山がある。中規模でもほぼ同じところに山がある。大規模では1,000~1,999 KW と10,000~49,999 KW に山がある。以上要するに、はじめ単峰分布であったものが、複峰分布にかわり、その2つの山も徐々に右に移って行くことがわかる。

つぎに、従業者規模、消費電力別事業所数と構成比（表3-4、図3-4）であるが、これは質問3と質問9消費電力（自家発電を含む）(1)昭和56年1年間とをクロスさせたものである。計の行をみると10万 KWH~50万 KWH 未満が最も多く、100万 KWH~500万 KWH、1 KWH~5万 KWH 未満の階級が順に多い。最小規模では10万 KWH~50万 KWH 未満、1 KWH~5万 KWH 未満の階級の順で多い。小規模では、100万 KWH~500万 KWH 未満の階級が最も多く、ついで10万 KWH~50万 KWH 未満が多い。中規模でもほぼ同様であるが500万 KWH~1,000万 KWH 未満、1,000万 KWH~5,000万 KWH 未満の階級もかなりの事業所が占めている。大規模では100万 KWH~500万 KWH 未満の階級が最も多く、つぎに1億 KWH~10億 KWH、1,000万 KWH~5,000万 KWH の順に多い。要するに、複峰分布の山がいずれも右に移行しているこ

とがわかる。

つぎに、従業者規模、生産原価に占める電力費割合別事業所数と構成比(表3-5, 図3-5)であるが、これは、質問3と質問13生産原価(コスト)に占める(1)電力費割合をクロスさせたものである。電力費割合が1.0~2.9%である事業所が多い。これを「通常の電力費割合である事業所」とすると、電力費割合が3.0~4.9%のものは、「電力費割合のやや多い事業所」であり、5.0~9.9%のものは、「電力費割合の多い事業所」であり、10.0%~のものは「電力費割合の非常に多い事業所」であるということができよう。規模別にみると、最小規模では「通常の電力費割合である事業所」が相当多くなっている。小規模ではやはり「通常の電力費割合の事業所」が多いが、「電力費割合の多い事業所」もかなりある。中規模では、やはり「通常の電力費割合の事業所」が多いが、「電力費割合がやや多い事業所」もかなりある。大規模では、「通常の電力費割合の事業所」と「電力費割合の非常に多い事業所」とが多くなっている。以上のようなことから規模が大きくなるにつれて電力費割合の変化は、平均値でみるように、4.9%, 7.1%, 6.9%, 11.0%という変化をしており、小規模・中規模の相違はなく、最小規模でもあまり大きなちがいはないといえる。

つぎに、従業者規模、生産原価に占める燃料費割合別事業所数と構成比(表3-6, 図3-6)であるが、これは、質問3と質問13生産原価(コスト)に占める(2)燃料費の割合とをクロスさせた結果である。この場合も、上記の電力費割合と同様に「通常の燃料費割合である事業所」、「やや燃料費割合の多い事業所」、「燃料費割合の多い事業所」、「燃料費割合の非常に多い事業所」を定義すると(%)の区切りも同様とする。), 電力費割合と同様、1.0~2.9%の階級が最も多い。規模別にみると、最小規模では、「燃料費の割合が非常に多い事業所」がやや少ないこと、小規模は平均とほぼ同じ、中規模で、「燃料費の割合が少ない事業所」が多いこと、大規模で、「燃料費の割合が非常に多い事業所」が多いことがわかる。概して全体の計とかわらないことがうかがわれ、規模別の平均値も、4.9, 5.9, 6.5, 7.1%とほとんど変化はない。

つぎに、従業者規模、生産原価に占めるエネルギー費割合別事業所数と構成比(表3-7, 図3-7)であるが、これは、質問3と質問13の(1)電力費の割

合と(2)燃料費の割合とを加えたエネルギー費の割合とをクロスさせたものである。この場合はエネルギー費の割合が1.0~4.9%のものを、「通常のエネルギー費割合である事業所」、5.0~9.9%のものを、「ややエネルギー費割合が多い事業所」、10.0~19.9%のものを、「エネルギー費割合が多い事業所」、20%~のものを、「エネルギー費割合が非常に多い事業所」と定義する。全体で見ると、やはり「通常のエネルギー費割合である事業所」が最も多いが、5.0%以上のエネルギー費割合を示すものもかなりあることがわかる。これを規模別にみると、最小規模では、「通常のエネルギー費割合である事業所」が最も多く、つぎは、「エネルギー費割合が多い事業所」もかなりある。小規模では、ほとんど全体と同じである。中規模では、「通常のエネルギー費割合である事業所」が最も多く、つぎは、「ややエネルギー費が多い事業所」がかなりある。大規模では、「通常のエネルギー費割合である事業所」と、「エネルギー費割合が非常に多い事業所」とが相当数を占めている。

最後に、従業者規模、操業度別事業所数と構成比(表3-8, 図3-8)であるが、これは、質問3と質問14をクロスしたものである。計の行をみると、75.0~84.9%の階級が最も多く、つぎは85.0~94.9%の階級が多い。最小規模では、やはりこれらの階級が多いものの、0.1~64.9%の操業度の非常に低いものもかなりある。小規模と中規模では計の行とほぼ同様の傾向にあり、大規模では75.0~84.9%の階級と95.0%~の階級が多い。平均をみると、最小規模73.0%, 小規模, 中規模がいずれも80.3%, 大規模が83.3%である。最小規模がややわるいが、他はほぼ同じであるといつてよい。

2. 業種別結果の概要

はじめに、業種、従業者規模別事業所数と構成比(表3-9, 図3-9)であるが、これは、質問3と質問4とをクロスさせたものである。非鉄金属、化学、輸送用機械、電気機械などの平均従業者数が大きく、窯業・土石、衣服・他の繊維などの平均従業者数が小さい。

つぎに、業種、操業時間別事業所数と構成比(表3-10, 図3-10)であるが、これは質問4と質問5の(1)とのクロスである。操業時間が長いのは、化学、パルプ・紙、非鉄金属、繊維であり、短いのは、衣服・他の繊維、輸送用機械、

精密機械などである。7～10時間操業がほとんどである業種は、食料品、衣服・他の繊維、電気機械、輸送用機械、精密機械などであり、7～10時間操業と24時間操業あるいは18～24時間操業が多いのは、化学、パルプ・紙、非鉄金属、繊維であり、ややこの傾向があるものとして、窯業・土石、鉄鋼も含まれる。

つぎに、業種、年間操業日数別事業所数と構成比(表3-11, 図3-11)であるが、これは、質問4と質問6とをクロスさせたものである。操業日数が多いのは、非鉄金属、化学、窯業・土石、繊維である。短いのは、電気機械である。計の行と同じように、290～299日の最も多い業種としては、衣服・他の繊維、金属、精密機械などがある。

つぎに、業種、契約電力別事業所数と構成比(表3-12, 図3-12)であるが、これは、質問4と質問7とをクロスさせたものである。契約電力の大きい業種は、非鉄金属、鉄鋼、パルプ・紙などであり、契約電力の小さい業種は、衣服・他の繊維製品、精密機械、電気機械、食料品などである。500 KW 以上を大口電力というが、この割合の高い順に業種をあげると、非鉄金属(90.0%)、化学(68.6%)、鉄鋼(54.5%)、輸送用機械(52.4%)、繊維(51.7%)、パルプ・紙(42.5%)、食料品(28.9%)、一般機械(28.6%)、電気機械(23.1%)、金属(22.9%)、窯業・土石(22.6%)、衣服・他の繊維製品(0.0%)、精密機械(0.0%)となっている。

つぎに、業種、消費電力別事業所数と構成比(表3-13, 図3-13)であるが、これは質問4と質問9(1)をクロスさせたものである。この項目も契約電力と同じように、非常に大きいのは非鉄金属であるが、大きいものとして、鉄鋼、化学、パルプ・紙などがあり、小さいものとして、衣服・他の繊維製品、精密機械、電気機械などがある。個々の事業所について100万 KWH 以上の電力を使用しているものは、大口電力に対応しているように思われる。

つぎは、業種、生産原価に占める電力費割合別事業所数と構成比(表3-14, 図3-14)であるが、これは、質問4と質問13(1)とをクロスしたものである。電力費割合の高い業種としては、非鉄金属、鉄鋼、窯業・土石、化学がある。電力費割合の低い業種としては、電気機械、精密機械などがある。パルプ・紙、窯業・土石は一部に電力多消費型のものがあるし、一部に電力寡消費型のもの

もある。

つぎは、業種、生産原価に占める燃料費割合別事業所数と構成比(表3-15、図3-15)であるが、これは、質問4と質問13(2)とをクロスさせたものである。燃料費の割合の高い業種は化学、窯業・土石であり、割合の低い業種は、輸送用機械、精密機械、電気機械、一般機械である。繊維、パルプ・紙には一部に燃料多消費型のものがあり、一部に燃料寡消費型のものがある。

つぎは、業種、生産原価に占めるエネルギー費割合別事業所数と構成比(表3-16、図3-16)であるが、これは質問4と質問13(1)と13(2)を加えたものとのクロスである。非常にエネルギー費の割合が高いのは、非鉄金属、化学、鉄鋼、窯業・土石であり、エネルギー費の割合が低いのは、電気機械、精密機械である。繊維、パルプ・紙は一部にエネルギー多消費型のものがあり、一部にエネルギー寡消費型のものがある。

最後に、業種、操業度別事業所数と構成比(表3-17、図3-17)であるが、これは、質問4と質問14とをクロスさせたものである。操業度の高い業種としては、一般機械、電気機械、繊維、衣服・他の繊維などがあり、操業度の低い業種としては、窯業・土石、鉄鋼などがある。食料品、パルプ・紙、化学、窯業・土石、鉄鋼、輸送用機械などに操業度の低い事業所がみうけられる。

3. 日負荷率の結果の概要

日負荷率の定義は、

$$\text{日負荷率} = \frac{\text{1日の総消費電力}}{\text{1日の1時間当たり最大電力} \times 24} \times 100.0$$

という式で与えられる。これを質問11から計算して、業種別、従業者規模別に分類した。(表3-18) この日負荷率が高いことは、電気管理が徹底していることを示し、省エネルギーの一つの目標である。日負荷率の高い業種は、非鉄金属、化学、パルプ・紙である。日負荷率の低い業種は、衣服・他の繊維製品、電気機械、窯業・土石、食料品、輸送用機械などである。従業者規模別の平均の行をみると、規模が大きくなればなるほど、日負荷率の値は大きくなっている。業種別、規模別にみて同じ傾向があるのは、繊維、窯業・土石、鉄鋼、非鉄金属、電気機械などである。

つぎに、消費電力と日負荷率の関係をプロットしてみた(図3-18)、ただし、消費電力は対数値をとった。消費電力が多いほど、電気代の絶対額は大きくなる。契約電力をできるだけ下げ、負荷率をできるだけ高めれば、電気代も節約できる。夜間電力も使うことが出来れば、日負荷率は上昇する。このようなことから両者の間の相関関係がみられるように思われる。

4. 省エネルギー対策の実施状況

はじめに、従業者規模、省エネ対策別事業所数と構成比(表3-19)であるが、これは、質問3と質問15とのクロスである。省エネ対策の方法ごとに計の行をみると(図3-19)、最も実施率の高いのは、「(2)設備機器の改良」であり、つぎは、「(1)操業方法の改善」、「(3)新規の設備投資」が並んでおり、さらに少し少なくなるが、「(6)建物の省エネ」、「(4)燃料の転換」が続いており、「(5)原料の転換」は非常に少ない割合になっている。「将来実施する予定」は「(1)操業方法の改善」、「(2)設備機器の改良」、「(3)新規の設備投資」ともに同じ程度の割合になっている。各省エネ対策ごとに従業者規模別の相違をみると、どれも規模が大きくなるにつれ実施率が高くなっており、そのことは非常にはっきりとあらわれている。そして特に300人～の階級で実施率が高いことがわかる。「将来実施する予定」については、逆に、規模が大となるにつれて割合が小さくなっている。「(5)原料の転換」、「(7)その他」は例外)

つぎに、業種、省エネ対策別事業所数と構成比(表3-20)であるが、これは、質問4と質問15とをクロスさせたものである。「(1)操業方法の改善」では、非鉄金属、鉄鋼、化学など(精密機械は事業所数が少ないが実施率は高い)が実施率が高い。これから実施する予定が金属、窯業・土石にかなりある。「(2)設備機器の改良」では、非鉄金属、鉄鋼、化学などで実施率が高く、将来実施する予定が相当あるのは窯業・土石、金属である。「(3)新規の設備投資」では、非鉄金属、化学、繊維、一般機械などで実施率が高く、将来実施する予定があるのは、金属、電気機械、衣服・他の繊維製品である。「(4)燃料の転換」では、非鉄金属、食料品、鉄鋼、金属などで実施率が高く、これから実施する予定があるのは、食料品、窯業・土石、電気機械などである。「(5)原料の転換」では、化学、非鉄金属などで実施率が高く、食料品、窯業・土石、パルプ・紙、電気機

械などで将来実施する割合が高い。「(6)建物の省エネルギー」では、金属、窯業・土石、化学、パルプ・紙などで実施率が高く、非鉄金属、衣服・他の繊維製品、パルプ・紙などで将来実施する割合が高い。

図 1-1 卸売物価指数

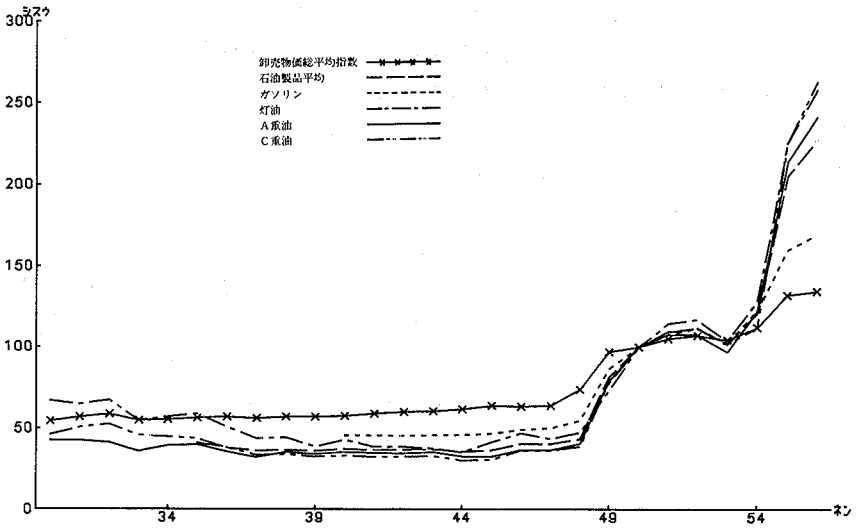


図1-2 消費者物価指数

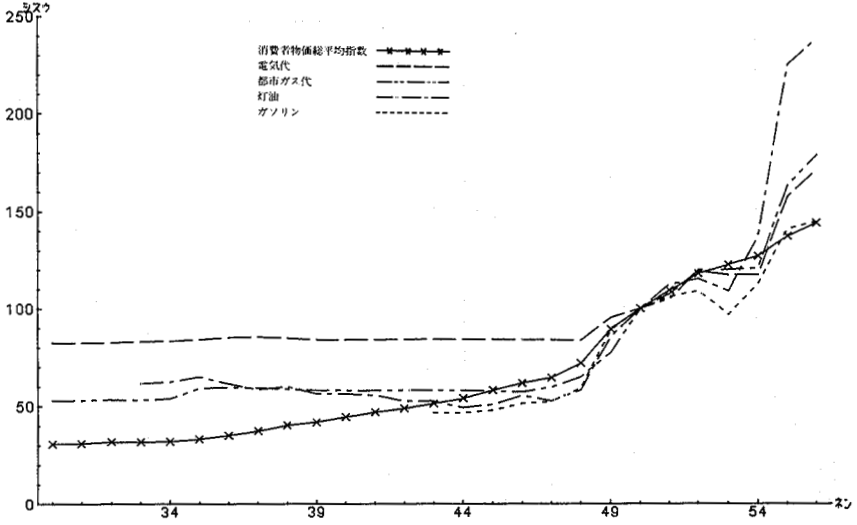


図2-1 出荷額に占めるエネルギー費割合別細分類業種数

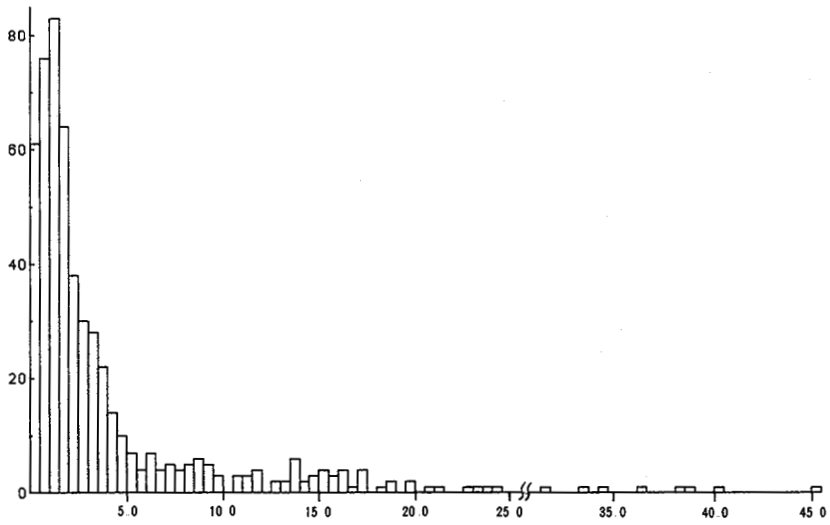


図2—2 調査票

省エネルギー一に関する調査 (S57.1)

香川大学経済学部統計研究室



1. 事業所の名称 (よみかた) 電話 () 局番 ()
 所在地 駅 市区 町 丁目 番地 号

2. 本社(本館)名 所在地 総店 附設 店 番

3. 従業員数 () 名 うち生労員数 () 名
 () 名 うち生労員数 () 名
 いずれも昭和56年12月31日現在の数字をお書き下さい。

4. 主要製品名 ()

5. 工場の日別の操業時間
 (1) 昭和56年1年間の1日平均操業時間 () 時間 () 分
 (2) 通常の年の1日平均操業時間 () 時間 () 分
 (3) この10年間で最ものもっともよかつた日の1日の操業時間 () 時間 () 分

6. 工場の年間操業日数(昭和56年) () 日
 7. 契約電力 () KW
 8. 受電用変圧容量 () KVA

9. 消費電力(自家発電を含む)
 (1) 昭和56年1年間 () KWH
 (2) 昭和56年2月 () KWH
 (3) 昭和56年8月 () KWH

10. 1日のうち、最も多く電力を使っている(1時間単位で)時間帯は () 時から () 時
 までの1時間帯で、その使用電力量は () KWH

11. つぎの時間帯別の使用電力負(単位で結構です)と、それぞれの時間帯でのもっとも多いと名の生産
 労働者数をお書き下さい。

時間帯	使用電力量(KWH)	生産労働者数(A)	時間帯	使用電力量(KWH)	生産労働者数(A)
0時から1時			12時から13時		
1～2			13～14		
2～3			14～15		
3～4			15～16		
4～5			16～17		
5～6			17～18		
6～7			18～19		
7～8			19～20		
8～9			20～21		
9～10			21～22		
10～11			22～23		
11～12			23～24		

12. 燃料の使用量(昭和56年1年間) (数量が不明の場合は金額)

燃料の種類	数	単	数量の単位
ガソリン			
灯油			
軽油			
A重油			
B重油			
C重油			
液化石油ガス(LPG)			
都市ガス			
コークス			
石炭			
その他			

※数量の単位は、t, m³など、金額の場合は円をお書き下さい。

うちもお願ひいたします。全席で16項目あります。

図 2-2 調査票 (つづき)

13. 生産原価 (コスト) に占める

(1) 電力費の割合 () %

(2) 燃料費の割合 () %

14. 生産量からみた工場の稼働率をお書き下さい。() %

稼働率 = $\frac{\text{現存手持ちの機械設備の稼働時間} \times \text{稼働の生産量 (昭和65年)}}{\text{生産能力} \times 100}$

※ エネルギー集について

15. 各項目ごとに a, b, c に○印をつけ、a の場合には具体的に () 内にお書き下さい。

(1) 生産方法等の改善 (a. 実施している, b. 将来実施する予定, c. その他)

(2) 設備機器の改良 (a. 実施している, b. 将来実施する予定, c. その他)

(3) 新種の設備投資 (a. 実施している, b. 将来実施する予定, c. その他)

(4) 燃料の転換 (a. 実施している, b. 将来実施する予定, c. その他)

(5) 原料の転換 (a. 実施している, b. 将来実施する予定, c. その他)

(6) 建物の省エネルギー (a. 実施している, b. 将来実施する予定, c. その他)

(7) その他 (a. 実施している, b. 将来実施する予定, c. その他)

16. 主要製品の生産工場の概略をお書き下さい。
(主要設備設備名とその容量も併記して下さい。)

ありがとうございました。

表2-1 業種別抽出率

中分類	業 種	従業者30人以上の事業所数	抽 出 率			
			約 1/3	約 1/2	約 2/3	1/1
18, 19	食 料 品	329	○			
20	織 維	259	○			
21	衣服・他の繊維製品	394	○			
24	パ ル プ ・ 紙	170		○		
26	化 学	60				○
30	窯 業 ・ 土 石	138		○		
31	鉄 鋼	47				○(注2)
32	非 鉄 金 属	13				○(注2)
33	金 属 製 品	94		○(注1)		
34	一 般 機 械	172		○		
35	電 気 機 械	97			○	
36	輸 送 用 機 械	80			○	
37	精 密 機 械	8				○(注2)

(注1) 抽出率とすべきであったが、誤まってととした。しかし調査対象は50以上にした。

(注2) いずれも母集団が50に満たない。

表2-2 回 収 率

中分類	業 種	郵 送 数	回 収 数	回 収 率
	不 明	-	23	-
18, 19	食 料 品 製 造 業	110	(50)	50 (45.5)45.5
20	織 維 工 業	85	(37)	34 (43.5)40.0
21	衣服・その他の繊維製品製造業	130	(48)	47 (36.9)36.2
24	パ ル プ ・ 紙 ・ 紙 加 工 品 製 造 業	85	(46)	44 (54.1)51.8
26	化 学 工 業	60	(47)	38 (78.3)63.3
30	窯 業 ・ 土 石 製 品 製 造 業	70	(38)	38 (54.3)54.3
31	鉄 鋼 業	47	(17)	11 (36.2)23.4
32	非 鉄 金 属 製 造 業	13	(12)	12 (92.3)92.3
33	金 属 製 品 製 造 業	50	(37)	36 (74.0)72.0
34	一 般 機 械 器 具 製 造 業	85	(46)	45 (54.1)52.9
35	電 気 機 械 器 具 製 造 業	67	(29)	29 (43.3)43.3
36	輸 送 用 機 械 器 具 製 造 業	55	(25)	25 (45.5)45.5
37	精 密 機 械 器 具 製 造 業	8	(5)	5 (62.5)62.5
	計	865	(437)	437 (50.5)50.5

(注1) ()内の数字は不明23を他の情報を用いて分類したものである。

(注2) 30人未満の事業所でも回答のあった事業所は集計することにした。

表 2-3 質問10, 11への回答率

中分類	業 種	質問10にのみ回答した事業所数(a)	質問11に回答した事業所数 (b)	(b)の回答率 (%)	(a)+(b)の回答率 (%)
18, 19	食 料 品 製 造 業	1	16	32.0	34.0
20	織 維 製 品 製 造 業	3	12	32.4	40.5
21	衣服・その他の繊維製品製造業	1	2	4.2	6.3
24	パルプ・紙・紙加工品製造業	1	22	47.8	50.0
26	化 学 工 業	2	21	44.7	48.9
30	窯業・土石製品製造業	1	12	31.6	34.2
31	鉄 鋼 業	0	6	35.3	35.3
32	非鉄金属製造業	1	5	41.7	50.0
33	金属製品製造業	2	5	13.5	18.9
34	一般機械器具製造業	0	8	17.4	17.4
35	電気機械器具製造業	0	7	24.1	24.1
36	輸送用機械器具製造業	0	4	16.0	16.0
37	精密機械器具製造業	0	0	0.0	0.0

(注1) 表2-2の()内の数字をもとにして分類してあるため、回答率も分母は表2-2の()内の数字を用いている。

表 2-4 質問11への回答率
(従業者規模別)

規 模 別	集 計 事業所数	質問11に 回答した 事業所数	回 答 率 (%)
不 明	2	2	100.0
30～49人	166	31	18.7
50～99人	120	29	24.2
100～299人	102	29	28.4
300人～	47	27	57.4
計	437	118	27.0

図3-1 従業者規模、操業時間別事業所数の構成比

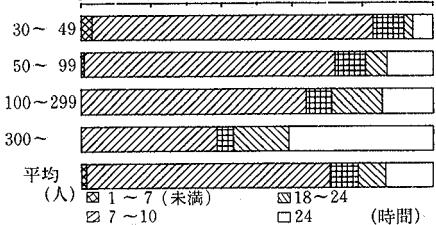


図3-2 従業者規模、年間操業日数別事業所数の構成比

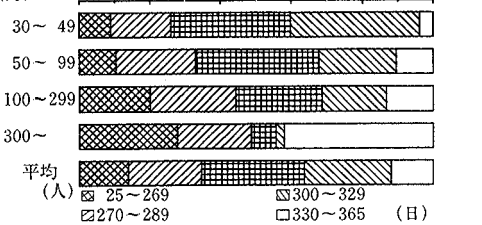


図3-3 従業者規模、契約電力別事業所数の構成比

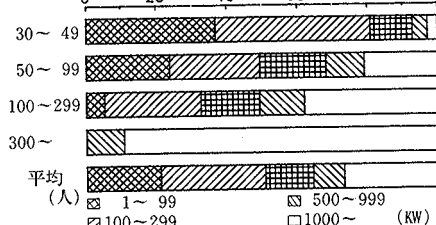


図3-4 従業者規模、消費電力別事業所数の構成比

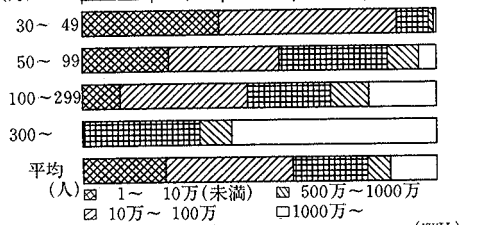


図3-5 従業者規模、生産原価に占める電力費割合別事業所数の構成比

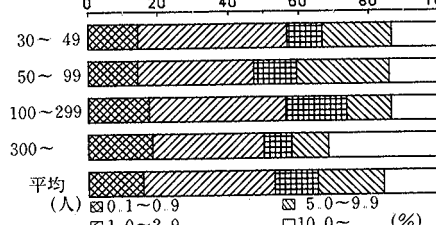


図3-6 従業者規模、生産原価に占める燃料費割合別事業所数の構成比

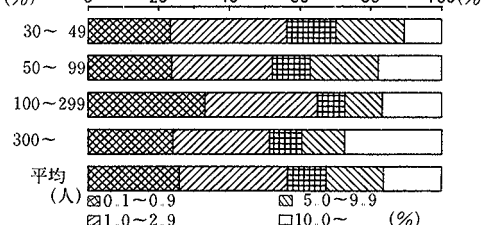


図3-7 従業者規模、生産原価に占めるエネルギー費割合別事業所数の構成比

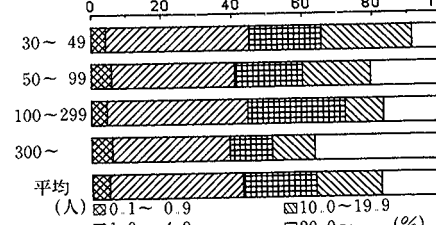
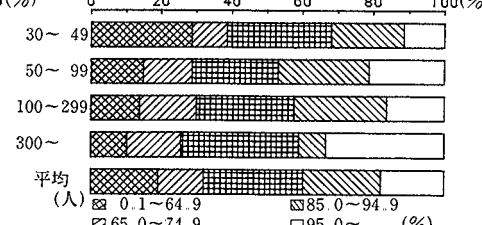


図3-8 従業者規模、操業度別事業所数の構成比



四国の製造業におけるエネルギー消費の実態

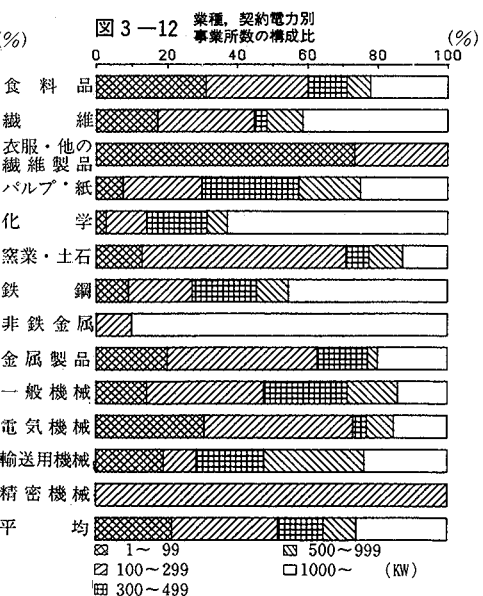
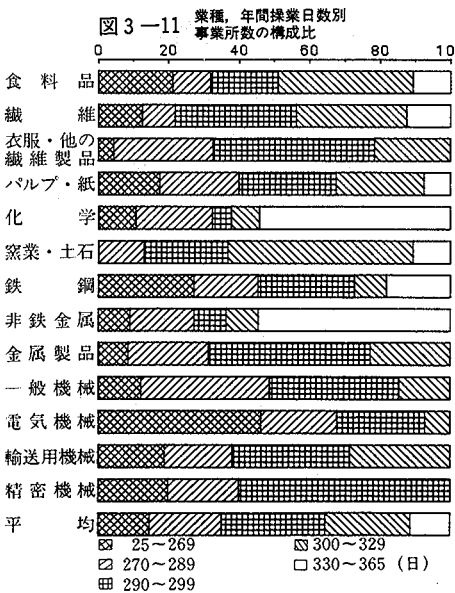
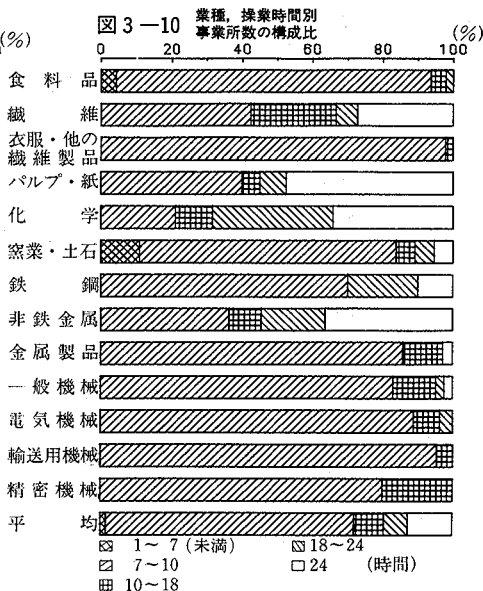
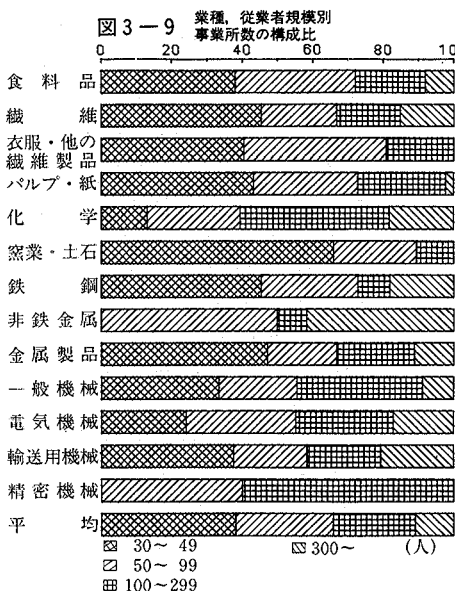


図3-13 業種、消費電力別
事業所数の構成比 (%)

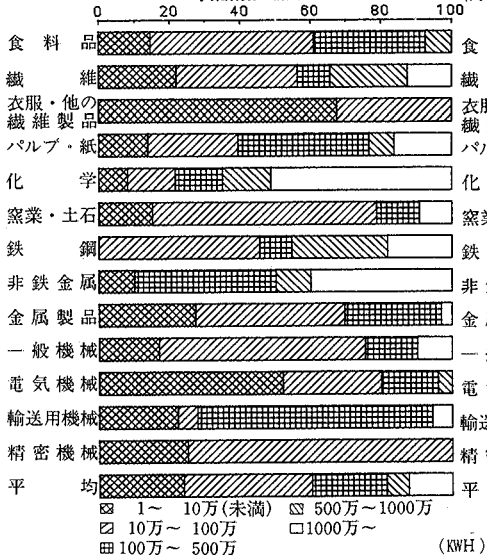


図3-14 業種、生産原価に占める電力費
割合別事業所数の構成比 (%)

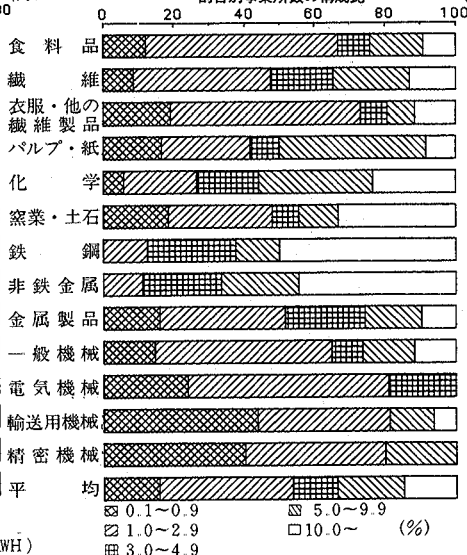


図3-15 業種、生産原価に占める燃料費
割合別事業所数の構成比 (%)

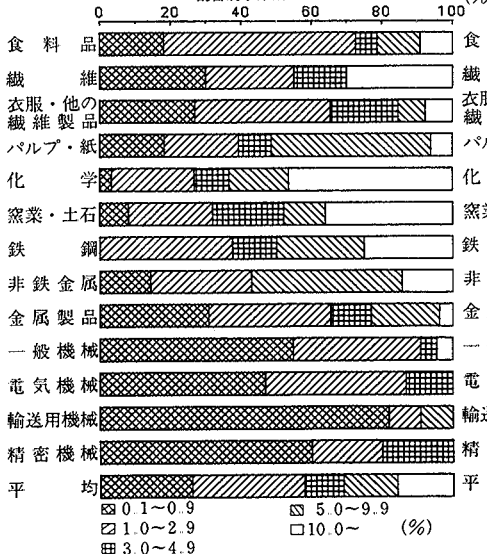
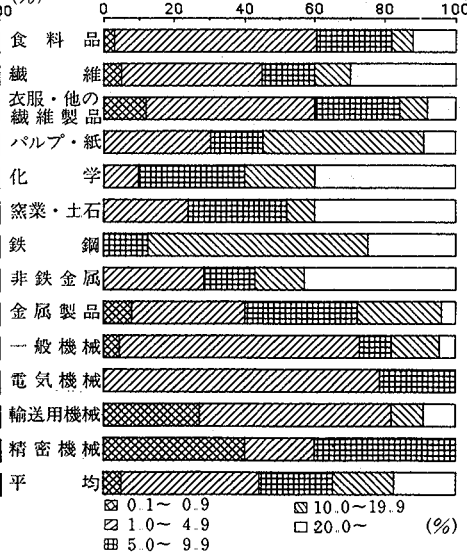


図3-16 業種、生産原価に占めるエネルギー費
割合別事業所数の構成比 (%)



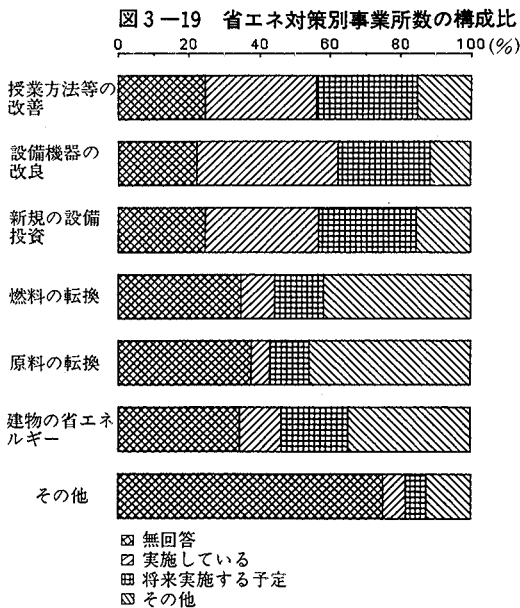
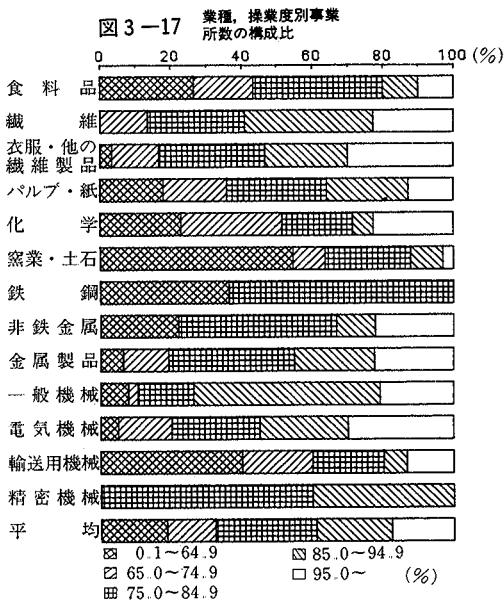


図3—18 消費電力(対数)と日負荷率の散布図

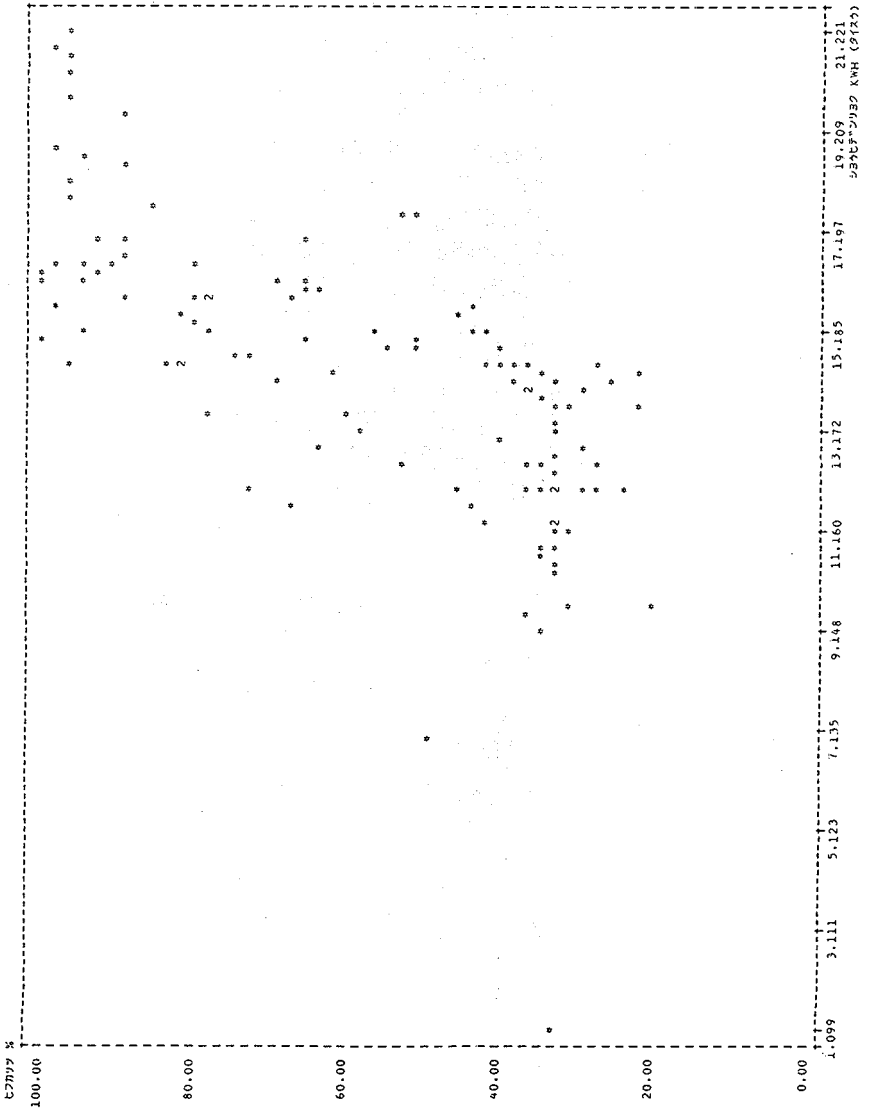


表3-1 従業者規模、操業時間別事業所数と構成比

操業時間 (時間) 従業者(人)	不明	1~ 6未満	6 ~7	7 ~8	8:00 ~8:15	8:15 ~8:30	8:30 ~8:45	8:45 ~9:00	9 ~10
	不明	1 50.0	0	0	0	0	0	0	0
30~49	8 4.8	3 1.8	2 1.2	26 15.7	66 39.8	3 1.8	13 7.8	0	18 10.8
50~99	5 4.2	0	1 0.8	20 16.7	39 32.5	0	8 6.7	2 1.7	13 10.8
100~299	5 4.9	0	0	17 16.7	33 32.4	1 1.0	3 2.9	2 2.0	6 5.9
300~	3 6.4	0	0	6 12.8	9 19.1	0	1 2.1	0	1 2.1
計	22 5.0	3 0.7	3 0.7	69 15.8	147 33.6	4 0.9	25 5.7	4 0.9	38 8.7
操業時間 (時間) 従業者(人)	10 ~15	15 ~16	16 ~17	17 ~18	18 ~23	23 ~24	24	計	平均
	不明	0	0	1 50.0	0	0	0	0	2 100.0
30~49	11 6.6	1 0.6	2 1.2	0	3 1.8	1 0.6	9 5.4	166 100.0	9.8
50~99	7 5.8	1 0.8	1 0.8	1 0.8	7 5.8	0	15 12.5	120 100.0	11.5
100~299	3 2.9	1 1.0	2 2.0	1 1.0	11 10.8	3 2.9	14 13.7	102 100.0	12.8
300~	2 4.3	0	0	0	7 14.9	0	18 38.3	47 100.0	16.7
計	23 5.3	3 0.7	6 1.4	2 0.5	28 6.4	4 0.9	56 12.8	437 100.0	11.7

(上段：実数) 以下同様
(下段：構成比)

表 3-2 従業者規模、年間操業日数別事業所数と構成員

年間操業日数(日) 従業者(人)	不明	25 ~149	150 ~199	200 ~249	250 ~259	260 ~269	270 ~279	280 ~289	290 ~299
	不明	1 50.0	0	0	0	0	0	0	0
30~49	9 5.4	1 0.6	2 1.2	4 2.4	2 1.2	5 3.0	11 6.6	16 9.6	53 31.9
50~99	5 4.2	1 0.8	1 0.8	4 3.3	2 1.7	4 3.3	12 10.0	14 11.7	40 33.3
100~299	3 2.9	0	0	4 3.9	3 2.9	13 12.7	11 10.8	13 12.7	24 23.5
300~	4 8.5	0	0	2 4.3	4 8.5	6 12.8	4 8.5	5 10.6	3 6.4
計	22 5.0	2 0.5	3 0.7	14 3.2	11 2.5	28 6.4	38 8.7	48 11.0	121 27.7
年間操業日数(日) 従業者(人)	300 ~309	310 ~319	320 ~329	330 ~339	340 ~349	350 ~365	計	平均	
	不明	0	0	0	0	0	2 100.0	-	
30~49	46 27.7	11 6.6	0	3 1.8	0	3 1.8	166 100.0	292.0	
50~99	21 17.5	4 3.3	0	5 4.2	2 1.7	5 4.2	120 100.0	291.6	
100~299	11 10.8	3 2.9	4 3.9	3 2.9	2 2.0	8 7.8	102 100.0	293.3	
300~	1 2.1	0	0	2 4.3	0	16 34.0	47 100.0	306.0	
計	79 18.1	18 4.1	4 0.9	13 3.0	4 0.9	32 7.3	437 100.0	293.7	

表 3-3 従業者規模、契約電力別事業所数と構成比

契約電力 (KW) 従業者(人)	従業者規模							
	不 明	1 ~ 49	50 ~ 99	100 ~ 299	300 ~ 499	500 ~ 999	1,000 ~ 1,999	
不 明	0	0	0	0	0	1 50.0	1 50.0	
30 ~ 49	25 15.1	17 10.2	35 21.1	62 37.3	17 10.2	6 3.6	2 1.2	
50 ~ 99	19 15.8	8 6.7	16 13.3	26 21.7	19 15.8	11 9.2	15 12.5	
100 ~ 299	7 6.9	2 2.0	3 2.9	26 25.5	16 15.7	12 11.8	16 15.7	
300 ~	1 2.1	0	0	0	0	5 10.6	11 23.4	
計	52 11.9	27 6.2	54 12.4	114 26.1	52 11.9	35 8.0	45 10.3	
契約電力 (KW) 従業者(人)	契約電力別						計	平 均
	2,000 ~ 4,999	5,000 ~ 9,999	10,000 ~ 49,999	50,000 ~ 99,999	100,000 ~ 499,999			
不 明	0	0	0	0	0	2 100.0	-	
30 ~ 49	2 1.2	0	0	0	0	166 100.0	260.2	
50 ~ 99	5 4.2	0	1 0.8	0	0	120 100.0	914.9	
100 ~ 299	11 10.8	3 2.9	5 4.9	1 1.0	0	102 100.0	3,482.4	
300	6 12.8	4 8.5	12 25.5	3 6.4	5 10.6	47 100.0	46,874.5	
計	24 5.5	7 1.6	18 4.1	4 0.9	5 1.1	437 100.0	6,801.0	

表 3-4 従業者規模、消費電力別事業所数と構成比

消費電力 (KWH) 従業者(人)	不 明	1 ~ 5 万未満	5 万 ~10万	10万 ~50万	50万 ~100万	100万 ~500万	500万 ~1000万
	不 明	1 50.0	0	0	0	0	1 50.0
30 ~ 49	22 13.3	37 22.3	19 11.4	54 32.5	18 10.8	13 7.8	2 1.2
50 ~ 99	18 15.0	15 12.5	10 8.3	22 18.3	10 8.3	31 25.8	9 7.5
100 ~ 299	8 7.8	9 8.8	1 1.0	19 18.6	15 14.7	22 21.6	10 9.8
300 ~	2 4.3	0	0	0	0	15 31.9	4 8.5
計	51 11.7	61 14.0	30 6.9	95 21.7	43 9.8	82 18.8	25 5.7
消費電力 (KWH) 従業者(人)	1000万 ~5000万	5000万 ~1億	1億 ~10億	10億 ~50億	計	平 均	
不 明	0	0	0	0	2 100.0	-	
30 ~ 49	1 0.6	0	0	0	166 100.0	805,902.4	
50 ~ 99	5 4.2	0	0	0	120 100.0	3,193,381.9	
100 ~ 299	11 10.8	4 3.9	3 2.9	0	102 100.0	14,970,256.5	
300 ~	8 17.0	4 8.5	11 23.4	3 6.4	47 100.0	154,364,833.5	
計	25 5.7	8 1.8	14 3.2	3 0.7	437 100.0	22,793,773.4	

表3-5 従業者規模、生産原価に占める電力費割合別事業所数と構成比

電力費 (%) 従業者(人)	不明		0.1 ~0.4	0.5 ~0.9	1.0 ~2.9	3.0 ~4.9	5.0 ~9.9	10.0 ~14.9	15.0 ~19.9
	不明	1 50.0	0	0	0	0	1 50.0	0	0
30~49	55 33.1	4 2.4	12 7.2	47 28.3	11 6.6	22 13.3	9 5.4	3 1.8	
50~99	29 24.2	3 2.5	10 8.3	30 25.0	11 9.2	24 20.0	7 5.8	2 1.7	
100~299	22 21.6	4 3.9	10 9.8	31 30.4	14 13.7	10 9.8	3 2.9	1 1.0	
300~	9 19.1	4 8.5	3 6.4	12 25.5	3 6.4	4 8.5	4 8.5	1 2.1	
計	116 26.5	15 3.4	35 8.0	120 27.5	40 9.2	60 13.7	23 5.3	7 1.6	
電力費 (%) 従業者(人)	20.0 ~24.9	25.0 ~34.9	35.0 ~44.9	45.0 ~54.9	55.0 ~64.9	65.0 ~100.0	計	平均	
	不明	0	0	0	0	0	2 100.0	-	
30~49	2 1.2	1 0.6	0	0	0	0	166 100.0	4.9	
50~99	0	1 0.8	1 0.8	0	0	2 1.7	120 100.0	7.1	
100~299	0	4 3.9	1 1.0	0	1 1.0	1 1.0	102 100.0	6.9	
300~	1 2.1	2 4.3	0	4 8.5	0	0	47 100.0	11.0	
計	3 0.7	8 1.8	2 0.5	4 0.9	1 0.2	3 0.7	437 100.0	6.8	

表3-6 従業者規模、生産原価に占める燃料費割合別事業所数と構成比

従業者(人) \ 燃料費 (%)	不 明	0.1 ~0.4	0.5 ~0.9	1.0 ~2.9	3.0 ~4.9	5.0 ~9.9	10.0 ~14.9
不 明	1 50.0	0	0	0	1 50.0	0	0
30 ~ 49	72 43.4	8 4.8	14 8.4	31 18.7	13 7.8	18 10.8	5 3.0
50 ~ 99	36 30.0	12 10.0	8 6.7	24 20.0	9 7.5	16 13.3	7 5.8
100 ~ 299	36 35.3	13 12.7	9 8.8	21 20.6	5 4.9	7 6.9	2 2.0
300 ~	14 29.8	5 10.6	3 6.4	9 19.1	3 6.4	4 8.5	2 4.3
計	159 36.4	38 8.7	34 7.8	85 19.5	31 7.1	45 10.3	16 3.7
従業者(人) \ 燃料費 (%)	15.0 ~19.9	20.0 ~24.9	25.0 ~34.9	35.0 ~44.9	45.0 ~54.9	計	平 均
不 明	0	0	0	0	0	2 100.0	—
30 ~ 49	1 0.6	1 0.6	2 1.2	1 0.6	0	166 100.0	4.9
50 ~ 99	3 2.5	3 2.5	0	2 1.7	0	120 100.0	5.9
100 ~ 299	1 1.0	3 2.9	2 2.0	1 1.0	2 2.0	102 100.0	6.5
300 ~	5 10.6	0	2 4.3	0	0	47 100.0	7.1
計	10 2.3	7 1.6	6 1.4	4 0.9	2 0.5	437 100.0	5.9

表3-7 従業者規模、生産原価に占めるエネルギー費割合別事業所数と構成比

エネルギー (%) 従業員(人)	不 明	0.1 ~0.4	0.5 ~0.9	1.0 ~2.9	3.0 ~4.9	5.0 ~9.9	10.0 ~14.9	15.0 ~19.9
不 明	1 50.0	0	0	0	0	1 50.0	0	0
30~ 49	73 44.0	1 0.6	3 1.8	20 12.0	18 10.8	19 11.4	11 6.6	13 7.8
50~ 99	37 30.8	2 1.7	3 2.5	18 15.0	11 9.2	16 13.3	11 9.2	5 4.2
100~299	37 36.3	1 1.0	2 2.0	21 20.6	5 4.9	18 17.6	2 2.0	5 4.9
300~	14 29.8	0	2 4.3	6 12.8	5 10.6	4 8.5	3 6.4	1 2.1
計	162 37.1	4 0.9	10 2.3	65 14.9	39 8.9	58 13.3	27 6.2	24 5.5
エネルギー (%) 従業員(人)	20.0 ~24.9	25.0 ~34.9	35.0 ~44.9	45.0 ~54.9	55.0 ~64.9	65.0 ~100.0	計	平 均
不 明	0	0	0	0	0	0	2 100.0	-
30~ 49	2 1.2	1 0.6	3 1.8	2 1.2	0	0	166 100.0	9.8
50~ 99	5 4.2	7 5.8	1 0.8	3 2.5	0	1 0.8	120 100.0	12.3
100~299	0	3 2.9	3 2.9	2 2.0	1 1.0	2 2.0	102 100.0	13.0
300~	3 6.4	1 2.1	5 10.6	2 4.3	1 2.1	0	47 100.0	17.4
計	10 2.3	12 2.7	12 2.7	9 2.1	2 0.5	3 0.7	437 100.0	12.2

表 3-8 従業者規模、操業度別事業所数と構成比

操業度 (%) 従業者(人)	不 明	0.1	25.0	35.0	45.0	55.0	65.0
		~24.9	~34.9	~44.9	~54.9	~64.9	~74.9
不 明	1 50.0	0	0	0	0	0	0
30 ~ 49	44 26.5	3 1.8	8 4.8	5 3.0	9 5.4	10 6.0	12 7.2
50 ~ 99	26 21.7	2 1.7	2 1.7	1 0.8	4 3.3	5 4.2	13 10.8
100 ~ 299	22 21.6	0	1 1.0	2 2.0	4 3.9	4 3.9	13 12.7
300 ~	8 17.0	1 2.1	0	1 2.1	0	2 4.3	6 12.8
計	101 23.1	6 1.4	11 2.5	9 2.1	17 3.9	21 4.8	44 10.1
操業度 (%) 従業者(人)	75.0 ~84.9	85.0	95.0	105.0	115.0	計	平 均
		~94.9	~104.9	~114.9	~		
不 明	1 50.0	0	0	0	0	2 100.0	—
30 ~ 49	36 21.7	25 15.1	13 7.8	1 0.6	0	166 100.0	73.0
50 ~ 99	23 19.2	24 20.0	19 15.8	0	1 0.8	120 100.0	80.3
100 ~ 299	22 21.6	21 20.6	12 11.8	0	1 1.0	102 100.0	80.3
300 ~	13 27.7	3 6.4	10 21.3	1 2.1	2 4.3	47 100.0	83.3
計	95 21.7	73 16.7	54 12.4	2 0.5	4 0.9	437 100.0	78.0

表3-9 業種、従業者規模別事業所数と構成比

業種	従業者 (人)						計	平均
	不明	30～49	50～99	100～299	300～			
不明	0	11 47.8	3 13.0	4 17.4	5 21.7	23 100.0	—	
食料品	0	19 38.0	17 34.0	10 20.0	4 8.0	50 100.0	138.0	
繊維	1 2.9	15 44.1	7 20.6	6 17.6	5 14.7	34 100.0	183.2	
衣服・他の 繊維製品	0	19 40.4	19 40.4	9 19.1	0	47 100.0	78.4	
バルブ・紙	0	19 43.2	13 29.5	11 25.0	1 2.3	44 100.0	100.6	
化学	0	5 13.2	10 26.3	16 42.1	7 18.4	38 100.0	252.5	
窯業・土石	0	25 65.8	9 23.7	4 10.5	0	38 100.0	55.1	
鉄鋼	0	5 45.5	3 27.3	1 9.1	2 18.2	11 100.0	193.5	
非鉄金属	0	0	6 50.0	1 8.3	5 41.7	12 100.0	383.2	
金属製品	0	17 47.2	7 19.4	8 22.2	4 11.1	36 100.0	158.4	
一般機械	0	15 33.3	10 22.2	16 35.6	4 8.9	45 100.0	166.1	
電気機械	0	7 24.1	9 31.0	8 27.6	5 17.2	29 100.0	220.5	
輸送用機械	1 4.0	9 36.0	5 20.0	5 20.0	5 20.0	25 100.0	231.1	
精密機械	0	0	2 40.0	3 60.0	0	5 100.0	149.5	
計	2 0.5	166 38.0	120 27.5	102 23.3	47 10.8	437 100.0	162.3	

表3-10 業種、操業時間別

業 種	操業時間 (時間)								
	不 明	1 6未満	6~7	7~8	8:00 ~8:15	8:15 ~8:30	8:30 ~8:45	8:45 ~9:00	
不 明	1 4.3	0	0	3 13.0	5 21.7	0	1 4.3	0	
食 料 品	3 6.0	1 2.0	1 2.0	10 20.0	25 50.0	0	1 2.0	0	
織 維	1 2.9	0	0	0	11 32.4	1 2.9	2 5.9	0	
衣 服・他 の 織 維 製 品	0	0	0	12 25.5	33 70.2	0	0	0	
パ ル プ・紙	4 9.1	0	0	4 9.1	9 20.5	0	2 4.5	0	
化 学	0	0	0	2 5.3	4 10.5	0	0	0	
窯 業・土 石	1 2.6	2 5.3	2 5.3	7 18.4	14 36.8	0	1 2.6	0	
鉄 鋼	1 9.1	0	0	3 27.3	2 18.2	0	1 9.1	0	
非 鉄 金 属	1 8.3	0	0	0	2 16.7	0	1 8.3	1 8.3	
金 属 製 品	1 2.8	0	0	8 22.2	10 27.8	1 2.8	3 8.3	1 2.8	
一 般 機 械	4 8.9	0	0	9 20.0	11 24.4	1 2.2	6 13.3	1 2.2	
電 気 機 械	2 6.9	0	0	4 13.8	16 55.2	0	2 6.9	0	
輸 送 用 機 械	3 12.0	0	0	5 20.0	4 16.0	0	5 20.0	1 4.0	
精 密 機 械	0	0	0	2 40.0	1 20.0	1 20.0	0	0	
計	22 5.0	3 0.7	3 0.7	69 15.8	147 33.6	4 0.9	25 5.7	4 0.9	

事業所数と構成比

9～10	10～15	15～16	16～17	17～18	18～23	23～24	24	計	平均
1 4.3	0	0	1 4.3	0	5 21.7	0	6 26.1	23 100.0	—
6 12.0	2 4.0	0	0	0	1 2.0	0	0	50 100.0	8.5
0	2 5.9	2 5.9	4 11.8	0	2 5.9	0	9 26.5	34 100.0	15.0
1 2.1	1 2.1	0	0	0	0	0	0	47 100.0	8.1
1 2.3	0	1 2.3	0	1 2.3	2 4.5	1 2.3	19 43.2	44 100.0	17.1
2 5.3	3 7.9	0	0	1 2.6	10 26.3	3 7.9	13 34.2	38 100.0	18.7
5 13.2	2 5.3	0	0	0	2 5.3	0	2 5.3	38 100.0	9.6
1 9.1	0	0	0	0	2 18.2	0	1 9.1	11 100.0	12.2
0	1 8.3	0	0	0	2 16.7	0	4 33.3	12 100.0	16.7
7 19.4	4 11.1	0	0	0	0	0	1 2.8	36 100.0	9.3
6 13.3	5 11.1	0	0	0	1 2.2	0	1 2.2	45 100.0	9.5
2 6.9	1 3.4	0	1 3.4	0	1 3.4	0	0	29 100.0	9.1
6 24.0	1 4.0	0	0	0	0	0	0	25 100.0	8.7
0	1 20.0	0	0	0	0	0	0	5 100.0	8.8
38 8.7	23 5.3	3 0.7	6 1.4	2 0.5	28 6.4	4 0.9	56 12.8	437 100.0	11.7

表 3-11 業種、年間操業日数別

業種 \ 年間操業日数 (日)	不 明	25 ~ 149	150 ~ 199	200 ~ 249	250 ~ 259	260 ~ 269	270 ~ 279	280 ~ 289
不 明	0	0	0	0	0	1 4.3	2 8.7	3 13.0
食 料 品	3 6.0	0	2 4.0	2 4.0	0	6 12.0	2 4.0	3 6.0
織 維	2 5.9	0	0	0	0	4 11.8	0	3 8.8
衣服・他の 繊維製品	1 2.1	1 2.1	0	0	0	1 2.1	2 4.3	11 23.4
パルプ・紙	4 9.1	1 2.3	0	1 2.3	2 4.5	3 6.8	4 9.1	5 11.4
化 学	1 2.6	0	0	3 7.9	1 2.6	0	4 10.5	4 10.5
窯業・土石	0	0	0	0	0	0	1 2.6	4 10.5
鉄 鋼	0	0	0	1 9.1	1 9.1	1 9.1	0	2 18.2
非鉄金属	1 8.3	0	0	0	1 8.3	0	2 16.7	0
金属製品	1 2.8	0	1 2.8	1 2.8	0	1 2.8	7 19.4	1 2.8
一般機械	4 8.9	0	0	1 2.2	0	4 8.9	6 13.3	9 20.0
電気機械	1 3.4	0	0	4 13.8	4 13.8	5 17.2	3 10.3	3 10.3
輸送用機械	4 16.0	0	0	1 4.0	1 4.0	2 8.0	4 16.0	0
精密機械	0	0	0	0	1 20.0	0	1 20.0	0
計	22 5.0	2 0.5	3 0.7	14 3.2	11 2.5	28 6.4	38 8.7	48 11.0

事業所数と構成比

290 ~299	300 ~309	310 ~319	320 ~329	330 ~339	340 ~349	350 ~365	計	平 均
6 26.1	5 21.7	1 4.3	0	3 13.0	0	2 8.7	23 100.0	—
9 18.0	13 26.0	5 10.0	0	0	0	5 10.0	50 100.0	292.7
11 32.4	9 26.5	1 2.9	0	0	1 2.9	3 8.8	34 100.0	300.8
21 44.7	9 19.1	1 2.1	0	0	0	0	47 100.0	287.4
11 25.0	7 15.9	1 2.3	2 4.5	0	0	3 6.8	44 100.0	287.3
2 5.3	1 2.6	1 2.6	1 2.6	5 13.2	3 7.9	12 31.6	38 100.0	316.2
9 23.7	17 44.7	3 7.9	0	3 7.9	0	1 2.6	38 100.0	303.8
3 27.3	1 9.1	0	0	1 9.1	0	1 9.1	11 100.0	290.3
1 8.3	1 8.3	0	0	1 8.3	0	5 41.7	12 100.0	320.6
16 44.4	4 11.1	4 11.1	0	0	0	0	36 100.0	287.4
15 33.3	5 11.1	0	1 2.2	0	0	0	45 100.0	286.7
7 24.1	2 6.9	0	0	0	0	0	29 100.0	270.9
7 28.0	5 20.0	1 4.0	0	0	0	0	25 100.0	285.9
3 60.0	0	0	0	0	0	0	5 100.0	282.5
121 27.7	79 18.1	18 4.1	4 0.9	13 3.0	4 0.9	32 7.3	437 100.0	293.6

表 3-12 業種、契約電力別

業 種	契約電力 (KW)							
	不 明	1~49	50~99	100~299	300~499	500~999	1,000 ~1,999	
不 明	1 4.3	2 8.7	1 4.3	4 17.4	5 21.7	1 4.3	2 8.7	
食 料 品	5 10.0	4 8.0	10 20.0	13 26.0	5 10.0	3 6.0	8 16.0	
織 維	5 14.7	2 5.9	3 8.8	8 23.5	1 2.9	3 8.8	6 17.6	
衣服・他の 繊維製品	13 27.7	10 21.3	15 31.9	9 19.1	0	0	0	
パルプ・紙	4 9.1	0	3 6.8	9 20.5	11 25.0	7 15.9	3 6.8	
化 学	3 7.9	0	1 2.6	4 10.5	6 15.8	2 5.3	7 18.4	
窯 業・土 石	7 18.4	0	4 10.5	18 47.4	2 5.3	3 7.9	1 2.6	
鉄 鋼	0	0	1 9.1	2 18.2	2 18.2	1 9.1	0	
非 鉄 金 属	2 16.7	0	0	1 8.3	0	0	3 25.0	
金 属 製 品	1 2.8	3 8.3	4 11.1	15 41.7	5 13.9	1 2.8	6 16.7	
一 般 機 械	3 6.7	3 6.7	3 6.7	14 31.1	10 22.2	6 13.3	2 4.4	
電 気 機 械	3 10.3	2 6.9	6 20.7	11 37.9	1 3.4	2 6.9	3 10.3	
輸 送 用 機 械	4 16.0	1 4.0	3 12.0	2 8.0	4 16.0	6 24.0	4 16.0	
精 密 機 械	1 20.0	0	0	4 80.0	0	0	0	
計	52 11.9	27 6.2	54 12.4	114 26.1	52 11.9	35 8.0	45 10.3	

事業所数と構成比

2,000 ~4,999	5,000 ~9,999	10,000 ~49,999	50,000 ~99,999	100,000 ~499,999	計	平 均
3 13.0	0	1 4.3	2 8.7	1 4.3	23 100.0	—
2 4.0	0	0	0	0	50 100.0	592.9
2 5.9	1 2.9	2 5.9	1 2.9	0	34 100.0	5,621.1
0	0	0	0	0	47 100.0	93.0
5 11.4	0	1 2.3	0	1 2.3	44 100.0	9,091.4
5 13.2	5 13.2	5 13.2	0	0	38 100.0	6,293.1
2 5.3	0	1 2.6	0	0	38 100.0	1,465.6
3 27.3	0	1 9.1	1 9.1	0	11 100.0	10,683.6
0	0	3 25.0	0	3 25.0	12 100.0	99,469.5
0	0	1 2.8	0	0	36 100.0	1,288.8
1 2.2	1 2.2	2 4.4	0	0	45 100.0	2,037.6
1 3.4	0	0	0	0	29 100.0	484.2
0	0	1 4.0	0	0	25 100.0	2,035.2
0	0	0	0	0	5 100.0	199.5
24 5.5	7 1.6	18 4.1	4 0.9	5 1.1	437 100.0	6,801.0

表3-13 業種、消費電力別

業種	消費電力 (KWH)					
	不明	1~5万未満	5万~10万	10万~50万	50万~100万	100万~500万
不明	2 8.7	2 8.7	2 8.7	3 13.0	2 8.7	5 21.7
食料品	9 18.0	5 10.0	1 2.0	13 26.0	6 12.0	13 26.0
繊維	2 5.9	5 14.7	2 5.9	7 20.6	4 11.8	3 8.8
衣服・他の繊維製品	10 21.3	16 34.0	9 19.1	12 25.5	0	0
パルプ・紙	1 2.3	5 11.4	1 2.3	4 9.1	7 15.9	16 36.4
化学	1 2.6	2 5.3	1 2.6	2 5.3	3 7.9	5 13.2
窯業・土石	5 13.2	3 7.9	2 5.3	20 52.6	1 2.6	4 10.5
鉄鋼	0	0	0	2 18.2	3 27.3	1 9.1
非鉄金属	2 16.7	1 8.3	0	0	0	4 33.3
金属製品	3 8.3	3 8.3	6 16.7	8 22.2	6 16.7	9 25.0
一般機械	4 8.9	6 13.3	1 2.2	15 33.3	9 20.0	6 13.3
電気機械	4 13.8	9 31.0	4 13.8	7 24.1	0	4 13.8
輸送用機械	7 28.0	4 16.0	0	0	1 4.0	12 48.0
精密機械	1 20.0	0	1 20.0	2 40.0	1 20.0	0
計	51 11.7	61 14.0	30 6.9	95 21.7	43 9.8	82 18.8

事業所数と構成比

500万 ～1000万	1000万 ～5000万	5000万 ～1億	1億 ～10億	10億 ～50億	計	平 均
2 8.7	2 8.7	0	3 13.0	0	23 100.0	—
3 6.0	0	0	0	0	50 100.0	1,709,755.7
7 20.6	1 2.9	1 2.9	2 5.9	0	34 100.0	18,841,647.7
0	0	0	0	0	47 100.0	126,351.1
3 6.8	5 11.4	1 2.3	0	1 2.3	44 100.0	37,343,499.9
5 13.2	11 28.9	4 10.5	4 10.5	0	38 100.0	41,229,310.7
0	2 5.3	0	1 2.6	0	38 100.0	9,091,828.7
3 27.3	0	0	2 18.2	0	11 100.0	42,769,156.0
1 8.3	0	0	2 16.7	2 16.7	12 100.0	309,098,271.2
0	0	1 2.8	0	0	36 100.0	2,980,969.8
0	3 6.7	1 2.2	0	0	45 100.0	4,473,707.3
1 3.4	0	0	0	0	29 100.0	884,999.7
0	1 4.0	0	0	0	25 100.0	3,713,888.5
0	0	0	0	0	5 100.0	356,249.5
25 5.7	25 5.7	8 1.8	14 3.2	3 0.7	437 100.0	22,793,773.4

表3-14 業種、生産原価に占める

業種	電力費 (%)		生産原価に占める (%)						
	不明	0.1 ~0.4	0.5 ~0.9	1.0 ~2.9	3.0 ~4.9	5.0 ~9.9	10.0 ~14.9	15.0 ~19.9	
不明	5 21.7	2 8.7	0	5 21.7	2 8.7	3 13.0	4 17.4	1 4.3	
食料品	17 34.0	1 2.0	3 6.0	18 36.0	3 6.0	5 10.0	1 2.0	1 2.0	
繊維	11 32.4	1 2.9	1 2.9	9 26.5	4 11.8	5 14.7	2 5.9	1 2.9	
衣服・他の 繊維製品	21 44.7	2 4.3	3 6.4	14 29.8	2 4.3	2 4.3	1 2.1	0	
パルプ・紙	8 18.2	0	6 13.6	9 20.5	3 6.8	15 34.1	2 4.5	0	
化学	4 10.5	0	2 5.3	7 18.4	6 15.8	11 28.9	3 7.9	1 2.6	
窯業・土石	11 28.9	1 2.6	4 10.5	8 21.1	2 5.3	3 7.9	4 10.5	0	
鉄鋼	3 27.3	0	0	1 9.1	2 18.2	1 9.1	1 9.1	2 18.2	
非鉄金属	3 25.0	0	0	1 8.3	2 16.7	2 16.7	0	0	
金属製品	5 13.9	2 5.6	3 8.3	11 30.6	7 19.4	5 13.9	2 5.6	0	
一般機械	11 24.4	1 2.2	4 8.9	17 37.8	3 6.7	5 11.1	3 6.7	1 2.2	
電気機械	8 27.6	2 6.9	3 10.3	12 41.4	4 13.8	0	0	0	
輸送用機械	9 36.0	1 4.0	6 24.0	6 24.0	0	2 8.0	0	0	
精密機械	0	2 40.0	0	2 40.0	0	1 20.0	0	0	
計	116 26.5	15 3.4	35 8.0	120 27.5	40 9.2	60 13.7	23 5.3	7 1.6	

電力費割合別事業所数と構成比

20.0 ~24.9	25.0 ~34.9	35.0 ~44.9	45.0 ~54.9	55.0 ~64.9	65.0 ~100.0	計	平均
0	1 4.3	0	0	0	0	23 100.0	-
1 2.0	0	0	0	0	0	50 100.0	4.2
0	0	0	0	0	0	34 100.0	5.0
0	1 2.1	0	0	1 2.1	0	47 100.0	6.0
0	0	1 2.3	0	0	0	44 100.0	5.8
0	2 5.3	1 2.6	0	0	1 2.6	38 100.0	10.5
0	4 10.5	0	0	0	1 2.6	38 100.0	11.1
0	0	0	1 9.1	0	0	11 100.0	14.3
1 8.3	0	0	3 25.0	0	0	12 100.0	21.9
1 2.8	0	0	0	0	0	36 100.0	4.4
0	0	0	0	0	0	45 100.0	4.1
0	0	0	0	0	0	29 100.0	2.0
0	0	0	0	0	1 4.0	25 100.0	7.1
0	0	0	0	0	0	5 100.0	2.4
3 0.7	8 1.8	2 0.5	4 0.9	1 0.2	3 0.7	437 100.0	6.8

表3-15 業種、生産原価に占める

業種	燃料費 (%)							
	不明	0.1~0.4	0.5~0.9	1.0~2.9	3.0~4.9	5.0~9.9	10.0~14.9	
不明	6 26.1	2 8.7	2 8.7	2 8.7	2 8.7	5 21.7	3 13.0	
食料品	17 34.0	3 6.0	3 6.0	18 36.0	2 4.0	4 8.0	1 2.0	
織維	14 41.2	1 2.9	5 14.7	5 14.7	3 8.8	0	2 5.9	
衣服・他の織維製品	21 44.7	3 6.4	4 8.5	10 21.3	5 10.6	2 4.3	1 2.1	
パルプ・紙	11 25.0	3 6.8	3 6.8	7 15.9	3 6.8	15 34.1	0	
化学	8 21.1	1 2.6	0	7 18.4	3 7.9	5 13.2	4 10.5	
窯業・土石	13 34.2	0	2 5.3	6 15.8	5 13.2	3 7.9	3 7.9	
鉄鋼	3 27.3	0	0	3 27.3	1 9.1	2 18.2	2 18.2	
非鉄金属	5 41.7	1 8.3	0	2 16.7	0	3 25.0	0	
金属製品	10 27.8	6 16.7	2 5.6	9 25.0	3 8.3	5 13.9	0	
一般機械	23 51.1	5 11.1	7 15.6	8 17.8	1 2.2	0	0	
電気機械	14 48.3	4 13.8	3 10.3	6 20.7	2 6.9	0	0	
輸送用機械	14 56.0	6 24.0	3 12.0	1 4.0	0	1 4.0	0	
精密機械	0	3 60.0	0	1 20.0	1 20.0	0	0	
計	159 36.4	38 8.7	34 7.8	85 19.5	31 7.1	45 10.3	16 3.7	

燃料費割合別事業所数と構成比

15.0 ~19.9	20.0~24.9	25.0~34.9	35.0~44.9	45.0~54.9	計	平 均
1 4.3	0	0	0	0	23 100.0	-
1 2.0	0	0	1 2.0	0	50 100.0	4.4
3 8.8	0	1 2.9	0	0	34 100.0	6.6
0	0	0	1 2.1	0	47 100.0	4.2
1 2.3	1 2.3	0	0	0	44 100.0	5.5
2 5.3	4 10.5	2 5.3	0	2 5.3	38 100.0	13.2
1 2.6	2 5.3	2 5.3	1 2.6	0	38 100.0	10.2
0	0	0	0	0	11 100.0	6.2
1 8.3	0	0	0	0	12 100.0	6.3
0	0	1 2.8	0	0	36 100.0	3.8
0	0	0	1 2.2	0	45 100.0	3.0
0	0	0	0	0	29 100.0	1.5
0	0	0	0	0	25 100.0	1.2
0	0	0	0	0	5 100.0	1.3
10 2.3	7 1.6	6 1.4	4 0.9	2 0.5	437 100.0	5.9

表 3-16 業種、生産原価に占める

業種 \ エネルギー (%)	不明	0.1 ~0.4	0.5 ~0.9	1.0 ~2.9	3.0 ~4.9	5.0 ~9.9	10.0 ~14.9	15.0 ~19.9
不明	6 26.1	1 4.3	0	3 13.0	0	4 17.4	1 4.3	5 21.7
食料品	17 34.0	1 2.0	0	7 14.0	12 24.0	7 14.0	1 2.0	1 2.0
繊維	14 41.2	0	1 2.9	7 20.6	1 2.9	3 8.8	1 2.9	1 2.9
衣服・他の 繊維製品	22 46.8	1 2.1	2 4.3	6 12.8	6 12.8	6 12.8	1 2.1	1 2.1
パルプ・紙	11 25.0	0	0	7 15.9	3 6.8	5 11.4	8 18.2	7 15.9
化学	8 21.1	0	0	2 5.3	1 2.6	9 23.7	3 7.9	3 7.9
窯業・土石	13 34.2	0	0	3 7.9	3 7.9	7 18.4	1 2.6	1 2.6
鉄鋼	3 27.3	0	0	0	0	1 9.1	3 27.3	2 18.2
非鉄金属	5 41.7	0	0	1 8.3	1 8.3	1 8.3	1 8.3	0
金属製品	11 30.6	0	2 5.6	5 13.9	3 8.3	8 22.2	5 13.9	1 2.8
一般機械	23 51.1	0	1 2.2	11 24.4	4 8.9	2 4.4	2 4.4	1 2.2
電気機械	15 51.7	0	0	6 20.7	5 17.2	3 10.3	0	0
輸送用機械	14 56.0	0	3 12.0	6 24.0	0	0	0	1 4.0
精密機械	0	1 20.0	1 20.0	1 20.0	0	2 40.0	0	0
計	162 37.1	4 0.9	10 2.3	65 14.9	39 8.9	58 13.3	27 6.2	24 5.5

エネルギー費割合別事業所数と構成比

20.0 ~24.9	25.0 ~34.9	35.0 ~44.9	45.0 ~54.9	55.0 ~64.9	65.0 ~100.0	計	平均
1 4.3	1 4.3	1 4.3	0	0	0	23 100.0	-
1 2.0	1 2.0	1 2.0	1 2.0	0	0	50 100.0	8.7
4 11.8	1 2.9	1 2.9	0	0	0	34 100.0	11.5
0	0	1 2.1	0	0	1 2.1	47 100.0	9.4
1 2.3	1 2.3	0	1 2.3	0	0	44 100.0	11.7
0	5 13.2	5 13.2	1 2.6	0	1 2.6	38 100.0	21.6
3 7.9	2 5.3	2 5.3	2 5.3	1 2.6	0	38 100.0	18.7
0	1 9.1	0	1 9.1	0	0	11 100.0	20.0
0	0	1 8.3	1 8.3	1 8.3	0	12 100.0	25.1
0	0	0	1 2.8	0	0	36 100.0	8.5
0	0	0	1 2.2	0	0	45 100.0	6.6
0	0	0	0	0	0	29 100.0	3.8
0	0	0	0	0	1 4.0	25 100.0	10.3
0	0	0	0	0	0	5 100.0	3.6
10 2.3	12 2.7	12 2.7	9 2.1	2 0.5	3 0.7	437 100.0	12.2

表3-17 業種、操業度別

業種	操業度 (%)							
	不 明	0.1 ~24.9	25.0 ~34.9	35.0 ~44.9	45.0 ~54.9	55.0 ~64.9	65.0 ~74.9	
不 明	5 21.7	0	1 4.3	1 4.3	2 8.7	0	1 4.3	
食 料 品	20 40.0	0	1 2.0	0	6 12.0	1 2.0	5 10.0	
織 維	12 35.3	0	0	0	0	0	3 8.8	
衣服・他の 織 維 製 品	17 36.2	0	0	0	0	1 2.1	4 8.5	
パルプ・紙	5 11.4	0	0	1 2.3	2 4.5	4 9.1	7 15.9	
化 学	3 7.9	0	1 2.6	1 2.6	3 7.9	3 7.9	10 26.3	
窯業・土石	5 13.2	3 7.9	6 15.8	4 10.5	2 5.3	3 7.9	3 7.9	
鉄 鋼	0	2 18.2	0	1 9.1	0	1 9.1	0	
非鉄金属	3 25.0	1 8.3	0	0	0	1 8.3	0	
金属製品	5 13.9	0	0	0	1 2.8	1 2.8	4 11.1	
一般機械	7 15.6	0	1 2.2	0	0	2 4.4	1 2.2	
電気機械	9 31.0	0	0	0	0	1 3.4	3 10.3	
輸送用機械	10 40.0	0	1 4.0	1 4.0	1 4.0	3 12.0	3 12.0	
精密機械	0	0	0	0	0	0	0	
計	101 23.1	6 1.4	11 2.5	9 2.1	17 3.9	21 4.8	44 10.1	

事業所数と構成比

75.0 ~84.9	85.0 ~94.9	95.0 ~104.9	105.0 ~114.9	115.0~	計	平均
4 17.4	5 21.7	3 13.0	1 4.3	0	23 100.0	-
11 22.0	3 6.0	3 6.0	0	0	50 100.0	73.0
6 17.6	8 23.5	5 14.7	0	0	34 100.0	86.8
9 19.1	7 14.9	9 19.1	0	0	47 100.0	86.3
11 25.0	9 20.5	5 11.4	0	0	44 100.0	78.4
7 18.4	2 5.3	8 21.1	0	0	38 100.0	75.4
8 21.1	3 7.9	1 2.6	0	0	38 100.0	56.8
7 63.6	0	0	0	0	11 100.0	62.2
4 33.3	1 8.3	2 16.7	0	0	12 100.0	75.8
11 30.6	7 19.4	7 19.4	0	0	36 100.0	83.8
6 13.3	20 44.4	6 13.3	0	2 4.4	45 100.0	87.8
5 17.2	5 17.2	4 13.8	1 3.4	1 3.4	29 100.0	87.4
3 12.0	1 4.0	1 4.0	0	1 4.0	25 100.0	70.5
3 60.0	2 40.0	0	0	0	5 100.0	84.0
95 21.7	73 16.7	54 12.4	2 0.5	4 0.9	437 100.0	78.0

表 3-18 業種、従業者規模別日負荷率

業種	従業者数		1 ~ 49 人	50 ~ 99 人	100 ~ 299 人	300 人 ~	平均
	不	明					
食 料 品	-		30 4, 32 7, 60 8, 67 7, 73 5 (53 0)	19 6, 28 7, 35 8, 38 1, 39 5 (32 3)	24 6, 27 4, 32 2, 50 3, 62 9 (39 5)	63 7 (63 7)	(43 0)
織 維	-		31 9, 33 2, 33 7, 35 4, 45 8, 57 3 (39 6)	52 1, 79 0 (65 6)	81 1 (81.1)	67 6, 88 9, 97 7 (84 7)	(58 6)
衣 服・他 の繊維製品	-		33 3 (33 3)	-	28 1 (28 1)	-	(30 7)
パルプ・紙	-		32 9, 34 6, 35 1, 69 8, 78 5, 83.5, 97 3 (61 7)	50 0, 72 9, 74 1, 81 9, 90 1, 94.4 (77 2)	32 3, 36 0, 61 2, 77 6, 80.4, 89.1, 94 3, 100 0 (71.4)	96 0 (96 0)	(71 0)
化 学	-		29 6, 33 3, 40 5 (34 5)	82 5, 97 6 (90 1)	56 2, 77 9, 79 2, 92.2, 94.7, 96.7, 100 0, 100 0(87 1)	64 8, 68 8, 88 7, 88 9, 90.0, 93.8, 96.9, 97 1 (86 1)	(79 5)
窯業・土石	-		23 3, 29 5, 33 3, 33 3, 33 4 (30 6)	27 3, 35 4, 37 1, 38 4 (34 6)	38 2, 79 4, 93 0 (70 2)	-	(41 8)
鉄 鋼	-		31 7, 34 7 (33 2)	22 2, 43 3, 65 7 (43 7)	-	96 9 (96 9)	(49 1)
非鉄金属	-		-	41 1 (41 1)	96 9 (96 9)	95 6, 98 4 (97 0)	(83 0)
金属製品	-		33 3, 41 7 (37 5)	33 5 (33 5)	-	85 7 (85 7)	(48 6)
一般機械	-		-	49 1 (49 1)	32 3, 64 9 (48 6)	41 3, 44 2, 52 8, 65 1 (50 9)	(50 0)
電気機械	-		-	31 6, 33 3, 35 7, 36 3 (34 2)	-	45 0, 51 4, 54 8 (50 4)	(41 2)
輸送用機械	49 0 (49 0)		-	-	-	36 8, 39 4, 50 6 (42 3)	(44 0)
精密機械	-		-	-	-	-	(-)
平 均	(49 0)		(44 0)	(50 6)	(68 2)	(72 6)	

表3-19-1 従業者規模、省エネ対策(1)別事業所数と構成比

省エネ対策(1) 従業者(人)	無回答	実施している	将来実施する予定	その他	計
不明	1 100.0	0	0	0	1 100.0
1~49	36 28.8	26 20.8	40 32.0	23 18.4	125 100.0
50~99	21 22.1	29 30.5	33 34.7	12 12.6	95 100.0
100~299	16 21.9	25 34.2	20 27.4	12 16.4	73 100.0
300~	9 21.4	26 61.9	3 7.1	4 9.5	42 100.0
計	83 24.7	106 31.5	96 28.6	51 15.2	336 100.0

表3-19-2 従業者規模、省エネ対策(2)別事業所数と構成比

省エネ対策(2) 従業者(人)	無回答	実施している	将来実施する予定	その他	計
不明	1 100.0	0	0	0	1 100.0
1~49	37 29.6	26 20.8	39 31.2	23 18.4	125 100.0
50~99	20 21.1	42 44.2	27 28.4	6 6.3	95 100.0
100~299	12 16.4	35 47.9	17 23.3	9 12.3	73 100.0
300~	5 11.9	31 73.8	5 11.9	1 2.4	42 100.0
計	75 22.3	134 39.9	88 26.2	39 11.6	336 100.0

表3-19-3 従業者規模、省エネ対策(3)別事業所数と構成比

省エネ 対策(3) 従業者(人)	無回答	実 施 している	将来実施 する予定	そ の 他	計
不 明	1 100.0	0	0	0	1 100.0
1~49	40 32.0	23 18.4	36 28.8	26 20.8	125 100.0
50~99	21 22.1	32 33.7	30 31.6	12 12.6	95 100.0
100~299	13 17.8	28 38.4	18 24.7	14 19.2	73 100.0
300~	8 19.0	25 59.5	9 21.4	0	42 100.0
計	83 24.7	108 32.1	93 27.7	52 15.5	336 100.0

表3-19-4 従業者規模、省エネ対策(4)別事業所数と構成比

省エネ 対策(4) 従業者(人)	無回答	実 施 している	将来実施 する予定	そ の 他	計
不 明	1 100.0	0	0	0	1 100.0
1~49	48 38.4	6 4.8	19 15.2	52 41.6	125 100.0
50~99	33 34.7	6 6.3	14 14.7	42 44.2	95 100.0
100~299	22 30.1	6 8.2	11 15.1	34 46.6	73 100.0
300~	13 31.0	14 33.3	3 7.1	12 28.6	42 100.0
計	117 34.8	32 9.5	47 14.0	140 41.7	336 100.0

表3-19-5 従業者規模、省エネ対策(5)別事業所数と構成比

省エネ対策(5) 従業者(人)	無回答	実 施 している	将来実施 する予定	そ の 他	計
不 明	1 100.0	0	0	0	1 100.0
1~49	53 42.4	3 2.4	10 8.0	59 47.2	125 100.0
50~99	34 35.8	5 5.3	12 12.6	44 46.3	95 100.0
100~299	24 32.9	6 8.2	10 13.7	33 45.2	73 100.0
300~	15 35.7	4 9.5	5 11.9	18 42.9	42 100.0
計	127 37.8	18 5.4	37 11.0	154 45.8	336 100.0

表3-19-6 従業者規模、省エネ対策(6)別事業所数と構成比

省エネ対策(6) 従業者(人)	無回答	実 施 している	将来実施 する予定	そ の 他	計
不 明	1 100.0	0	0	0	1 100.0
1~49	48 38.4	9 7.2	26 20.8	42 33.6	125 100.0
50~99	31 32.6	9 9.5	17 17.9	38 40.0	95 100.0
100~299	21 28.8	16 21.9	13 17.8	23 31.5	73 100.0
300~	15 35.7	6 14.3	7 16.7	14 33.3	42 100.0
計	116 34.5	40 11.9	63 18.8	117 34.8	336 100.0

表3-19-7 従業者規模、省エネ対策(7)別事業所数と構成比

省エネ 対策(7) 従業者(人)	無回答	実 施 している	将来実施 する予定	その他	計
不明	1 100.0	0	0	0	1 100.0
1~49	98 78.4	1 0.8	6 4.8	20 16.0	125 100.0
50~99	73 76.8	3 3.2	8 8.4	11 11.6	95 100.0
100~299	52 71.2	10 13.7	4 5.5	7 9.6	73 100.0
300~	28 66.7	8 19.0	2 4.8	4 9.5	42 100.0
計	252 75.0	22 6.5	20 6.0	42 12.5	336 100.0

表3-20-1 業種、省エネ対策(1)別事業所数と構成比

業種	省エネ 対策(1)	無回答	実 施 している	将来実施 する予定	その他	計
不 明		3 13.0	9 39.1	6 26.1	5 21.7	23 100.0
食 料 品		7 16.3	15 34.9	14 32.6	7 16.3	43 100.0
織 維		10 33.3	8 26.7	9 30.0	3 10.0	30 100.0
衣 服・ 他の織維		13 34.2	5 13.2	9 23.7	11 28.9	38 100.0
パルプ・紙		8 21.6	10 27.0	11 29.7	8 21.6	37 100.0
化 学		8 23.5	19 55.9	7 20.6	0	34 100.0
窯業・土石		7 25.0	8 28.6	10 35.7	3 10.7	28 100.0
鉄 鋼		0	4 57.1	2 28.6	1 14.3	7 100.0
非鉄金属		0	8 72.7	2 18.2	1 9.1	11 100.0
金 属		5 20.0	4 16.0	11 44.0	5 20.0	25 100.0
一般機械		5 23.8	7 33.3	7 33.3	2 9.5	21 100.0
電気機械		7 35.0	5 25.0	7 35.0	1 5.0	20 100.0
輸送用機械		10 62.5	2 12.5	0	4 25.0	16 100.0
精密機械		0	2 66.7	1 33.3	0	3 100.0
計		83 24.7	106 31.5	96 28.6	51 15.2	336 100.0

表3-20-2 業種、省エネ対策(2)別事業所数と構成比

業種	省エネ 対策(2)	無回答	実 施 している	将来実施 する予定	そ の 他	計
不 明		1 4.3	12 52.2	6 26.1	4 17.4	23 100.0
食 料 品		4 9.3	19 44.2	15 34.9	5 11.6	43 100.0
繊 維		8 26.7	12 40.0	9 30.0	1 3.3	30 100.0
衣 服・ 他 の 繊 維		13 34.2	6 15.8	9 23.7	10 26.3	38 100.0
パ ル プ・ 紙		10 27.0	17 45.9	7 18.9	3 8.1	37 100.0
化 学		6 17.6	21 61.8	5 14.7	2 5.9	34 100.0
窯 業・ 土 石		7 25.0	6 21.4	11 39.3	4 14.3	28 100.0
鉄 鋼		0	5 71.4	0	2 28.6	7 100.0
非 鉄 金 属		1 9.1	9 81.8	0	1 9.1	11 100.0
金 属		5 20.0	6 24.0	9 36.0	5 20.0	25 100.0
一 般 機 械		4 19.0	10 47.6	7 33.3	0	21 100.0
電 気 機 械		7 35.0	7 35.0	6 30.0	0	20 100.0
輸 送 用 機 械		9 56.3	3 18.8	2 12.5	2 12.5	16 100.0
精 密 機 械		0	1 33.3	2 66.7	0	3 100.0
計		75 22.3	134 39.9	88 26.2	39 11.6	336 100.0

表3-20-3 業種、省エネ対策(3)別事業所数と構成比

業種 \ 省エネ対策(3)	無回答	実施している	将来実施する予定	その他	計
不明	3 13.0	9 39.1	9 39.1	2 8.7	23 100.0
食料品	7 16.3	16 37.2	12 27.9	8 18.6	43 100.0
繊維	8 26.7	13 43.3	7 23.3	2 6.7	30 100.0
衣服・ 他の繊維	13 34.2	6 15.8	12 31.6	7 18.4	38 100.0
パルプ・紙	10 27.0	9 24.3	11 29.7	7 18.9	37 100.0
化学	7 20.6	15 44.1	7 20.6	5 14.7	34 100.0
窯業・土石	7 25.0	8 28.6	6 21.4	7 25.0	28 100.0
鉄鋼	2 28.6	1 14.3	2 28.6	2 28.6	7 100.0
非鉄金属	1 9.1	6 54.5	1 9.1	3 27.3	11 100.0
金属	5 20.0	3 12.0	9 36.0	8 32.0	25 100.0
一般機械	6 28.6	9 42.9	6 28.6	0	21 100.0
電気機械	7 35.0	6 30.0	7 35.0	0	20 100.0
輸送用機械	7 43.8	6 37.5	2 12.5	1 6.3	16 100.0
精密機械	0	1 33.3	2 66.7	0	3 100.0
計	83 24.7	108 32.1	93 27.7	52 15.5	336 100.0

表3-20-4 業種、省エネ対策(4)別事業所数と構成比

業種 \ 省エネ対策(4)	無回答	実施している	将来実施する予定	その他	計
不明	5 21.7	4 17.4	3 13.0	11 47.8	23 100.0
食料品	9 20.9	7 16.3	12 27.9	15 34.9	43 100.0
繊維	14 46.7	2 6.7	3 10.0	11 36.7	30 100.0
衣服・ 他の繊維	15 39.5	1 2.6	4 10.5	18 47.4	38 100.0
パルプ・紙	12 32.4	1 2.7	4 10.8	20 54.1	37 100.0
化学	13 38.2	4 11.8	7 20.6	10 29.4	34 100.0
窯業・土石	10 35.7	2 7.1	6 21.4	10 35.7	28 100.0
鉄鋼	3 42.9	1 14.3	0	3 42.9	7 100.0
非鉄金属	1 9.1	3 27.3	1 9.1	6 54.5	11 100.0
金属	7 28.0	3 12.0	2 8.0	13 52.0	25 100.0
一般機械	10 47.6	2 9.5	1 4.8	8 38.1	21 100.0
電気機械	8 40.0	1 5.0	3 15.0	8 40.0	20 100.0
輸送用機械	10 62.5	1 6.3	0	5 31.3	16 100.0
精密機械	0	0	1 33.3	2 66.7	3 100.0
計	117 34.8	32 9.5	47 14.0	140 41.7	336 100.0

表3-20-5 業種、省エネ対策(5)別事業所数と構成比

業種 \ 省エネ対策(5)	無回答	実施している	将来実施する予定	その他	計
不明	3 13.0	3 13.0	4 17.4	13 56.5	23 100.0
食料品	14 32.6	3 7.0	9 20.9	17 39.5	43 100.0
繊維	15 50.0	1 3.3	2 6.7	12 40.0	30 100.0
衣服・ 他の繊維	18 47.4	0	3 7.9	17 44.7	38 100.0
パルプ・紙	12 32.4	2 5.4	5 13.5	18 48.6	37 100.0
化学	14 41.2	5 14.7	2 5.9	13 38.2	34 100.0
窯業・土石	10 35.7	2 7.1	5 17.9	11 39.3	28 100.0
鉄鋼	3 42.9	0	0	4 57.1	7 100.0
非鉄金属	1 9.1	1 9.1	1 9.1	8 72.7	11 100.0
金属	8 32.0	0	0	17 68.0	25 100.0
一般機械	11 52.4	0	2 9.5	8 38.1	21 100.0
電気機械	8 40.0	1 5.0	2 10.0	9 45.0	20 100.0
輸送用機械	10 62.5	0	1 6.3	5 31.3	16 100.0
精密機械	0	0	1 33.3	2 66.7	3 100.0
計	127 37.8	18 5.4	37 11.0	154 45.8	336 100.0

表3-20-6 業種、省エネ対策(6)別事業所数と構成比

業種 \ 省エネ対策(6)	無回答	実施している	将来実施する予定	その他	計
不明	4 17.4	4 17.4	6 26.1	9 39.1	23 100.0
食料品	13 30.2	2 4.7	12 27.9	16 37.2	43 100.0
繊維	14 46.7	2 6.7	5 16.7	9 30.0	30 100.0
衣服・ 他の繊維	14 36.8	2 5.3	9 23.7	13 34.2	38 100.0
パルプ・紙	12 32.4	5 13.5	7 18.9	13 35.1	37 100.0
化学	13 38.2	6 17.6	5 14.7	10 29.4	34 100.0
窯業・土石	9 32.1	6 21.4	4 14.3	9 32.1	28 100.0
鉄鋼	3 42.9	0	1 14.3	3 42.9	7 100.0
非鉄金属	1 9.1	1 9.1	3 27.3	6 54.5	11 100.0
金属	5 20.0	6 24.0	4 16.0	10 40.0	25 100.0
一般機械	10 47.6	1 4.8	3 14.3	7 33.3	21 100.0
電気機械	8 40.0	2 10.0	3 15.0	7 35.0	20 100.0
輸送用機械	10 62.5	1 6.3	0	5 31.3	16 100.0
精密機械	0	2 66.7	1 33.3	0	3 100.0
計	116 34.5	40 11.9	63 18.8	117 34.8	336 100.0

表3-20-7 業種、省エネ対策(7)別事業所数と構成比

業種	省エネ 対策(7)	無回答	実 施 し て い る	将 来 実 施 す る 予 定	そ の 他	計
不 明		18 78.3	2 8.7	0	3 13.0	23 100.0
食 料 品		27 62.8	2 4.7	4 9.3	10 23.3	43 100.0
織 維		26 86.7	3 10.0	1 3.3	0	30 100.0
衣 服・ 他 の 織 維		32 84.2	0	2 5.3	4 10.5	38 100.0
パルプ・紙		25 67.6	2 5.4	5 13.5	5 13.5	37 100.0
化 学		24 70.6	6 17.6	2 5.9	2 5.9	34 100.0
窯業・土石		19 67.9	2 7.1	2 7.1	5 17.9	28 100.0
鉄 鋼		4 57.1	1 14.3	0	2 28.6	7 100.0
非鉄金属		5 45.5	1 9.1	1 9.1	4 36.4	11 100.0
金 属		19 76.0	1 4.0	2 8.0	3 12.0	25 100.0
一 般 機 械		18 85.7	1 4.8	1 4.8	1 4.8	21 100.0
電 気 機 械		18 90.0	0	0	2 10.0	20 100.0
輸送用機械		14 87.5	1 6.3	0	1 6.3	16 100.0
精密機械		3 100.0	0	0	0	3 100.0
計		252 75.0	22 6.5	20 6.0	42 12.5	336 100.0

IV

4.1 確率過程としての取扱い

本節では時系列データを確率過程として取扱い、時間領域や周波数領域における統計的性質を求めるための手法について論じる。

一般に我々が興味の対象とする不規則現象を観測する場合、観測結果は毎回異なった時間関数 $x^{(k)}(t)$ ($k = 1, 2, \dots, n$) の形で与えられることが多い。そこでこのような時間関数 $x^{(k)}(t)$ の集合を考え、

$$X(t) = \{x^{(1)}(t), x^{(2)}(t), \dots, x^{(n)}(t)\} \quad (1)$$

とすると、この $X(t)$ を確率過程と呼ぶ。確率過程の統計的性質を考える場合には、第 k 番目の標本関数 $x^{(k)}(t)$ を時間的に考察するか、あるいはまた、時間を $t = t_1$ に固定したときに得られる n 個の観測値 $x^{(1)}(t_1), x^{(2)}(t_1), \dots, x^{(n)}(t_1)$ を集合的に考察するか、の2通りの側面があり、非常に複雑であるため、従来から定常性やエルゴード性という概念が論及されてきた。

さて、時刻 t_i ($i = 1, 2, \dots, N$) における $X(t)$ の値を $X(t_i)$ で表すことにすれば $X(t_i)$ は確率変数と考えることができる。いま $X(t_i)$ が x_i およびこれと微小間隔離れた $x_i + dx_i$ との間にある事象

$$A_i = \{x_i \leq X(t_i) \leq x_i + dx_i\} \\ (i = 1, 2, \dots, N)$$

を考え、これらすべての事象が同時に実現する確率が

$$P[A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_N] \\ = f_{X(t_1)X(t_2)\dots X(t_N)}(x_1, x_2, \dots, x_N) dx_1 dx_2 \dots dx_N \quad (2)$$

で表されるものとするとき、上式中の $f_{X(t_1)X(t_2)\dots X(t_N)}(x_1, x_2, \dots, x_N)$ が N 次元確率密度関数と呼ばれるものである。ここで確率過程 $X(t)$ をこの N 次元確率密度関数を用いて厳密に定義することにしよう。すなわち、確率過程 $X(t)$ とは時刻 t の関数 $x^{(k)}(t)$ で構成される集合であり、その統計的性質は $X(t_1), X(t_2), \dots, X(t_N)$ の N 次元確率密度関数がすべての N の値について、またすべての $\{t_1, t_2, \dots, t_N\}$ の組について与えられるということによって規定され

るものであると考えることができる。しかるとき定常性とは、 $X(t_i)$ ($i = 1, 2, \dots, N$)に関する N 次元確率密度関数とこれらに時間移動 τ を施したときの $X(t_i + \tau)$ ($i = 1, 2, \dots, N$)に関する N 次元確率密度関数とがいかなる τ の値に関しても不変、換言すれば

$$\begin{aligned} f_{X(t_1)X(t_2)\dots X(t_N)}(x_1, x_2, \dots, x_N) \\ = f_{X(t_1+\tau)X(t_2+\tau)\dots X(t_N+\tau)}(x_1, x_2, \dots, x_N) \end{aligned} \quad (3)$$

が成立する性質を表すものといえる。このようにすべての統計的性質が時間移動 τ によって何ら影響を受けないという場合には、確率過程 $X(t)$ は強定常である、または狭義の定常であるという。一方これに対して現実的観点からは上述の定常性が少なくとも 2 次元 ($N = 2$) までの確率密度関数 $f_{X(t)}(x)$ および $f_{X(t_1)X(t_2)}(x_1, x_2)$ について成立するときを問題とする場合が多く、この場合には $X(t)$ は (少なくとも) 弱定常または広義の定常であるといわれる。 $X(t)$ が弱定常であれば

(i) 1次元確率密度関数 $f_{X(t)}(x)$ は時刻 t を含まない。したがって $X(t)$ の任意の時点における集合平均は

$$E[X(t)] = \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot f_{X(t)}(x) dx = \mu_x = \text{定数} \quad (4)$$

となる。

(ii) 2次元確率密度関数については、任意の τ に対して

$$f_{X(t_1)X(t_2)}(x_1, x_2) = f_{X(t_1+\tau)X(t_2+\tau)}(x_1, x_2)$$

が成り立つから、 $f_{X(t_1)X(t_2)}(x_1, x_2)$ は時刻 t_1 と t_2 を含むが、これらは $|t_2 - t_1|$ の形で書き表すことができる。したがって

$$\begin{aligned} E[X(t_1)X(t_2)] &= \int_{-\infty}^{\infty} x_1 x_2 f_{X(t_1)X(t_2)}(x_1, x_2) dx_1 dx_2 \\ &= R_{XX}(t_2 - t_1) \end{aligned} \quad (5-a)$$

または

$$E[X(t)X(t+\tau)] = R_{XX}(\tau) \quad (5-b)$$

と書くことができる。ここに、 $R_{XX}(\tau)$ は後述する自己相関関数である。

次にエルゴード性について考えよう。確率過程 $X(t)$ の各々の標本関数 $x^{(k)}(t)$ とその時間の並進変換 $x^{(k)}(t+\tau)$ とに関する時間平均として次式を考

える。

$$\overline{x^{(k)}(t)} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x^{(k)}(t) dt \tag{6}$$

$$R_{XX}^{(k)}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x^{(k)}(t) x^{(k)}(t+\tau) dt \tag{7}$$

この際もし上2式から得られる $\overline{x^{(k)}(t)}$ および $R_{XX}^{(k)}(\tau)$ がそれぞれ先に式(4)および式(5)に与えた集合的な考え方に基づく μ_X および $R_{XX}(\tau)$ に一致するならば、確率過程 $X(t)$ は(少なくとも2次のモーメントまで)エルゴード性を有するという。このようにエルゴード性とは時間平均と集合平均とが一致するという重要な概念であり、またエルゴード性を有した確率過程においては任意の1つの標本関数から式(6)および(7)を用いて平均値 μ_X および自己相関関数 $R_{XX}(\tau)$ を求めることができ、取扱いが極めて簡便となる。なお、エルゴード性を有する確率過程は弱定常過程であるが、その逆は必ずしも真ではない。

4.2 自己相関関数とパワー・スペクトル密度

確率過程 $X(t)$ はエルゴード性を有するものとして、その自己相関関数とパワー・スペクトル密度について考える。

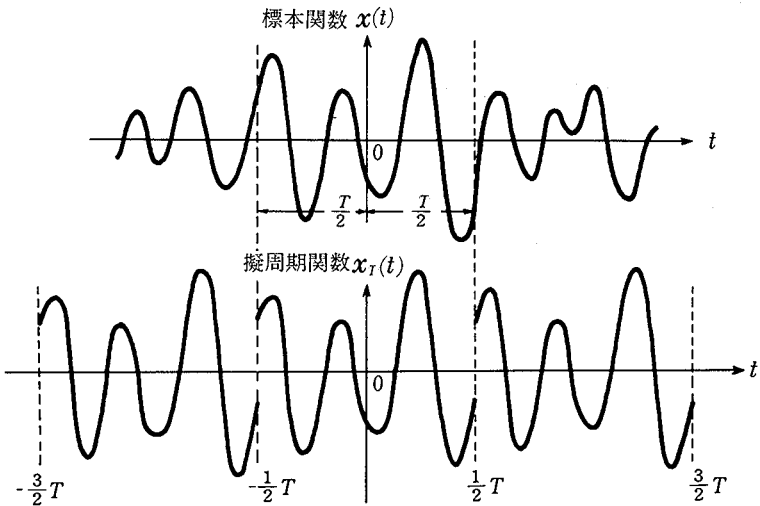


図1 標本関数 $x(t)$ の擬周期関数モデル $x_T(t)$

さて、定常エルゴード過程では任意の1つの標本関数 $x(t)$ のみを時間的に考察することによって統計的性質を求めることができる。 $x(t)$ は時間領域 $(-\infty, \infty)$ において非周期関数であることは明らかであるから、図1に示すような擬周期関数モデル $x_T(t)$ を考える。すなわち、

$$\begin{cases} x_T(t) = x(t), \text{ ただし } |x| < T/2 \\ x_T(t+T) = x_T(t) \end{cases} \quad (8-a)$$

であり、また $t_m = (2m+1)T/2$ ($m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$) における $x_T(t_m)$ の値は

$$x_T(t_m) = \{x_T(t_m+0) + x_T(t_m-0)\} / 2 \quad (8-b)$$

で与えられるものとする。このように定義された関数 $x_T(t)$ は周期 T の周期関数であるから、次式に示すようにフーリエ級数展開でき、しかも $T \rightarrow \infty$ の極限が $x(t)$ そのものを与える。

$$x_T(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos \omega_k t + b_k \sin \omega_k t) \quad (9)$$

ただし、

$$a_k = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x_T(t) \cos \omega_k t \, dt \quad (k = 0, 1, 2, \dots) \quad (10-a)$$

$$b_k = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x_T(t) \sin \omega_k t \, dt \quad (k = 1, 2, \dots) \quad (10-b)$$

$$\omega_k = 2k\pi/T \quad (10-c)$$

ここで $x_T(t)$ の複素数表示を考えよう。正弦・余弦関数を指数式で表示すれば ($i = \sqrt{-1}$ を虚数単位として)、

$$\cos \omega_k t = (e^{i\omega_k t} + e^{-i\omega_k t}) / 2 \quad (11-a)$$

$$\sin \omega_k t = (e^{i\omega_k t} - e^{-i\omega_k t}) / (2i) \quad (11-b)$$

で表されるという事実と、式(10)の a_k, b_k, ω_k を k の負の領域に拡張すれば

$$\left. \begin{aligned} a_{-k} &= a_k \\ b_{-k} &= -b_k \\ \omega_{-k} &= -\omega_k \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

なる関係があるという事実に基づき、

$$x_T(t) = \frac{1}{T} \sum_{k=-\infty}^{\infty} F_X(\omega_k) e^{i\omega_k t} \quad (13)$$

ただし,

$$\begin{aligned}
 F_X(\omega_k) &= \frac{T}{2}(a_k - ib_k) \\
 &= \int_{-T/2}^{T/2} x_T(t) \{\cos \omega_k t - i \sin \omega_k t\} dt \\
 &= \int_{-T/2}^{T/2} x_T(t) e^{-i\omega_k t} dt
 \end{aligned} \tag{14}$$

ここで $T \rightarrow \infty$ の場合を考えよう。

$$\Delta\omega_k = \omega_{k+1} - \omega_k = 2\pi/T = \Delta\omega \tag{15}$$

とすれば

$$\omega_k = 2k\pi/T = k\Delta\omega$$

であるから, $T \rightarrow \infty$ とすれば, 離散的円周波数列 ω_k は連続的円周波数 ω となり, また $\Delta\omega$ および \sum はそれぞれ $d\omega$ および \int で置換えられるから,

$$\begin{aligned}
 x(t) &= \lim_{T \rightarrow \infty} x_T(t) \\
 &= \lim_{\Delta\omega \rightarrow 0} \frac{1}{2\pi} \sum_{k=-\infty}^{\infty} F_X(k\Delta\omega) e^{ik\Delta\omega t} \Delta\omega \\
 &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F_X(\omega) e^{i\omega t} d\omega
 \end{aligned} \tag{16}$$

$$F_X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-i\omega t} dt \tag{17}$$

となることがわかる。式(17)の $F_X(\omega)$ は一般には複素数であって, これを $x(t)$ のフーリエ変換といい, また式(16)の $x(t)$ は $F_X(\omega)$ のフーリエ逆変換と呼ばれ, 両式がいわゆるフーリエ変換の対を構成する。

さてここで仮に $x_T(t)$ が単位の抵抗中を流れる電流と考えることにすれば, この電流が単位時間あたりに消費する平均のパワー ϕ_T は

$$\begin{aligned}
 \phi_T &= \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \{x_T(t)\}^2 dt \\
 &= \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \left\{ \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos \omega_k t + b_k \sin \omega_k t) \right\}^2 dt \\
 &= \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \left[\left(\frac{a_0}{2} \right)^2 + \sum_{k=1}^{\infty} \{ (a_k \cos \omega_k t)^2 + (b_k \sin \omega_k t)^2 \} \right] dt \\
 &= \left(\frac{a_0}{2} \right)^2 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k^2 + b_k^2) / 2
 \end{aligned} \tag{18}$$

で与えられる。ここに上式の計算に当たっては三角関数の直交条件

$$\omega_l = 2\pi l/T, \omega_m = 2\pi m/T \quad (l, m \text{ は整数})$$

$$\int_{-T/2}^{T/2} \cos \omega_l t \cdot \sin \omega_m t \, dt = 0$$

$$\int_{-T/2}^{T/2} \cos \omega_l t \cdot \cos \omega_m t \, dt = (T/2)\delta_{lm}$$

$$\int_{-T/2}^{T/2} \sin \omega_l t \cdot \sin \omega_m t \, dt = (T/2)\delta_{lm}$$

$$\delta_{lm} = \begin{cases} 0 & (l \neq m \text{ のとき}) \\ 1 & (l = m \text{ のとき}) \end{cases}$$

を用いた。 $x_T(t)$ を構成する第 k 調和波 $(a_k \cos \omega_k t + b_k \sin \omega_k t)$ の平均パワーは

$$\left. \begin{aligned} W(\omega_k) &= \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} (a_k \cos \omega_k t + b_k \sin \omega_k t)^2 \, dt = (a_k^2 + b_k^2)/2, \quad k \geq 1 \\ W(\omega_k) &= \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} (a_0/2)^2 \, dt = (a_0/2)^2, \quad k = 0 \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

であるから、周期 T の周期関数 $x_T(t)$ を、フーリエ級数展開によって、円周波

数 ω_0 ($= 0$; 直流成分), $\omega_1 = \frac{2\pi}{T}$, $\omega_2 = \frac{4\pi}{T}$, $\omega_3 = \frac{6\pi}{T}$, ... の無数の正弦・

余弦波の和として表したとき、 $x_T(t)$ の有する平均パワー ϕ_T は各調和波(直流成分も含めて)の平均パワー $W(\omega_k)$ の和として与えられることがわかる。各調和波のもつ円周波数 ω_k を横軸に、そのパワーを縦軸にとって図示すれば、円周波数間隔 $\Delta\omega = 2\pi/T$ ごとの線スペクトルとなり、これらの線スペクトルの値の総和が ϕ_T を与える。ここで、密度的な考え方を明確にするために新たに ω_k の関数 $G_{XX}(\omega_k)$ を次式

$$\begin{aligned} W(\omega_k) &= G_{XX}(\omega_k)\Delta\omega \\ &= 2\pi G_{XX}(\omega_k)/T \end{aligned}$$

すなわち

$$G_{XX}(\omega_k) = TW(\omega_k)/2\pi \quad (20)$$

で定義し、離散スペクトルを $T \rightarrow \infty$, すなわち $\Delta\omega \rightarrow 0$ の場合の連続スペクトル

に拡張すると,

$$\phi_T = \sum_{k=0}^{\infty} G_{XX}(\omega_k) \Delta\omega = \sum_{k=0}^{\infty} G_{XX}(k\Delta\omega) \Delta\omega$$

であるから,

$$\begin{aligned} \phi_X &= \int_0^{\infty} G_{XX}(\omega) d\omega \\ &= \lim_{T \rightarrow \infty} \phi_T = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \{x_T(t)\}^2 dt \end{aligned} \quad (21)$$

上式の $G_{XX}(\omega)$ が確率過程 $X(t)$ のパワー・スペクトル密度と呼ばれるものである。 $X(t)$ はエルゴード性を有するものと仮定しているから、式(21)はまた集合的表現を用いて

$$E[\{X(t)\}^2] = \int_0^{\infty} G_{XX}(\omega) d\omega = \phi_X \quad (22)$$

と書き表すことができる。確率過程 $X(t)$ のもつ単位時間当たりの平均パワー ϕ_X はパワー・スペクトル密度 $G_{XX}(\omega)$ の ω に関する積分で与えられ、これはまた数値的には $X(t)$ の自乗平均に等しいので、 $G_{XX}(\omega)$ はまた自乗平均スペクトル密度とも呼ばれる。

以上においては周波数 ω は $\omega \geq 0$ として取扱っており、物理的意義を有したものであるが、数学的取扱いの簡便さのためには、しばしば、

$$\begin{aligned} S_{XX}(\omega) &= S_{XX}(-\omega) \\ &= G_{XX}(\omega)/2, \text{ ただし } \omega \geq 0 \end{aligned} \quad (23)$$

なるパワー・スペクトル密度が導入される。とくに、両者を区別する必要のある場合には、 $G_{XX}(\omega)$ ($\omega \geq 0$) を片側スペクトル密度、 $S_{XX}(\omega)$ ($-\infty < \omega < \infty$) を両側スペクトル密度と呼ぶ。

ここでスペクトル密度とフーリエ変換の関係について考える。式(14), (19), (20)から

$$\begin{aligned} G_{XX}(\omega_k) &= TW(\omega_k)/2\pi \\ &= T(a_k^2 + b_k^2)/4\pi \\ &= \left\{ \frac{T}{2}(a_k - ib_k) \right\} \left\{ \frac{T}{2}(a_k + ib_k) \right\} / (\pi T) \\ &= F_X(\omega_k) \cdot F_X(-\omega_k) / (\pi T) \end{aligned} \quad (24)$$

実数関数 $x(t)$ に対しては式(17)から明らかなように、

$$F_X(-\omega) = F_X^*(\omega) \tag{25}$$

である (* は共役複素数を表す) から、

$$G_{XX}(\omega_k) = |F_X(\omega_k)|^2 / (\pi T) \tag{26}$$

ここで、 $T \rightarrow \infty$ とすれば

$$\begin{aligned} G_{XX}(\omega) &= \lim_{T \rightarrow \infty} G_{XX}(\omega_k) \\ &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{|F_X(\omega_k)|^2}{\pi T} \\ &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{\pi T} \left| \int_{-T/2}^{T/2} x_T(t) e^{-i\omega t} dt \right|^2 \end{aligned} \tag{27}$$

一方、式(23)の $S_{XX}(\omega)$ を用いれば

$$S_{XX}(\omega) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{|F_X(\omega)|^2}{2\pi T} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi T} \left| \int_{-T/2}^{T/2} x_T(t) e^{-i\omega t} dt \right|^2 \tag{28}$$

式(27)あるいは式(28)がパワー・スペクトル密度の定義式を与える。^(註1)

さて、 $X(t)$ の自己相関関数 $R_{XX}(\tau)$ とパワー・スペクトル密度 $S_{XX}(\omega)$ とは周知の Wiener-Khintchine の関係式によって結び付けられている。

$$S_{XX}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} R_{XX}(\tau) e^{-i\omega\tau} d\tau \tag{29}$$

$$R_{XX}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S_{XX}(\omega) e^{i\omega\tau} d\omega \tag{30}$$

一方、式(29)、(30)から

$$\begin{aligned} R_{XX}(\tau) &= \int_{-\infty}^{\infty} S_{XX}(\omega) \{\cos \omega\tau + i \sin \omega\tau\} d\omega \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} S_{XX}(\omega) \cos \omega\tau d\omega \end{aligned}$$

(注1) ここでは確率過程 $X(t)$ の任意の標本関数 $x(t)$ を用いて $S_{XX}(\omega)$ の定義を与えているが、より一般的には次のように考えればよい。すなわち、まず区間 $(-\frac{T}{2}, \frac{T}{2})$ における確率量

$$S_T(\omega) = \frac{1}{2\pi T} \left| \int_{-T/2}^{T/2} X(t) e^{-i\omega t} dt \right|^2$$

を考え、 $T \rightarrow \infty$ におけるこの $S_T(\omega)$ の期待値を $S_{XX}(\omega)$ と定義する。

$$S_{XX}(\omega) = \lim_{T \rightarrow \infty} E[S_T(\omega)]$$

なお上の $S_{XX}(\omega)$ が確定するためには $\tau R_{XX}(\tau)$ が絶対積分可能でなければならない。

$$\begin{aligned}
 &= \int_0^\infty 2S_{XX}(\omega) \cos \omega \tau \, d\omega \\
 &= \int_0^\infty G_{XX}(\omega) \cos \omega \tau \, d\omega \tag{31}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G_{XX}(\omega) &= 2S_{XX}(\omega) \\
 &= \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^\infty R_{XX}(\tau) \{\cos(-\omega\tau) + i \sin(-\omega\tau)\} \, d\tau \\
 &= \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^\infty R_{XX}(\tau) \cos \omega \tau \, d\tau \\
 &= \frac{2}{\pi} \int_0^\infty R_{XX}(\tau) \cos \omega \tau \, d\tau \tag{32}
 \end{aligned}$$

式(31), (32)の関係もまた Wiener-Khintchine 変換と呼ばれている。

以上述べたように、定常エルゴード確率過程 $X(t)$ の自己相関関数 $R_{XX}(\tau)$ とスペクトル密度 $G_{XX}(\omega)$ もしくは $S_{XX}(\omega)$ は相互に変換可能であり、一方が既知であれば、他方は少なくとも原理的には計算されるものである。

4.3 サンプリング定理

4.3.1 周波数領域におけるサンプリング定理

定常エルゴード確率過程 $X(t)$ の標本関数 $x^{(k)}(t)$ ($-\infty < t < \infty$) の記録は現実には有限の時間間隔 $0 \sim T$ でとられるのが一般である。すなわち、

$$\begin{aligned}
 x(t) &= x^{(k)}(t) \quad (0 \leq t \leq T) \\
 &= 0 \quad (\text{その他})
 \end{aligned}$$

この $x(t)$ のフーリエ変換は

$$\begin{aligned}
 F_X(\omega) &= \int_{-\infty}^\infty x(t) e^{-i\omega t} \, dt \\
 &= \int_0^T x(t) e^{-i\omega t} \, dt \tag{33}
 \end{aligned}$$

ここで $x(t)$ を周期 T の周期関数 $x(t) = x(t+T)$ とすると、基本周波数 $\Delta\omega$ (radian/sec) は

$$\Delta\omega = 2\pi/T \tag{34}$$

であるから、式(13), (14)を参照して、フーリエ級数展開によって

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} A_k e^{ik\Delta\omega t} \tag{35}$$

ただし,

$$A_k = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) e^{-i k \Delta \omega t} dt \tag{36}$$

と表すことができる。式(33), (36)から

$$\begin{aligned} F_x(k \Delta \omega) &= F_x\left(\frac{2\pi k}{T}\right) = \int_0^T x(t) e^{-i k \Delta \omega t} dt \\ &= T A_k \end{aligned} \tag{37}$$

すなわち, $k \Delta \omega = 2\pi k / T$ ごとに与えられた $F_x(k \Delta \omega)$ の値さえ分かておれば, 式(37)から A_k が求まり, したがって式(35)からすべての t に対して $x(t)$ の値が求まる。それゆえ逆にまた式(33)からすべての ω に対して $F_x(\omega)$ の値を求めることがわかる。これを周波数領域におけるサンプリング定理という。また, 式(34)の基本周波数 $\Delta \omega = 2\pi / T$ をナイキスト余間隔という。なお $\Delta \omega$ を振動数表示すれば $\Delta f = \frac{\Delta \omega}{2\pi} = \frac{1}{T}$ (Hz) となる。

4.3.2 時間領域におけるサンプリング定理

$x(t)$ のフーリエ変換 $F_x(\omega)$ が $-\pi B \sim \pi B$ (radian/sec) の周波数範囲でのみ存在し, それ以外では0と仮定する。このフーリエ逆変換から

$$\begin{aligned} x(t) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F_x(\omega) e^{i\omega t} d\omega \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi B}^{\pi B} F_x(\omega) e^{i\omega t} d\omega \end{aligned} \tag{38}$$

ここで, $F_x(\omega)$ を周期が $(2\pi B) \times 2 = 4\pi B$ (radian/sec) の周期関数と考えると基本時間増分 Δt は

$$\Delta t = \frac{2\pi}{4\pi B} = \frac{1}{2B} \tag{39}$$

であるから, $F_x(\omega)$ はフーリエ級数展開によって

$$F_x(\omega) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} C_k e^{-i\omega k \Delta t} \tag{40}$$

ただし,

$$C_k = \frac{1}{4\pi B} \int_{-\pi B}^{\pi B} F_x(\omega) e^{i\omega k \Delta t} d\omega \tag{41}$$

と表すことができる。式(38)から

$$t = k\Delta t = k/2B$$

として

$$\begin{aligned} x\left(\frac{k}{2B}\right) &= x(k\Delta t) \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{-2\pi B}^{2\pi B} F_X(\omega) e^{i\omega k\Delta t} d\omega \\ &= 2BC_k \end{aligned} \tag{42}$$

すなわち、 $x(k\Delta t) = x(k/2B)$ が与えられれば式(42)によって C_k が求まり、したがって式(40)によって、すべての ω について $F_X(\omega)$ が求まる。それゆえ、また式(38)からすべての t に対して $x(t)$ が分かることになる。これを時間領域におけるサンプリング定理という。式(39)に与えた基本時間増分 $\Delta t = 1/2B$ をナイキスト間隔という。

4.4 データのサンプリングとトレンドの除去

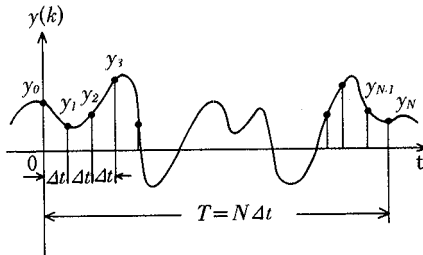


図2 データのサンプリング

図2に示すように $(0, T)$ の有限長の連続記録 $y(t)$ を Δt ごとにサンプリングし、 N 個のデータを得たものとする。

$$T = N\Delta t \tag{43}$$

$$y_i = y(i\Delta t) \quad (i = 0, 1, 2, \dots, N-1) \tag{44}$$

ただし、 Δt は十分高い遮断周波数

$$f_c = 1/(2\Delta t) \tag{45}$$

が得られるように選ばれているものとする。

さて、記録長 T より長い周期をもった周波数成分はトレンドと称されるが、

これを最小 2 乗法を用いた高次多項式によって除去することを考える。いま、トレンドを表す式として n 次多項式

$$\begin{aligned} \hat{y}(t) &= a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_n t^n \\ &= \sum_{j=0}^n a_j t^j \end{aligned} \tag{46}$$

を用いるものとすれば、2 乗誤差の総和 Q は

$$\begin{aligned} Q &= \sum_{i=0}^{N-1} (y_i - \hat{y}_i)^2 \\ &= \sum_{i=0}^{N-1} \left\{ y_i - \sum_{j=0}^n a_j (i\Delta t)^j \right\}^2 \end{aligned} \tag{47}$$

Q を最小にする係数の組は

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q}{\partial a_m} &= \sum_{i=0}^{N-1} 2 \left\{ y_i - \sum_{j=0}^n a_j (i\Delta t)^j \right\} \{ -(i\Delta t)^m \} = 0 \\ &(m = 0, 1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

すなわち

$$\begin{aligned} \sum_{j=0}^n a_j \sum_{i=0}^{N-1} (i\Delta t)^{j+m} &= \sum_{i=0}^{N-1} y_i (i\Delta t)^m \\ &(m = 0, 1, 2, \dots, n) \end{aligned} \tag{48}$$

で与えられる $(n+1)$ 個の連立方程式を解いて求めることができる。例えば、 $n = 1$ の線形トレンド除去の場合には

$$\begin{cases} a_0 = \frac{2(2N+1) \sum_{i=0}^{N-1} y_i - 6 \sum_{i=0}^{N-1} i y_i}{N(N-1)} \\ a_1 = \frac{12 \sum_{i=0}^{N-1} i y_i - 6(N+1) \sum_{i=0}^{N-1} y_i}{N(N-1)(N+1)\Delta t} \end{cases} \tag{49}$$

となることがわかる。

さて、トレンドを除去した時系列データを

$$z(t) = y(t) - \hat{y}(t) \tag{50}$$

すなわち

$$\begin{aligned} z_i &= y_i - \hat{y}(i\Delta t) \\ &(i = 0, 1, 2, \dots, N-1) \end{aligned} \tag{51}$$

とすれば、標本平均は

$$\bar{z} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} z_i \quad (52)$$

で与えられるから、新しい時系列データとして

$$x(t) = z(t) - \bar{z} \quad (53)$$

すなわち

$$x_i = z_i - \bar{z} \quad (54)$$

$$(i = 0, 1, 2, \dots, N-1)$$

を採用すれば、この平均は

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (z_i - \bar{z}) = 0 \quad (55)$$

となる。以下においては式(53)の $x(t)$ を考えることにするが、これによって議論の一般性を損なうものでは決してない。

ここで、 $x(t)$ を用いてその有限フーリエ変換 $F_x(\omega)$ を求めることを考えよう。

$$\Delta\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{N\Delta t} \quad (56)$$

$$\omega_k = k\Delta\omega = 2\pi k / (N\Delta t) \quad (k = 0, 1, 2, \dots, N-1) \quad (57)$$

$$x_l = x(l\Delta t) \quad (l = 0, 1, 2, \dots, N-1) \quad (58)$$

であるから、式(17)を用いて、

$$\begin{aligned} F_x(\omega_k) &= \int_0^T x(t) e^{-i\omega_k t} dt \\ &= \sum_{l=0}^{N-1} x_l \exp[-i\omega_k l\Delta t] \Delta t \\ &= \Delta t \sum_{l=0}^{N-1} x_l \exp\left[-i \frac{2\pi k l}{N}\right] \end{aligned} \quad (59)$$

そこで、

$$F_k = \frac{F_x(\omega_k)}{\Delta t} = \sum_{l=0}^{N-1} x_l \exp\left[-i \frac{2\pi k l}{N}\right] \quad (60)$$

$$(k = 0, 1, 2, \dots, N-1)$$

とおくと、 F_{N-k} の値は

$$\begin{aligned}
 F_{N-k} &= \sum_{l=0}^{N-1} x_l \exp\left[-i \frac{2\pi(N-k)l}{N}\right] \\
 &= \sum_{l=0}^{N-1} x_l \exp\left[i \frac{2\pi kl}{N}\right] \\
 &= F_k^* \quad (F_k \text{ の共役複素数})
 \end{aligned} \tag{61}$$

で与えられる。すなわち、 $k = 0, 1, 2, \dots, \frac{N}{2}$ までの F_k の値が分かれば、残りの F_k ($k = \frac{N}{2}+1, \frac{N}{2}+2, \dots, N-1$) までの値は計算することができる。つまり、 $k = N/2$ がナイキストの遮断周波数

$$f_c = \frac{N}{2} \cdot \frac{1}{T} = \frac{1}{2\Delta t} \tag{62}$$

であることを表している。式(60)の F_k を高速で計算するコンピュータ・アルゴリズムが高速フーリエ変換 FFT (Fast Fourier Transform) プログラムと呼ばれるものである。高速フーリエ変換のアルゴリズムについては、Bendat, J. S. and Piersol, A. G., "RANDOM DATA: Analysis and Measurement Procedures," (1971), John Wiley & Sons, に詳しいので適宜それを参照されたい。

4.5 スペクトル密度ならびに自己相関関数を求めるコンピュータ・プログラム

これまでの理論ならびに FFT の技法を援用してパワー・スペクトル密度 $G_{xx}(\omega)$ あるいは $S_{xx}(\omega)$ および自己相関関数 $R_{xx}(\tau)$ を求めるコンピュータ・プログラムを作製し、巻末に付表として掲げた。

SUBROUTINE SPECT は時系列データのスペクトル密度 $G_{xx}(\omega)$ または $S_{xx}(\omega)$ を求めるものであり、SUBROUTINE AUTOC は自己相関関数 $R_{xx}(\tau)$ を求めるものである。また SUBROUTINE FFT は高速フーリエ変換のプログラムであり、SUBROUTINE INTPL は必ずしも等間隔にはサンプリングされていないデータを直線補間法によって予め与えられた間隔のデータに直すサブルーチンである。結果を図示するためのプログラム SUBROUTINE PLOT も併せ掲げた。プロット用の本サブルーチンは SORD M243 シリーズのマイクロ・コンピュータ用に書かれたものであるが、多少修正すれば一般のコンピュータに対しても用いることができる。

一例として、図3のようなパワースペクトル密度 $G_{xx}(\omega)$ が与えられたときに、それから自己相関関数を理論的に求めると図4のようになる。これを本研究で作製した SUBROUTINE AUTOC を用いて、 $N = 128$ (Case I) および $N = 512$ (Case II) の2通りの場合に $R_{xx}(\tau)$ を計算し、理論値と比較したのが図5および図6である。いずれも計算値は理論値と極めて良い一致を示していることがわかる。

なお、表1は SUBROUTINE AUTOC の入力パラメータのフォーマットとその例を示したものであり、また表2はその打出し例 (CASE 1) である。

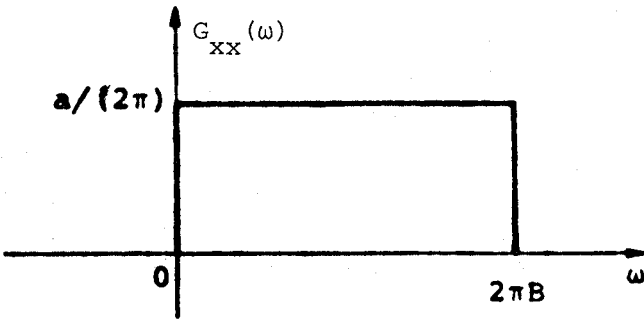


図3 片側スペクトル密度 (帯域制限白色雑音)

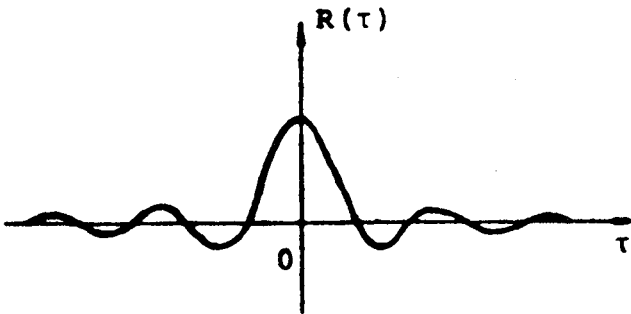


図4 自己相関関数の理論値

$$R(\tau) = aB \sin(2\pi B\tau) / (2\pi B\tau)$$

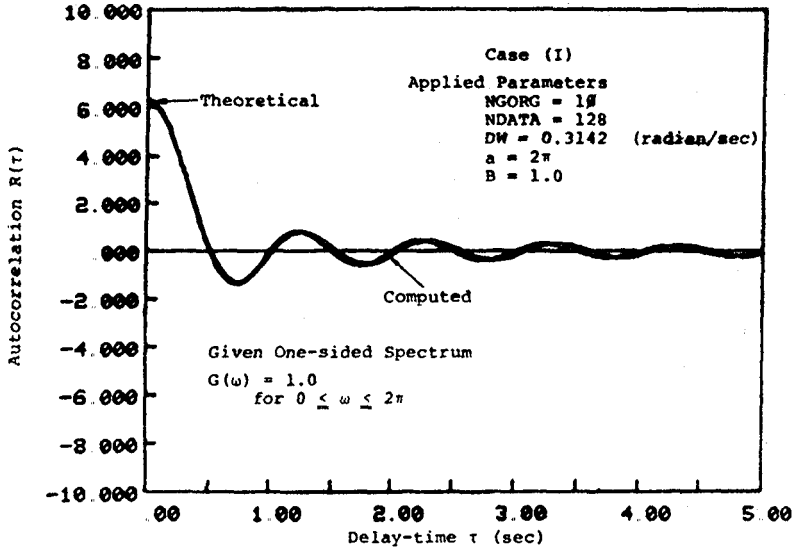


図5 自己相関関数に関する理論値と計算値の比較 (Case I)

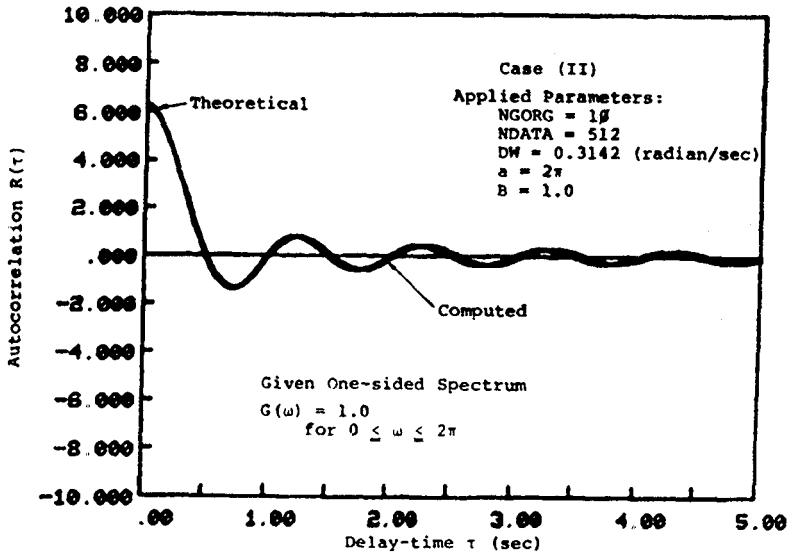


図6 自己相関関数に関する理論値と計算値の比較 (Case II)

表1 SUBROUTINE AUTO Cの入力パラメータのフォーマットとその例

I-a 入力パラメータ・フォーマット

```

NGORG[I5]  NDATA[I5]  MO[I5]  DW[F12.5]

W#(1) [F12.5]  G#(1) [F12.5]  W#(2) [F12.5]  G#(2) [F12.5]  W#(3) [F12.5]  G#(3) [F12.5]
W#(4) [F12.5]  G#(4) [F12.5]  W#(5) [F12.5]  G#(5) [F12.5]  W#(6) [F12.5]  G#(6) [F12.5]
.....      W#(NGORG) [F12.5]  G#(NGORG) [F12.5]
    
```

I-b 実際の入力パラメータ例

```

    10  512  1-0.31416
0.0    1.0    0.5    1.0    1.0    1.0
2.0    1.0    2.5    1.0    4.0    1.0
4.2    1.0    4.5    1.0    5.5    1.0
6.2832 1.0
    
```

表2 SUBROUTINE AUTO Cの打出し例 (CASE I)

COMPUTATION OF AUTOCORRELATION FUNCTION
FROM ONE-SIDED POWER SPECTRUM.

COMPUTATION PARAMATERS

```

FREQUENCY INCREMENT  DW= .31416E+00 (RAD./SEC)
# OF SPECTRUM POINTS  NF= 10
DELAY-TIME INCREMENT DT= .78125E-01 (SEC)
TOTAL DURATION        TTOTAL= .20000E+02 (SEC)
# OF DATA POINTS     NDT2= 256
NYQUIST FOLDING POINTS NFOLD= 129
    
```

GIVEN ONE-SIDED POWER SPECTRUM VALUES

```

W= 0.0000  G0(W)= .10000E+01  W= .5000  G0(W)= .10000E+01
W= 1.0000  G0(W)= .10000E+01  W= 2.0000  G0(W)= .10000E+01
W= 2.5000  G0(W)= .10000E+01  W= 4.0000  G0(W)= .10000E+01
W= 4.2000  G0(W)= .10000E+01  W= 4.5000  G0(W)= .10000E+01
W= 5.5000  G0(W)= .10000E+01  W= 6.2832  G0(W)= .10000E+01
    
```

COMPUTED AUTOCORRELATION FUNCTION

```

T= 0.0000  R(T)= .39898E+02  T= .0781  R(T)= -.27335E+00
T= .1562  R(T)= -.16151E+00  T= .2344  R(T)= -.77100E-02
T= .3125  R(T)= .14809E+00  T= .3906  R(T)= .26542E+00
T= .4687  R(T)= .31378E+00  T= .5469  R(T)= .28062E+00
T= .6250  R(T)= .17454E+00  T= .7031  R(T)= .23111E-01
T= .7812  R(T)= -.13432E+00  T= .8594  R(T)= -.25685E+00
T= .9375  R(T)= -.31265E+00  T= 1.0156  R(T)= -.28721E+00
    
```

T= 1.0937	R(T)= -.18715E+00	T= 1.1719	R(T)= -.38457E-01
T= 1.2500	R(T)= .12022E+00	T= 1.3281	R(T)= -.24767E+00
T= 1.4062	R(T)= .31076E+00	T= 1.4844	R(T)= .29311E+00
T= 1.5625	R(T)= .19930E+00	T= 1.6406	R(T)= .53709E-01
T= 1.7187	R(T)= -.10584E+00	T= 1.7969	R(T)= -.23788E+00
T= 1.8750	R(T)= -.30812E+00	T= 1.9531	R(T)= -.29830E+00
T= 2.0312	R(T)= -.21098E+00	T= 2.1094	R(T)= -.68833E-01
T= 2.1875	R(T)= .91196E-01	T= 2.2656	R(T)= .22753E+00
T= 2.3437	R(T)= .30475E+00	T= 2.4219	R(T)= .30278E+00
T= 2.5000	R(T)= .22214E+00	T= 2.5781	R(T)= .83791E-01
T= 2.6562	R(T)= -.76335E-01	T= 2.7344	R(T)= -.21663E+00
T= 2.8125	R(T)= -.30063E+00	T= 2.8906	R(T)= -.30653E+00
T= 2.9687	R(T)= -.23278E+00	T= 3.0469	R(T)= -.98546E-01
T= 3.1250	R(T)= .61289E-01	T= 3.2031	R(T)= .20520E+00
T= 3.2812	R(T)= .29580E+00	T= 3.3594	R(T)= .30953E+00
T= 3.4375	R(T)= .24285E+00	T= 3.5156	R(T)= .11306E+00
T= 3.5937	R(T)= -.46097E-01	T= 3.6719	R(T)= -.19328E+00
T= 3.7500	R(T)= -.29025E+00	T= 3.8281	R(T)= -.31180E+00
T= 3.9062	R(T)= -.25234E+00	T= 3.9844	R(T)= -.12731E+00
T= 4.0625	R(T)= .30793E-01	T= 4.1406	R(T)= .18090E+00
T= 4.2187	R(T)= .28400E+00	T= 4.2969	R(T)= .31331E+00
T= 4.3750	R(T)= .26121E+00	T= 4.4531	R(T)= .14125E+00
T= 4.5312	R(T)= -.15415E-01	T= 4.6094	R(T)= -.16807E+00
T= 4.6875	R(T)= -.27706E+00	T= 4.7656	R(T)= -.31407E+00
T= 4.8437	R(T)= -.26946E+00	T= 4.9219	R(T)= -.15485E+00
T= 5.0000	R(T)= -.95367E-06	T= 5.0781	R(T)= .15485E+00
T= 5.1562	R(T)= .26946E+00	T= 5.2344	R(T)= .31407E+00
T= 5.3125	R(T)= .27706E+00	T= 5.3906	R(T)= .16807E+00
T= 5.4687	R(T)= .15415E-01	T= 5.5469	R(T)= -.14125E+00
T= 5.6250	R(T)= -.26121E+00	T= 5.7031	R(T)= -.31331E+00
T= 5.7812	R(T)= -.28400E+00	T= 5.8594	R(T)= -.18090E+00
T= 5.9375	R(T)= -.30793E-01	T= 6.0156	R(T)= .12731E+00
T= 6.0937	R(T)= .25234E+00	T= 6.1719	R(T)= .31180E+00
T= 6.2500	R(T)= .29025E+00	T= 6.3281	R(T)= .19328E+00
T= 6.4062	R(T)= .46097E-01	T= 6.4844	R(T)= -.11306E+00
T= 6.5625	R(T)= -.24285E+00	T= 6.6406	R(T)= -.30953E+00
T= 6.7187	R(T)= -.29580E+00	T= 6.7969	R(T)= -.20520E+00
T= 6.8750	R(T)= -.61290E-01	T= 6.9531	R(T)= .98546E-01
T= 7.0312	R(T)= .23278E+00	T= 7.1094	R(T)= .30653E+00
T= 7.1875	R(T)= .30063E+00	T= 7.2656	R(T)= .21663E+00
T= 7.3437	R(T)= .76335E-01	T= 7.4219	R(T)= -.83790E-01
T= 7.5000	R(T)= -.22215E+00	T= 7.5781	R(T)= -.30278E+00
T= 7.6562	R(T)= -.30475E+00	T= 7.7344	R(T)= -.22753E+00
T= 7.8125	R(T)= -.91196E-01	T= 7.8906	R(T)= .68833E-01
T= 7.9687	R(T)= .21098E+00	T= 8.0469	R(T)= .29830E+00
T= 8.1250	R(T)= .30812E+00	T= 8.2031	R(T)= .23788E+00
T= 8.2812	R(T)= .10584E+00	T= 8.3594	R(T)= -.53709E-01
T= 8.4375	R(T)= -.19930E+00	T= 8.5156	R(T)= -.29311E+00
T= 8.5937	R(T)= -.31076E+00	T= 8.6719	R(T)= -.24767E+00
T= 8.7500	R(T)= -.12022E+00	T= 8.8281	R(T)= .38457E-01
T= 8.9062	R(T)= .18714E+00	T= 8.9844	R(T)= .28721E+00
T= 9.0625	R(T)= .31265E+00	T= 9.1406	R(T)= .25685E+00
T= 9.2187	R(T)= .13432E+00	T= 9.2969	R(T)= -.23111E-01
T= 9.3750	R(T)= -.17454E+00	T= 9.4531	R(T)= -.28062E+00
T= 9.5312	R(T)= -.31378E+00	T= 9.6094	R(T)= -.26542E+00
T= 9.6875	R(T)= -.14809E+00	T= 9.7656	R(T)= .77097E-02
T= 9.8437	R(T)= .16151E+00	T= 9.9219	R(T)= .27335E+00
T= 10.0000	R(T)= .31416E+00	T=	

APPENDIX. スペクトル密度ならびに自己
相関関数を求めるサブルーチン・プログ
ラムのリスト

(SORD-M243マイコンに対するグラ
フィック・サブルーチンを含む)

```

1 : SUBROUTINE SPECT(SPC,W,NSMOTH,Y,NDATA,DT,TTOTAL,DW,WU,MO)
2 : DIMENSION SPC(1),W(1),Y(1)
3 : -----
4 : C
5 : C PURPOSE
6 : C TO OBTAIN A POWER SPECTRAL DENSITY SMOOTHED NSMOTH TIMES
7 : C FOR A GIVEN TIME HISTORY
8 : C
9 : C USAGE
10 : C CALL SPECT(SPC,W,NSMOTH,Y,NDATA,DT,TTOTAL,DW,WU,MO)
11 : C
12 : C DESCRIPTION OF PARAMETERS CONTENTS
13 : C -- Y= ORIGINAL TIME HISTORY -- BEFORE CALLING -- AFTER CALLING
14 : C -- NDATA= NUMBER OF ORIGINAL TIME HISTORY -- GIVEN -- SAME
15 : C NDATA MUST BE A POWER OF TWO.
16 : C
17 : C -- TTOTAL= DURATION (PERIOD)-- GIVEN -- SAME
18 : C -- DT= EQUI-SPACED TIME INCREMENT -- NONE -- CALCULATED
19 : C
20 : C -- NSMOTH= NUMBER OF SPECTRUM SMOOTHING -- GIVEN -- SAME
21 : C
22 : C -- DW= FREQUENCY INCREMENT -- NONE -- CALCULATED
23 : C -- WU= NYQUIST FOLDING FREQ.-- NONE -- CALCULATED
24 : C -- W= FREQUENCY ORDINATES -- NONE -- CALCULATED
25 : C -- NFOLD= NYQUIST FOLDING POINT (=NDATA/2+1)-- NONE -- CALCULATED
26 : C
27 : C -- SPC= ONE-SIDED POWER SPECTRUM SMOOTHED NSMOTH TIMES-- NONE -- CALCULATED
28 : C
29 : C -- MO= FREQUENCY CONTROL PARAMETER -- GIVEN --SAME
30 : C MO=0, FOR (HZ) DISPLAY
31 : C MO=1, FOR (RADIAN/SEC) DISPLAY
32 : C ACCORDING TO MO, CORRESPONDING PARAMETERS CHANGE
33 : C THEIR UNITS. NAMELY IF MO=0, DW,WU,W,AND SPC ARE
34 : C CALCULATED WITH UNIT OF (HZ).
35 : C
36 : C
37 : C
38 : C REMARKS
39 : C ARRAY SIZE OF SPC MUST BE TWICE AS MANY AS Y
40 : C ARRAY SIZE Y -- NDATA (=A POWER OF TWO)
41 : C W -- NDATA
42 : C SPC -- 2*NDATA
43 : C -----
44 : C NW=NDATA/2
45 : C NFOLD=NW+1
46 : C PI=3.141593
47 : C PI2=2.0*PI
48 : C DT=TTOTAL/FLOAT(NDATA)
49 : C DW=1.0/TTOTAL

```

```

50 :      IF(MO,EQ.1) DW=DW*PI2
51 :      WU=DW*FLOAT(NW)
52 :      DO 10 I=1,NDATA
53 :      10 W(I)=DW*FLOAT(I-1)
54 :      CALL FFT(SPC,Y,NDATA,-1)
55 :      ND1=NDATA+1
56 :      ND2=NDATA+2
57 :
58 :      C
59 :      C      POWER SPECTRUM
60 :      AR=SPC(1)**2+SPC(2)**2
61 :      AR=AR*TTOTAL
62 :      SPC(1)=AR
63 :      IF(MO,EQ.1) SPC(1)=AR/PI2
64 :      NF=NFOLD-1
65 :      DO 20 I=2,NF
66 :      II=I+I
67 :      IR=II-1
68 :      AR=SPC(IR)**2+SPC(II)**2
69 :      AR=AR*2.0*TTOTAL
70 :      SPC(I)=AR
71 :      IF(MO,EQ.1) SPC(I)=AR/PI2
72 :      20 CONTINUE
73 :      AR=SPC(ND1)**2+SPC(ND2)**2
74 :      AR=AR*TTOTAL
75 :      SPC(NFOLD)=AR
76 :      IF(MO,EQ.1) SPC(NFOLD)=AR/PI2
77 :
78 :      C
79 :      C      SPECTRUM SMOOTHING GIVEN NSOTH TIMES
80 :      IF NSMOTH=0, NO SMOOTHING REQUIRED
81 :      IF(NSMOTH,EQ.0) GO TO 40
82 :      DO 30 I=1,NSMOTH
83 :      30 CALL SMOTH(SPC,NFOLD)
84 :      CONTINUE
85 :
86 :      C
87 :      C      SYMMETRICAL ARRANGEMENT OF SPECTRUM
88 :      40 NFF=NFOLD+1
89 :      DO 50 I=NFF,NDATA
90 :      II=I-NFOLD
91 :      IN=NFOLD-II
92 :      SPC(I)=SPC(IN)
93 :      50 CONTINUE
94 :      RETURN
95 :      END
96 :      SUBROUTINE SMOTH(A,N)
97 :      DIMENSION A(1)
98 :      TO SMOOTH SPECTRAL DENSITY
99 :      WITH HANNING LAG WEIGHTING FUNCTION
100 :      D(R*DT)=(1/2.)*(1.+COS((PI*R)/M))
101 :
102 :      C
103 :      A= INPUT SPECTRUM TO BE SMOOTHED, AND OUTPUT
104 :      AS A SMOOTHED SPECTRUM
105 :      N= NUMBER OF FREQUENCY POINTS TO BE SMOOTHED
106 :
107 :      C
108 :      A1=0.5*(A(1)+A(2))
109 :      AN1=A(N-1)
110 :      NN=N-1
111 :      DO 10 I=2,NN
112 :      10 A(I)=0.25*A(I-1)+0.5*A(I)+0.25*A(I+1)
113 :      A(1)=A1
114 :      A(N)=0.5*(AN1+A(N))
115 :      RETURN
116 :      END

```

```

112 :      SUBROUTINE AUTOC(R,GO,G,NGORG,DW,W0,W,T,DT,TTOTAL,
113 :      *NDATA,NFOLD,MO)
114 :      DIMENSION R(1),GO(1),G(1),W0(1),W(1),T(1)
115 :      C
116 :      C.... THIS IS A SUBROUTINE TO COMPUTE AUTOCORRELATION FUNCTION
117 :      C.... R(T) FROM GIVEN ONE-SIDED POWER SPECTRUM GO(W),
118 :      C.... DESCRIPTION OF PARAMETERS:
119 :      C      GO(I) --- GIVEN ONE-SIDED POWER SPECTRUM ----(INPUT)
120 :      C      G(I) --- INTERPOLATED DATA FOR GO(I) ----(OUTPUT)
121 :      C      DW --- FREQUENCY INCREMENT (RAD./SEC) ----(INPUT)
122 :      C      NGORG --- NUMBER OF GIVEN SPECTRUM POINTS ----(INPUT)
123 :      C      W0(I) --- GIVEN FREQUENCY ARRAY
124 :      C      ASSOCIATED WITH GIVEN GO(I) ----(INPUT)
125 :      C      W(I) --- EQUIDISTANT FREQ. ARRAY (RED/SEC) ----(OUTPUT)
126 :      C      T(I) --- DELAY-TIME ARRAY (SEC) ----(OUTPUT)
127 :      C      R(I) --- COMPUTED AUTOCORRELATION FUNCTION --(OUTPUT)
128 :      C      DT --- COMPUTED DELAY-TIME INCREMENT(SEC) --(OUTPUT)
129 :      C      TTOTAL --- TOTAL DELAY TIME (SEC) ----(OUTPUT)
130 :      C      NDATA --- NUMBER OF INTERPOLATED DATA ----(INPUT)
131 :      C      NFOLD --- NYQUIST FOLDING POINT ----(OUTPUT)
132 :      C      MO --- CONTROL PARAMETER FOR INTERPOLATION --(INPUT)
133 :      C      IF MO>0, INTERPOLATION IS MADE.
134 :      C      IF MO<0, NO INTERPOLATION.
135 :      C
136 :      C.... REMARKS:
137 :      C      ARRAY SIZE IN THE MAIN PROGRAM.
138 :      C      R(4*N), GO(NGORG), G(N+1),W0(NGORG), W(N+1), T(N+1),
139 :      C      WHERE N=NDATA MUST BE A POWER OF 2 FOR FFT COMPUTATION.
140 :      C
141 :      PI=3.1415926
142 :      NDT2=2*NDATA
143 :      NFOLD=NDATA+1
144 :      TTOTAL=2.0*PI/DW
145 :      ANDT2=FLOAT(NDT2)
146 :      DT=TTOTAL/ANDT2
147 :      FCTR=DW/2.0
148 :      IF(MO.LT.0) GO TO 10
149 :      C.... FOR DATA INTERPOLATION,IF NECESSARY.
150 :      CALL INTPL(W0,GO,NGORG,W,G,NFOLD,DW)
151 :      GO TO 20
152 :      10 DO 100 I=1,NFOLD
153 :      IF(I.GT.NGORG) GO TO 15
154 :      W(I)=W0(I)
155 :      G(I)=GO(I)
156 :      GO TO 100
157 :      15 W(I)=DW*FLOAT(I-1)
158 :      G(I)=0.0
159 :      100 CONTINUE
160 :      20 DO 110 I=1,NFOLD
161 :      T(I)=DT*FLOAT(I-1)
162 :      110 CONTINUE
163 :      DO 200 I=1,NDT2
164 :      II=I+1
165 :      IR=II-1
166 :      IF(I.GT.NFOLD) GO TO 210
167 :      R(II)=0.0
168 :      R(IR)=G(I)*FCTR
169 :      GO TO 200
170 :      210 IN=NFOLD-(I-NFOLD)
171 :      R(IR)=G(IN)*FCTR
172 :      R(II)=0.0

```

```

173 :   200 CONTINUE
174 :       CALL FFT(R,G,NDT2,1)
175 :       DO 300 I=1,NDT2
176 :           IR=I+I-1
177 :           R(I)=R(IR)
178 :       300 CONTINUE
179 :   C
180 :   C.... TO PRINT OUT THE COMPUTED RESULT.
181 :       IF(ISSW(7).LT.0) GO TO 500
182 :       WRITE(2,600)
183 :       600 FORMAT(1H1,/////,
184 :           *5X,'COMPUTATION OF AUTOCORRELATION FUNCTION',/,
185 :           *5X,'FROM ONE-SIDED POWER SPECTRUM',/)
186 :       WRITE(2,610) DW,NGORG,DT,TTOTAL,NDT2,NFOLD
187 :       610 FORMAT(/1X,'COMPUTATION PARAMETERS'/
188 :           *5X,'FREQUENCY INCREMENT    DW=' ,E12.5, '(RAD./SEC)',/,
189 :           *5X,'# OF SPECTRUM POINTS    NF=' ,I4,/,
190 :           *5X,'DELAY-TIME INCREMENT    DT=' ,E12.5, '(SEC)',/,
191 :           *5X,'TOTAL DURATION          TTOTAL=' ,E12.5, '(SEC)',/,
192 :           *5X,'# OF DATA POINTS      NDT2=' ,I4,/,
193 :           *5X,'NYQUIST FOLDING POINTS NFOLD=' ,I4,/)
194 :   C
195 :   C.... SECOND.PRINT OUT GIVEN ONE SIDED POWER SPECTRUM.
196 :       WRITE(2,620)
197 :       620 FORMAT(5X,'GIVEN ONE-SIDED POWER SPECTRUM VALUES'/)
198 :       WRITE(2,630) (W0(I),G0(I),I=1,NGORG)
199 :       630 FORMAT(5X,2('W=' ,F10.4,4X,'G0(W)' ,E12.5,4X))
200 :   C
201 :   C.... FINALLY,PRINT OUT COMPUTED AUTOCORRELATION FUNCTION
202 :       WRITE(2,640)
203 :       640 FORMAT(/5X,'COMPUTED AUTOCORRELATION FUNCTION'/)
204 :       WRITE(2,650) (T(I),R(I),I=1,NFOLD)
205 :       650 FORMAT(5X,2('T=' ,F10.4,4X,'R(T)' ,E12.5,4X))
206 :   500 RETURN
207 :   END
208 :   SUBROUTINE FFT(Y,DATA,N,ISIGN)
209 :   DIMENSION Y(1),DATA(1)
-----
210 :   C
211 :   C
212 :   C   TO TAKE ONE DIMENSIONAL FOURIER (INVERSE) TRANSFORM
213 :   C   BY FFT ALGORISM
214 :   C
215 :   C   REVISED VERSION OF THE PROGRAM BY N.M.BRENNER/"THREE
216 :   C   FORTRAN PROGRAMS THAT REFORM THE COOLEY-TUKEY
217 :   C   FOURIER TRANSFORM"/ MIT, JULY 1967.
218 :   C
219 :   C   DATA= ORIGINAL TIME SERIES
220 :   C   N= NUMBER OF TIME SERIES
221 :   C   "N" MUST BE A POWER OF TWO
222 :   C   ISIGN ----- IF FOURIER TRANSFORM, ISIGN= -1
223 :   C   ----- IF INVERSE FOURIER, ISIGN= 1
224 :   C   Y= FOURIER COMPLEX COEFFICIENT,
225 :   C   OR COMPLEX TIME SERIES.
226 :   C   ARRAY MUST BE IN ORDER OF (REAL), (IMAGINARY)
-----
227 :   C
228 :   AN=FLOAT(N)
229 :   AISIGN=FLOAT(ISIGN)
230 :   PI=3.141593
231 :   IF(ISIGN.EQ.1) GO TO 10
232 :   DO 100 I=1,N
233 :       Ii=I+I

```

```

234 :      IR=II-1
235 :      Y(IR)=DATA(I)
236 :      Y(II)=0.0
237 :      100 CONTINUE
238 :      10 L=1
239 :      DO 200 I=1,N
240 :      IF(I,GE,L) GO TO 210
241 :      LI=L+L
242 :      LR=LI-1
243 :      II=I+1
244 :      IR=II-1
245 :      AR=Y(LR)
246 :      AI=Y(LI)
247 :      Y(LR)=Y(IR)
248 :      Y(LI)=Y(II)
249 :      Y(IR)=AR
250 :      Y(II)=AI
251 :      210 N2=N/2
252 :      220 IF(L,LE,N2) GO TO 230
253 :      L=L-N2
254 :      N2=N2/2
255 :      IF(N2,GE,2) GO TO 220
256 :      L=L+N2
257 :      200 CONTINUE
258 :      MAX=1
259 :      240 IF(MAX,GE,N) GO TO 400
260 :      ISTEP=MAX*2
261 :      AMAX=FLOAT(MAX)
262 :      AK=-1.0
263 :      DO 300 K=1,MAX
264 :      AK=AK+1.0
265 :      WT=PI*ASIGN*AK/AMAX
266 :      DO 310 I=K,N,ISTEP
267 :      L=I+MAX
268 :      LI=L+L
269 :      LR=LI-1
270 :      II=I+1
271 :      IR=II-1
272 :      CCOS=COS(WT)
273 :      SSIN=SIN(WT)
274 :      AR=Y(LR)*CCOS-Y(LI)*SSIN
275 :      AI=Y(LR)*SSIN+Y(LI)*CCOS
276 :      Y(LR)=Y(IR)-AR
277 :      Y(LI)=Y(II)-AI
278 :      Y(IR)=Y(IR)+AR
279 :      Y(II)=Y(II)+AI
280 :      310 CONTINUE
281 :      300 CONTINUE
282 :      MAX=ISTEP
283 :      GO TO 240
284 :      400 IF(ISIGN,EQ,1) RETURN
285 :      NM2=N*2
286 :      DO 450 I=1,NM2
287 :      Y(I)=Y(I)/AN
288 :      450 CONTINUE
289 :      RETURN
290 :      END
291 :      C -----(SUBROUTINE INTPL)-----
292 :      SUBROUTINE INTPL(X0,Y0,NORG,X,Y,NDATA,DX)
293 :      DIMENSION X0(1),Y0(1),X(1),Y(1)
294 :      C -----
295 :      C SUBROUTINE FOR INTERPOLATION.

```



```

296 : C      DESCRIPTION OF PARAMETERS:
297 : C      X0  --- ORIGINAL ABSCISSA ARRAY
298 : C      Y0  --- ORIGINAL ORDINATE ARRAY
299 : C      NORG --- NUMBER OF ORIGINAL DATA
300 : C      X   --- INTERPOLATED ABSCISSA ARRAY
301 : C      Y   --- INTERPOLATED ORDINATE ARRAY
302 : C      NDATA -- NUMBER OF INTERPOLATED DATA
303 : C      DX  --- EQUIDISTANT INCREMENT OF ABSCISSA
304 : C      -----
305 : C      Y(1)=Y0(1)
306 : C      X(1)=X0(1)
307 : C      JJ=2
308 : C      SLOPE=(Y0(2)-Y0(1))/(X0(2)-X0(1))
309 : C      DO 10 I=2,NDATA
310 : C      X(I)=X(I-1)+DX
311 : C      30 IF(X(I).GT.X0(JJ)) GO TO 20
312 : C      Y(I)=Y0(JJ-1)+SLOPE*(X(I)-X0(JJ-1))
313 : C      GO TO 10
314 : C      20 JJ=JJ+1
315 : C      IF(JJ.LE.NORG) GO TO 25
316 : C      Y(I)=0.0
317 : C      GO TO 10
318 : C      25 SLOPE=(Y0(JJ)-Y0(JJ-1))/(X0(JJ)-X0(JJ-1))
319 : C      GO TO 30
320 : C      10 CONTINUE
321 : C      RETURN
322 : C      END

1 :      FUNCTION ISSW(I)
2 :      DIMENSION ID(7),ISON(7)
3 :      C.... TO GET NEGATIVE VALUE FOR I-TH SENSE KEY.
4 :      DATA ID/1,2,4,8,16,32,64/
5 :      CALL SENSE(IS0)
6 :      IS=IS0
7 :      DO 10 K=1,7
8 :      KR=8-K
9 :      ISON(KR)=0
10 :      IF(IS.LT.ID(KR)) GO TO 10
11 :      ISON(KR)=1
12 :      IS=IS-ID(KR)
13 :      10 CONTINUE
14 :      IS=IS0
15 :      DO 20 K=1,7
16 :      IF(K.EQ.I) GO TO 20
17 :      IS=IS-ID(K)*ISON(K)
18 :      20 CONTINUE
19 :      ISSW=0
20 :      IF(IS.EQ.ID(I)) ISSW=-1
21 :      RETURN
22 :      END

1 :      SUBROUTINE PLOT(X,Y,N,NX,XMIN,XMAX,NY,YMIN,YMAX,NP,
2 :      *          MO,JDCXY,MINXO,MAXXO,MINYO,MAXYO)
3 :      INTEGER GINIT(14)
4 :      DIMENSION X(1),Y(1),NAME(4,11),XX(6),XXD(6)
5 :      DIMENSION YY(11),YYD(11),ICHRD(9),RNAME(2,11)
6 :      COMMON MINX,MAXX,MINY,MAXY,XFST,YFST,XINCR,YINCR
7 :      EQUIVALENCE (RNAME(1),NAME(1))

```

```

8 : DATA IPLOT/1/, IPLT1/1/
9 : DATA GINIT/27,'[','2','}',27,'[','=',5','h','G','I','N','I','T'/
10 : DATA ICHRD/27,'[','1','}',27,'[','=',4','h'/
11 : C.... THIS SUBROUTINE IS USED TO PLOT Y(I)-X(I) RELATIONSHIP
12 : C IN ANY LOCATION AND SIZE AS DESIRED ON A SHEET.
13 : C THIS IS A MULTI-FUNCTIONAL SUBROUTINE.
14 : C ..... DATE APRIL 13, 1982 .....
15 : C ..... BY PROF. H. ISHIKAWA, KAGAWA UNIVERSITY ....
16 : C.... REQUIRED SUBROUTINES: ISSW,RDCUR,RDDSP,PBYTE
17 : C.... DESCRIPTION OF PARAMETERS ;
18 : C X -- COORDINATE ARRAY.
19 : C Y -- ABSCISSA ARRAY.
20 : C N -- NUMBER OF POINTS TO BE PLOTTED.
21 : C YMAX -- MAXIMUM VALUE ON Y-AXIS.
22 : C YMIN -- MINIMUM VALUE ON Y-AXIS.
23 : C YMIN AND YMAX ARE EITHER SUPPLIED BY USER
24 : C OR SEARCHED BY THE PROGRAM (SEE ALSO NY).
25 : C NY -- CONTROL CODE ON YMAX AND YMIN.
26 : C IF NY = 1 -- USER SUPPLY FOR YMAX,YMIN.
27 : C NY = 0 -- DEFAULT OPTION.
28 : C PROGRAM SEARCHES YMAX AND YMIN.
29 : IDUMMY=0
30 : C XMAX -- MAXIMUM ORDINATE VALUE ON X-AXIS.
31 : C XMIN -- MINIMUM ORDINATE VALUE ON X-AXIS.
32 : C X-AXIS IS BOUNDED FROM XMIN TO XMAX.
33 : C NX -- CONTROL CODE ON XMIN AND XMAX.
34 : C IF NX = 0 -- PROGRAM SEARCHES AUTOMATICALLY
35 : C XMIN AND XMAX.
36 : C NX = 1 -- USER SUPPLY FOR XMIN AND XMAX.
37 : C NX =-1 -- ACCORDING TO THE USER SUPPLIED
38 : C XMIN AND XMAX, PROGRAM AUTOMATICALLY
39 : C COMPUTES ORDINATE ARRAY X(I) WITH
40 : C DX=(XMAX-XMIN)/N.
41 : IDUMMY=0
42 : C NP -- CONTROL CODE ON NO. OF FRAMES OR FIGURES.
43 : C THIS CONSISTS OF 5 DIGITS (IJKLM) AS FOLLOWS.
44 : C I (=NDIM) -- NO. OF COLUMNS (UP TO 2).
45 : C JK (=NP1) -- NO. OF FRAMES OR GRAPHS IN LEFT COLUMN.
46 : C LM (=NP2) -- NO. OF FRAMES OR GRAPHS IN RIGHT COLUMN.
47 : C NP TTL=NP1+NP2 -- TOTAL NO. OF GRAPHS TO BE DRAWN.
48 : C DEFAULT OPTION -- IF ONE COLUMN, NP CAN BE ONLY
49 : C TWO DIGITS (LM). IN THIS CASE,
50 : C NP TTL=(LM).
51 : C MO -- CONTROL CODE ON THE WAY OF PLOTTING NP GRAPHS.
52 : C IF MO = 0 -- NP TTL PLOTS ON ONE FRAME.
53 : C MO = 1 -- NP TTL PLOTS ON NP TTL FRAMES,
54 : C WITH NP TTL LABELS.
55 : C MO =-1 -- NP TTL PLOTS ON NP TTL FRAMES,
56 : C WITH ONLY ONE LABEL.
57 : IDUMMY=0
58 : C JDCXY -- LABEL DIGITS CONTROL CODE ON X- AND Y-AXIS.
59 : C THIS CONSISTS OF 3 DIGITS (IJK) AS FOLLOWS.
60 : C I -- LABEL CONTROL CODE.
61 : C IF I = 0 -- LABEL IS PRINTED OUT.
62 : C IF OTHERWISE -- NO LABEL IS PRINTED OUT.
63 : C J -- NO. OF DECIMAL POINTS ON X-AXIS.
64 : C FORMAT NOTATION -- F7.J (J=0,1,...,5)
65 : C K -- NO. OF DECIMAL POINTS ON Y-AXIS.
66 : C MINXO,MAXXO,MINYO,MAXYO
67 : C -- PARAMETER TO DEFINE THE LOCATION OF THE FIGURE.
68 : C POSSIBLE LOCATION OF X-AXIS --- 0 TO 511.

```

四国の製造業におけるエネルギー消費の実態

—83—

```

69 : C           POSSIBLE LOCATION OF Y-AXIS --- 0 TO 255.
70 : C           DEFAULT VALUES; MINXO = 40 --- MAXXO=500
71 : C           MINYO = 20 --- MAXYO=250
72 : C           LU  -- SORD GRAPHIC TERMINAL LOGICAL UNIT NUMBER.
73 : C           IPLOT -- FRAME NUMBER ON THE PICTURE OR
74 : C           GRAPH LINE NUMBER ON THE PICTURE FRAME.
75 : C.... TO SET UP APPROPRIATE VALUES FOR CONTROL.
76 : LU=3
77 : IF(N.GE.2) GO TO 1
78 : IERR=1
79 : IF(IPLOT.GT.1) GO TO 265
80 : CALL OPEN(6,'0:CRT ',0)
81 : WRITE(6,112)GINIT
82 : GO TO 266
83 : 265 WRITE(6,156)(GINIT(J),J=1,9)
84 : 156 FORMAT(1X,9A1)
85 : 266 WRITE(6,111) ICHRD
86 : 111 FORMAT(1X,9A1)
87 : WRITE(LU,2) IPLOT
88 : 2 FORMAT(1X,'CHECK INPUT PARAMETERS! WRONG!'/
89 : *5X,'----- PLOT NO.= ',I2/)
90 : GO TO 110
91 : 1 NDIM=NP/10000
92 : NP1=NP/100-NDIM*100
93 : NP2=NP-100*NP1-10000*NDIM
94 : NPTTL=NP1+NP2
95 : IF(NDIM.EQ.2) GO TO 5
96 : NDIM=1
97 : IF((NP1.EQ.0).AND.(NP2.NE.0)) NP1=NP2
98 : NPTTL=NP1
99 : 5 IF(NPTTL.LE.0) NPTTL=1
100 : JDC=JDCXY/100
101 : JDCX=JDCXY/10-10*JDC
102 : JDCY=JDCXY-10*JDCX-100*JDC
103 : C
104 : C TEST IF IT IS THE 1-ST GRAPH ON THE SAME PICTURE.
105 : C IF NOT, GO TO PLOT DATA IMMEDIATELY.
106 : IF(IPLOT.GT.1) GO TO 190
107 : CALL OPEN(6,'0:CRT ',0)
108 : WRITE(6,112)GINIT
109 : 112 FORMAT(1X,14A1)
110 : GO TO 191
111 : 190 WRITE(6,156)(GINIT(J),J=1,9)
112 : 191 IF(IERR.EQ.1) GO TO 14
113 : IF(IPLT1.EQ.1) GO TO 14
114 : IF(MO.NE.0) GO TO 14
115 : GO TO 85
116 : 14 IERR=0
117 : IF(NY.NE.0) GO TO 20
118 : C 14 IF(NY.NE.0) GO TO 20
119 : YMIN=1.0E+20
120 : YMAX=-YMIN
121 : DO 15 I=1,N
122 : IF(Y(I).GT.YMAX) YMAX=Y(I)
123 : IF(Y(I).LT.YMIN) YMIN=Y(I)
124 : 15 CONTINUE
125 : IF(YMAX.LE.0.0 .OR. YMIN.GE.0.0) GO TO 20
126 : IF(YMAX.GT.ABS(YMIN)) YMIN=-YMAX
127 : YMAX=ABS(YMIN)
128 : 20 IF(NX .NE. 0) GO TO 25
129 : XMIN=1.0E+20

```

```

130 :      XMAX=-XMIN
131 :      DO 16 I=1,N
132 :      IF(X(I).GT.XMAX)XMAX=X(I)
133 :      IF(X(I).LT.XMIN)XMIN=X(I)
134 :      16 CONTINUE
135 :      25 DX=(XMAX-XMIN)/10.0
136 :      IF(NX.GT.0) GO TO 23
137 :      DEX=(XMAX-XMIN)/FLOAT(N-1)
138 :      IF(NX.EQ.-1) GO TO 23
139 :      DO 24 I=1,N
140 :      X(I)=XMIN+DEX*FLOAT(I-1)
141 :      24 CONTINUE
142 :      23 DY=(YMAX-YMIN)/10.0
143 :      IF((MINX0.GT.0).AND.(MAXX0.GT.MINX0)) GO TO 21
144 :      MINX0=5
145 :      MAXX0=635
146 :      21 IF((MINY0.GT.0).AND.(MAXY0.GT.MINY0)) GO TO 27
147 :      MINY0=5
148 :      MAXY0=395
149 :      27 MLNGX=(MAXX0-MINX0)/NDIM
150 :      MLNGY=MAXY0-MINY0
151 :      NLR=1
152 :      NDIV=NP1
153 :      IF(NDIM.EQ.1) GO TO 28
154 :      IF(IPL0T.LE.NP1) GO TO 28
155 :      NLR=2
156 :      IF(NP2.LE.0) NP2=1
157 :      NDIV=NP2
158 :      28 MCHRX=8
159 :      MCHRY=16
160 :      MSEG=6
161 :      MFRMTX=7
162 :      MFRMTY=7
163 :      MFR2=4
164 :      IF(NDIM.EQ.1) GO TO 29
165 :      MFRMTX=5
166 :      MFR2=2
167 :      29 MSPCXF=(MFRMTY+2)*MCHRX
168 :      MSPCXL=(MFRMTX-MFR2)*MCHRX
169 :      MSPCYF=2*MCHRY
170 :      IF(MO.GE.0) GO TO 10
171 :      MSPCYF=2*MCHRY
172 :      IF(NDIV.LE.3) GO TO 10
173 :      MSPCYF=MCHRY+MCHRY/2
174 :      10 MSPCYL=0
175 :      IF(JDC.LE.0) GO TO 11
176 :      MSPCXF=4*MCHRX
177 :      MSPCXL=0
178 :      11 MDELTY=MLNGY/NDIV
179 :      MINX=MINX0+(NLR-1)*MLNGX
180 :      MAXX=MINX+MLNGX
181 :      MAXY=MAXY0-(IPLT1-1)*MDELTY
182 :      MINY=MAXY-MDELTY
183 :      IF(MO.NE.0) GO TO 33
184 :      MDELTY=MLNGY
185 :      MAXY=MAXY0
186 :      MINY=MINY0
187 :      33 XINCR=(XMAX-XMIN)/FLOAT(MLNGX-MSPCXF-MSPCXL)
188 :      XFAST=XMIN-XINCR*FLOAT(MSPCXF)
189 :      C      XFAST0=XFAST
190 :      XLST=XMAX+XINCR*FLOAT(MSPCXL)

```

四国の製造業におけるエネルギー消費の実態

-85-

```

191 :      YINCR=(YMAX-YMIN)/FLOAT(NDELTY-MSPCYF-MSPCYL)
192 :      IF((XINCR.GT.0.0).AND.(YINCR.GT.0.0)) GO TO 3
193 :      IERR=1
194 :      WRITE(6,111)ICHRD
195 :      WRITE(LU,2) IPLOT
196 :      GO TO 110
197 :      3 YFST=YMIN-YINCR*FLOAT(MSPCYF)
198 :      YFST0=YFST
199 :      YLST=YMAX+YINCR*FLOAT(MSPCYL)
200 :      YSEG=YINCR*MSEG
201 :      XSEG=XINCR*MSEG
202 :      CALL GRAPH4(XMIN,YMIN,0)
203 :      CALL GRAPH4(XMAX,YMIN,1)
204 :      CALL GRAPH4(XMAX,YMAX,1)
205 :      CALL GRAPH4(XMIN,YMAX,1)
206 :      CALL GRAPH4(XMIN,YMIN,1)
207 :      IF((YMIN.GE.0.0).OR.(YMAX.LE.0.0)) GO TO 59
208 :      CALL GRAPH4(XMIN,0.0,0)
209 :      CALL GRAPH4(XMAX,0.0,1)
210 :      59 IF(ISSW(1).GE.0) GO TO 60
211 :      CALL GRAPH4(0.0,YMIN,0)
212 :      CALL GRAPH4(0.0,YMAX,1)
213 :      C      DRAW TIC MARKS ON X-AXIS
214 :      60 DO 30 I=1,9
215 :          XPOS=XMIN+DX*FLOAT(I)
216 :          YPOS=YMIN+YSEG
217 :          CALL GRAPH4(XPOS,YMIN,0)
218 :          CALL GRAPH4(XPOS,YPOS,1)
219 :      30 CONTINUE
220 :      C      DRAW TIC MARKS ON Y-AXIS
221 :      DO 40 I=1,9
222 :          YPOS=YMIN+DY*FLOAT(I)
223 :          XPOS=XMIN+XSEG
224 :          CALL GRAPH4(XMIN,YPOS,0)
225 :          CALL GRAPH4(XPOS,YPOS,1)
226 :      40 CONTINUE
227 :      C      LABEL X AXES
228 :      IF(JDC,NE.0) GO TO 170
229 :      KK=-1
230 :      SDY=1.2*YINCR*FLOAT(MCHRY)
231 :      YSDMIN=YMIN-SDY
232 :      XPNP=XINCR*MCHR*(FLOAT(MFRMTX)/2.0-FLOAT(JDCX))
233 :      XPNM=XPNP-XINCR*FLOAT(MCHR)
234 :      YPN=YINCR*FLOAT(MCHRY)/2.0
235 :      170 IF(M0.GE.0) GO TO 150
236 :      IF(NDIV.EQ.1) GO TO 150
237 :      IF (IPLI1 .LT. NDIV) GO TO 82
238 :      150 NLBL=6
239 :      DO 70 I=1,NLBL
240 :          XX(I)=XMIN+FLOAT(I-1)*2.0*DX
241 :          XPN=XPNP
242 :          IF(XX(I).LT.0.0) XPN=XPNM
243 :          XXD(I)=XX(I)-XPN
244 :      70 CONTINUE
245 :      IF(JDC,NE.0) GO TO 172
246 :      CALL JWRTE(KK,NDIM,JDCX,XX,NLBL,RNAME)
247 :      172 DO 71 I=1,NLBL
248 :          IF(ISSW(2).GE.0) GO TO 400
249 :          CALL GRAPH4(XX(I),YMIN,0)
250 :          CALL GRAPH4(XX(I),YMAX,1)
251 :      400 IF(JDC,NE.0) GO TO 71

```

```

252 :      CALL GRAPH9(XXD(I),YSDMIN,0,MFRMTX,NAME(1,I))
253 :      71 CONTINUE
254 :      82 KK=1
255 :      IF(MO.EQ.0) GO TO 131
256 :      IF(NDIV.EQ.1) GO TO 131
257 :      IF (ABS(YMIN) .EQ. ABS(YMAX)) GO TO 132
258 :      C   WRITE 5 LABELS IF YMAX AND YMIN ARE NOT EQUAL.
259 :      C   IF NDIV > 4 --- WRITE 3 LABELS FOR EASY DISPLAY.
260 :      IF(NDIV .GT. 4) GO TO 132
261 :      DO 140 I=1,NLBL
262 :      YY(I)=YMIN+FLOAT(I-1)*2.0*DY
263 :      YYD(I)=YY(I)-YPN
264 :      140 CONTINUE
265 :      IF(JDC.NE.0) GO TO 174
266 :      CALL JWRTE(KK,NDIM,JDCY,YY,NLBL,RNAME)
267 :      174 DO 141 I=1,NLBL
268 :      IF(ISSW(3).GE.0) GO TO 410
269 :      CALL GRAPH4(XMIN,YY(I),0)
270 :      CALL GRAPH4(XMAX,YY(I),1)
271 :      410 IF(JDC.NE.0) GO TO 141
272 :      XFST0=XFST+FLOAT(2*MCHRX)*XINCR
273 :      IF(YY(I).LT.0.0) XFST0=XFST+FLOAT(MCHRX)*XINCR
274 :      CALL GRAPH9(XFST0,YYD(I),0,MFRMTY,NAME(1,I))
275 :      141 CONTINUE
276 :      GO TO 85
277 :      C   WRITE 3 LABELS IF YMAX=-YMIN
278 :      C   HOWEVER, WHEN ONLY ONE FRAME, WRITE 11 LABELS.
279 :      132 NLBL=3
280 :      IF(JDC.NE.0) GO TO 85
281 :      DO 80 I=1,NLBL
282 :      YY(I)=YMIN+DY*FLOAT(5*(I-1))
283 :      YYD(I)=YY(I)-YPN
284 :      80 CONTINUE
285 :      CALL JWRTE(KK,NDIM,JDCY,YY,NLBL,RNAME)
286 :      DO 79 I=1,NLBL
287 :      XFST0=XFST+FLOAT(MCHRX*2)*XINCR
288 :      IF(YY(I).LT.0.0) XFST0=XFST+FLOAT(MCHRX)*XINCR
289 :      CALL GRAPH9(XFST0,YYD(I),0,MFRMTY,NAME(1,I))
290 :      79 CONTINUE
291 :      GO TO 85
292 :      C   WRITE 11 LABELS.
293 :      131 NLBL=11
294 :      DO 81 I=1,NLBL
295 :      YY(I)=YMIN+(I-1)*DY
296 :      YYD(I)=YY(I)-YPN
297 :      81 CONTINUE
298 :      IF(JDC.NE.0) GO TO 176
299 :      CALL JWRTE(KK,NDIM,JDCY,YY,NLBL,RNAME)
300 :      176 DO 83 I=1,NLBL
301 :      IF(ISSW(3).GE.0) GO TO 420
302 :      CALL GRAPH4(XMIN,YY(I),0)
303 :      CALL GRAPH4(XMAX,YY(I),1)
304 :      420 IF(JDC.NE.0) GO TO 83
305 :      XFST0=XFST+FLOAT(MCHRX*2)*XINCR
306 :      IF(YY(I).LT.0.0) XFST0=XFST+FLOAT(MCHRX)*XINCR
307 :      CALL GRAPH9(XFST0,YYD(I),0,MFRMTY,NAME(1,I))
308 :      83 CONTINUE
309 :      C   DRAW VECTORS BETWEEN TIME POINTS
310 :      85 IF(NX .NE.-1) GO TO 100
311 :      CALL GRAPH4(XMIN,Y(1),0)
312 :      XM=XMIN-DEX

```

```

313 :      DO 50 I=1,N
314 :          XMIDX=XM+DEX*FLOAT(I)
315 :          CALL GRAPH4 (XMIDX,Y(I),1)
316 :      50 CONTINUE
317 :      GO TO 110
318 :      100 CALL GRAPH4(X(1),Y(1),0)
319 :          DO 120 I=2,N
320 :              SOUTX=(X(I)-XMIN)*(XMAX-X(I))
321 :              SOUTY=(Y(I)-YMIN)*(YMAX-Y(I))
322 :              IF((SOUTX.LT.0.0).OR.(SOUTY.LT.0.0)) GO TO 333
323 :              SOUTX1=(X(I-1)-XMIN)*(XMAX-X(I-1))
324 :              SOUTY1=(Y(I-1)-YMIN)*(YMAX-Y(I-1))
325 :              IF((SOUTX1.LT.0.0).OR.(SOUTY1.LT.0.0)) GO TO 333
326 :          C      IF((X(I).LT.XMIN).OR.(X(I).GT.XMAX)) GO TO 121
327 :          C      IF((Y(I).LT.YMIN).OR.(Y(I).GT.YMAX)) GO TO 121
328 :          CALL GRAPH4(X(I),Y(I),1)
329 :          GO TO 120
330 :      C 121 DIVX=(X(I)-X(I-1))/10.0
331 :      C      DIVY=(Y(I)-Y(I-1))/10.0
332 :      C      DO 122 J=1,10
333 :      C          DXJ=X(I-1)+DIVX*FLOAT(J)
334 :      C          DYJ=Y(I-1)+DIVY*FLOAT(J)
335 :      C      IF((DXJ.LT.XMIN).OR.(DXJ.GT.XMAX)) GO TO 123
336 :      C      IF((DYJ.LT.YMIN).OR.(DYJ.GT.YMAX)) GO TO 123
337 :      C      CALL GRAPH4 (DXJ,DYJ,1)
338 :      C      GO TO 122
339 :      C 123 CALL GRAPH4(DXJ,DYJ,0)
340 :      C 122 CONTINUE
341 :      333 CALL GRAPH4(X(I),Y(I),0)
342 :      120 CONTINUE
343 :      110 IF(IPLT.LT.NPTTL) GO TO 124
344 :      IPLT=1
345 :      IPLT=1
346 :      C      READ(3,555)NCHAR
347 :      C 555 FORMAT(A1)
348 :      WRITE(6,111)ICHRD
349 :      ENDFILE 6
350 :      RETURN
351 :      124 IPLT=IPLT+1
352 :      WRITE(6,111)ICHRD
353 :      IF(IPLT.LT.NDIV) GO TO 125
354 :      IPLT=0
355 :      125 IPLT=IPLT+1
356 :      RETURN
357 :      END
358 :      SUBROUTINE JWRT(KK,NDIM,JDCXY,XY,NLBL,RNAME)
359 :      DIMENSION RNAME(2,11),XY(1),CONV(2)
360 :      CONV(1)=' '
361 :      CONV(2)=' '
362 :      C      DATA CONV/' ',' ' /
363 :      C.... TO SELECT NUMBER OF DIGITS BELOW DECIMAL POINT.
364 :      IF(KK.GE.0) GO TO 7
365 :      IF(NDIM.EQ.2) GO TO 6
366 :      7 MFT=7
367 :      DO 25 I=1,NLBL
368 :          ADATA=XY(I)
369 :          IF(JDCXY.GT.0) GO TO 5
370 :          IDATA=IFIX(ADATA)
371 :          ENCODE(CONV,100) IDATA
372 :          GO TO 10
373 :      5 IF(JDCXY.EQ.1) ENCODE(CONV,101)ADATA

```

```

374 :         IF(JDCXY,EQ.2) ENCODE(CONV,102)ADATA
375 :         IF(JDCXY,EQ.3) ENCODE(CONV,103)ADATA
376 :         IF(JDCXY,EQ.4) ENCODE(CONV,104)ADATA
377 :         IF(JDCXY,GE.5) ENCODE(CONV,105)ADATA
378 :         10 RNAME(1,I)=CONV(1)
379 :         RNAME(2,I)=CONV(2)
380 :         25 CONTINUE
381 :         100 FORMAT(I7)
382 :         101 FORMAT(F7.1)
383 :         102 FORMAT(F7.2)
384 :         103 FORMAT(F7.3)
385 :         104 FORMAT(F7.4)
386 :         105 FORMAT(F7.5)
387 :         RETURN
388 :         6 MFT=5
389 :         DO 26 I=1,NLBL
390 :         ADATA=XY(I)
391 :         IF(JDCXY,GT.0) GO TO 30
392 :         IDATA=IFIX(ADATA)
393 :         ENCODE(CONV,120) IDATA
394 :         GO TO 35
395 :         30 IF(JDCXY,EQ.1)ENCODE(CONV,121)ADATA
396 :         IF(JDCXY,GE.2)ENCODE(CONV,122)ADATA
397 :         35 RNAME(1,I)=CONV(1)
398 :         RNAME(2,I)=CONV(2)
399 :         26 CONTINUE
400 :         120 FORMAT(I5)
401 :         121 FORMAT(F5.1)
402 :         122 FORMAT(F5.2)
403 :         RETURN
404 :         END
405 :         SUBROUTINE GRAPH4(X,Y,IC)
406 :         INTEGER DRAW(3),MOVE(3)
407 :         COMMON MINX,MAXX,MINY,MAXY,XFST,YFST,XINCR,YINCR
408 :         DATA DRAW/'DR','AW','/'
409 :         DATA MOVE/'MO','VE','/'
410 :         IX=MINX+IFIX((X-XFST)/XINCR)
411 :         IY=MINY+IFIX((Y-YFST)/YINCR)
412 :         IF(IC,EQ.1)WRITE(6,100)DRAW,IX,IY
413 :         IF(IC,NE.1)WRITE(6,100)MOVE,IX,IY
414 :         100 FORMAT(1X,3A2,2I4)
415 :         RETURN
416 :         END
417 :         SUBROUTINE GRAPH9(X,Y,IR,ISL,NAME)
418 :         INTEGER MOVE(3),TEXT(3),DIR(3)
419 :         DIMENSION NAME(1)
420 :         COMMON MINX,MAXX,MINY,MAXY,XFST,YFST,XINCR,YINCR
421 :         DATA MOVE/'MO','VE','/'
422 :         DATA TEXT/'TE','XT','/'
423 :         DATA DIR/'DI','R','/'
424 :         ICR=13
425 :         ISL2=ISL/2
426 :         IRES=ISL-ISL2*2
427 :         IF(IRES,NE.0) ISL2=ISL2+1
428 :         IX=MINX+IFIX((X-XFST)/XINCR)
429 :         IY=MINY+IFIX((Y-YFST)/YINCR)
430 :         C IXM=IX+ISL2*16
431 :         C IF(IXM,GE,MAXX) IX=MAXX-ISL2*16
432 :         IF(IR,NE.0)WRITE(6,120)DIR,IR
433 :         WRITE(6,100)MOVE,IX,IY
434 :         WRITE(6,110)TEXT,(NAME(J),J=1,ISL2),ICR

```



```
435 :      100 FORMAT(1X,3A2,2I4)
436 :      110 FORMAT(1X,3A2,4A2,A1)
437 :      120 FORMAT(1X,3A2,I4)
438 :      RETURN
439 :      END
```