

〈研究ノート〉

従量電灯におけるブロック料金算定 モデルとシミュレーション

森 清 堯

- はじめに
- 従量電灯における使用量分布
- ブロック料金算定モデルとシミュレーション
- 3.1 ブロック料金制と使用量分布
- 3.2 ブロック料金算定法
- 3.3 ブロック料金算定モデルによるシミュレーション

1. はじめに

今回の電気料金の改訂においては、使用電力量を生活必需的な使用量と想定された 120kWh までの第 1 ブロックと 121 kWh から 200 kWh までの第 2 ブロックおよび 201 kWh 以上の第 3 ブロックにわたるブロック料金制が導入された。そして、第 1 ブロックに対しては、平均単価を割る単価を、そして、第 2 ブロックはほぼ平均単価の水準に、さらに第 3 ブロックは平均単価以上の高い料金とするというものである。

具体的には、各ブロックの単価は第 1 ブロック、第 2 ブロック、第 3 ブロックの単価の格差率が 0.8 : 1.0 : 1.1 となるように決められた。

電気事業が、電気の安定供給を果すためには、必要な原価を料金収入からまかなわなければならない。そして将来にわたっても原価が回収されるような体系でなくてはならない。しかし、料金体系を決める使用量分布は不変ではなく、平均使用量や分布の最頻値の位置などが年々変化する。こうして、与えられた料金体系の

もとでの料金収入は使用量分布の変化に応じて変動し、原価の回収がおぼつかなくなる可能性もでてくる。したがって、料金単価をいかに決定するかは電気事業にとって最も重要な問題である。

この研究ノートでは、ブロック料金制についての経済理論的な議論は別として、使用電力量分布を近似する理論分布に対し、今回の改訂において採用された単価の策定方法をモデル化し、これを用いて各種のシミュレーションを行なう。このメモに示す、従量電灯における料金単価算定モデルは、単に各ブロックの単価の計算法に過ぎないが、分布の形の単価に与える影響とか、ブロックの区間の設定などの問題についてのいくつかの情報を与えてくれるものである。さらに、このモデルはブロックの数を任意に設定したり、価格関数を適当に与えたりすることができる形にも容易に拡張できる。

2. 従量電灯における使用量分布

毎月の需要家の電気の使用量分布は、需要家

の電気の消費動向をさぐるための有効な情報を提供してくれる。例えば、分布の形が安定しているなら平均使用量および口数の想定によって収入予想がたえられるであろう。また分布の形が変化するなら、その形の変化の方向と大きさをさぐることは、とりもなおさず電灯需要の行方を示すことである。この分布の形の変化は、季節的なものと、今回の値上げのような価格体系の大きな変更による変化などが考えられよう。電灯は需要家数が非常に大きいために分布の形は比較的安定しているものと考えられ、季節的にはそれぞれ負荷曲線のようにかなり一定したパターンをもつものと予想される。このことは、現在われわれの手許に詳しい実績データがないため確かめようがないが、今後機会があれば調べてみたいと思う。季節的に変化する分布の形とは別に価格体系の変化は特に今後予想される料金改訂などの時のために貴重な情報となるものであり、この点についても今後の課題としたい。図2-1および図2-2の棒グラフはそれぞれ、A社の1973年4月および1972年10月の従量電灯全体の20kWhごとの使用量

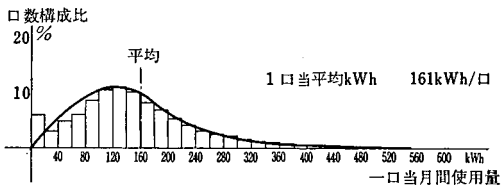


図 2-1 従量電灯使用量分布 (1973年4月 A社)

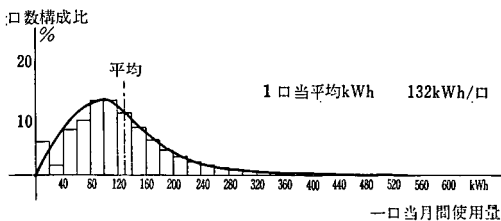


図 2-2 従量電灯使用量分布 (1972年10月 A社)

従量電灯におけるブロック料金算定モデルとシミュレーション

分布であり、図2-3~図2-8はB社のI支店における1974年6月の契約別の使用量分布である。ただし図2-3~図2-8は50kWhごとの構成比であるため分布の形をどの程度正確に

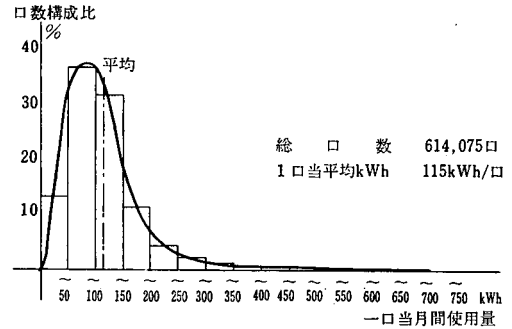


図 2-3 従量電灯使用量分布 (1974年6月 B社 5A~30A)

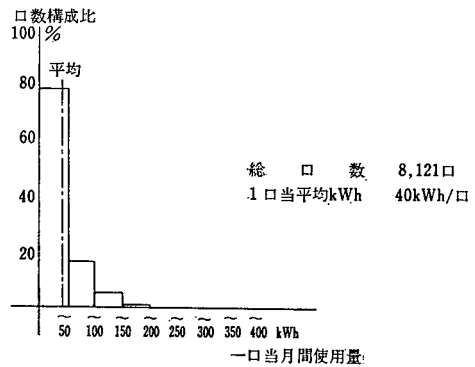


図 2-4 契約別使用量分布 (5A) (1974年6月)

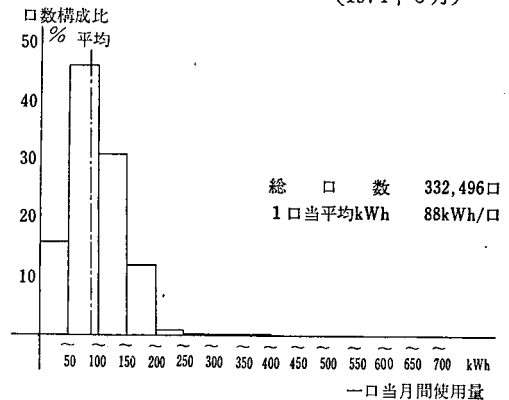


図 2-5 契約別使用量分布 (10A) (1974年6月)

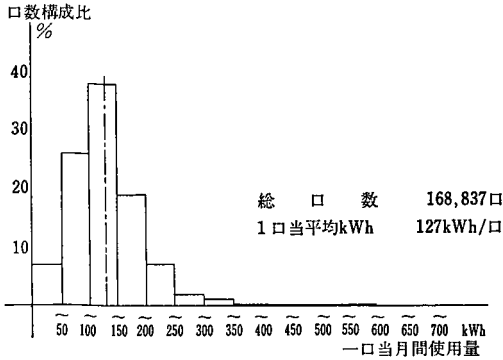


図 2-6 契約別使用量分布 (15 A)
(1974年 6月)

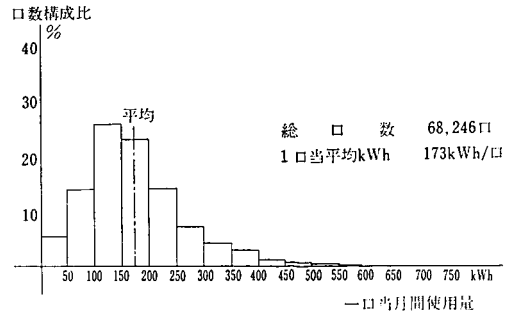


図 2-7 契約別使用量分布 (20 A)
(1974年 6月)

表 2-1 電灯需要実績, 口数, 1月当り平均使用量

会社別		年度 (昭和)					
		43	44	45	46	47	48
北海道	年間使用電力量 100万 kWh	1589	1837	2092	2391	2706	3003
	契約口数 千口	1287	1375	1462	1555	1664	1761
	1月当平均使用量 kWh/口	102.9	111.3	119.2	128.1	135.5	142.1
東北	年間使用電力量 100万 kWh	3406	3623	4482	5063	5677	6222
	契約口数 千口	2956	3062	3163	3270	3391	3514
	1月当平均使用量 kWh/口	96.0	106.8	118.1	129.0	139.5	149.9
東京	年間使用電力量 100万 kWh	13264	15116	17180	19461	21556	23890
	契約口数 千口	9079	9714	10410	11075	11740	12344
	1月当平均使用量 kWh/口	112.1	129.7	137.6	146.4	152.9	161.3
中部	年間使用電力量 100万 kWh	4718	5426	6229	6993	7847	8618
	契約口数 千口	3629	3823	4029	4280	4428	4617
	1月当平均使用量 kWh/口	108.3	118.3	128.8	134.5	147.8	155.6
北陸	年間使用電力量 100万 kWh	1073	1234	1402	1578	1762	1940
	契約口数 千口	744	767	792	818	850	870
	1月当平均使用量 kWh/口	120.2	134.1	147.5	160.1	172.7	184.8
関西	年間使用電力量 100万 kWh	1798	8925	10196	11277	12605	13949
	契約口数 千口	5121	5397	5683	5960	6258	6540
	1月当平均使用量 kWh/口	126.0	137.6	149.5	157.7	167.8	177.7
中国	年間使用電力量 100万 kWh	2622	3031	3466	3886	4383	4885
	契約口数 千口	2050	2138	2225	2317	2417	2518
	1月当平均使用量 kWh/口	106.6	118.1	129.8	139.7	151.1	161.7
四国	年間使用電力量 100万 kWh	1318	1525	1758	1979	2221	2465
	契約口数 千口	1172	1214	1254	1300	1348	1396
	1月当平均使用量 kWh/口	93.7	104.7	116.8	126.8	137.3	147.1
九州	年間使用電力量 100万 kWh	3805	4332	4890	5433	6069	6768
	契約口数 千口	3268	3382	3491	3614	3793	3948
	1月当平均使用量 kWh/口	97.0	106.7	116.7	125.2	133.3	142.8
全国	年間使用電力量 100万 kWh	39595	45350	51706	58056	64829	71853
	契約口数 千口	29300	30872	32510	34140	35892	37518
	1月当平均使用量 kWh/口	112.6	122.4	132.5	141.7	150.5	159.6

(但し, 1月平均使用量=年間電灯使用量/(12×契約口数)) 電気事業便覧 昭和44年~49年版から

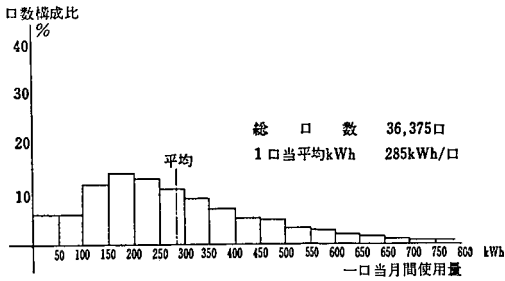


図 2-8 契約別使用量分布 (30 A) (1974年 6月)

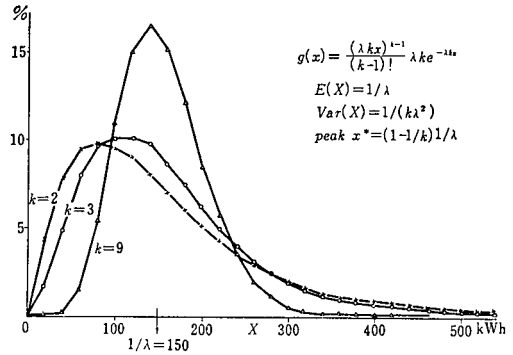


図 2-9 アーラン分布による近似分布

表わしているか少々疑問があるかも知れないが、大体の形は表わしているものと考えられる。

さらに、各社および全国大の電灯需要実績、口数、平均使用量に関するデータを表 2-1 に示しておく。

これらの図をみて言えることは、5 A 契約の場合を除き、分布の特徴としては単峰であり右に長く尾を引いた形であり、平均値の位置は分布の山（最頻値）に対し右にあることがわかる。

これまでの各図に示すような形をもつ理論分布として、ここでは次のアーラン分布を用いた。

$$g(x) = \frac{(\lambda k)^k x^{k-1}}{(k-1)!} e^{-\lambda k x} \quad (x > 0)$$

$$= 0 \quad (x \leq 0)$$

この分布の平均値は $1/\lambda$ であり、分散は $1/(k\lambda^2)$ となる。さらに $k=1$ に対しては、この分布は指数分布になり、 $k \rightarrow \infty$ とすれば分散 0 すなわち単位分布となる性質を持つ。さらに、任意の k に対し最頻値（分布の山）の位置は

$$x = \left(1 - \frac{1}{k}\right) \frac{1}{\lambda}$$

にあることが知られている。

こうして、使用量分布の詳しい実績データがあれば、その分散あるいは最頻値の位置などからこの分布のパラメータ k の値が推定されるはずである。

いま、図 2-9 に、平均を 150 (kWh) とし、

$k=2, 3, 9$ の場合のアーラン分布に対して作った 20 (kWh) ごとのヒストグラム（折線）を示す。

図 2-1~図 2-8 までの各種の分布に対して、その形を決めるパラメータ k の値は、ほぼ 2~6 の間で与えられそうである。

3. ブロック料金算定モデルとシミュレーション

3.1 ブロック料金制と使用量分布

従量電灯におけるブロック料金制の体系が次の表 3-1 のように与えられたものとする。

表 3-1

	使用量範囲 x (kWh)	単価 $\left(\frac{\text{円}}{\text{kWh}}\right)$	料金 (従量)
I 第 1 ブロック	$x \leq \alpha$	C_1	$C_1 x$
II 第 2 ブロック	$\alpha < x \leq \beta$	C_2	$\alpha C_1 + (x - \alpha) C_2$
III 第 3 ブロック	$\beta < x$	C_3	$\alpha C_1 + (\beta - \alpha) C_2 + (x - \beta) C_3$

C: 平均単価 M: 平均使用量 (kWh/月)

また、使用量分布 $g(x)$ とブロック料金制を図示したものを図 3-1, 3-2 に示す。

以上のように各条件が与えられたとき総使用電力量のうちで、各ブロック単価のかかる電力量 (kWh) はそれぞれ次のように求めること

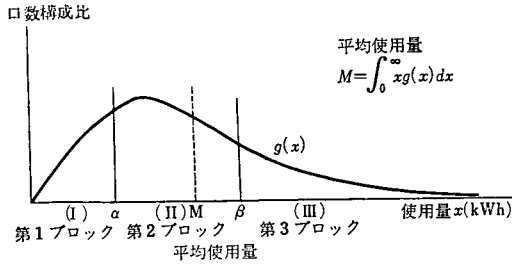


図 3-1 使用量分布 $g(x)$

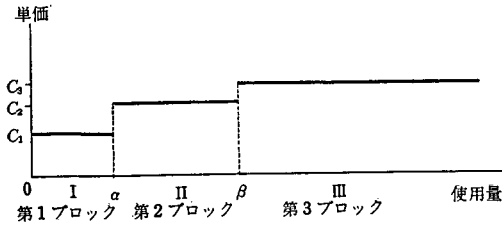


図 3-2 ブロック料金単価

ができる。ここで N は需要家総口数とする。

第1ブロック単価電力量 D_1

$$\begin{aligned}
 D_1 &= N \cdot \left[\int_0^\alpha xg(x)dx + \alpha \int_\alpha^\beta g(x)dx \right. \\
 &\quad \left. + \alpha \int_\beta^\infty g(x)dx \right] \\
 &= N \cdot \left[\int_0^\alpha xg(x)dx + \alpha \int_\alpha^\infty g(x)dx \right] \\
 &\equiv N \cdot M_1 \qquad (3-1)
 \end{aligned}$$

第2ブロック単価電力量 D_2

$$\begin{aligned}
 D_2 &= N \left[\int_\alpha^\beta (x-\alpha)g(x)dx \right. \\
 &\quad \left. + \int_\beta^\infty (\beta-\alpha)g(x)dx \right] \\
 &= N \left[\int_\alpha^\beta xg(x)dx + (\beta-\alpha) \int_\beta^\infty g(x)dx \right. \\
 &\quad \left. - \alpha \int_\alpha^\beta g(x)dx \right] \equiv NM_2 \qquad (3-2)
 \end{aligned}$$

第3ブロック単価電力量 D_3

$$\begin{aligned}
 D_3 &= N \left[\int_\beta^\infty (x-\beta)g(x)dx \right] \\
 &= N \left[\int_\beta^\infty xg(x)dx - \beta \int_\beta^\infty g(x)dx \right] \\
 &\equiv N \cdot M_3 \qquad (3-3)
 \end{aligned}$$

これら電力量と総口数 N 、平均使用量 M との関係は、

$$D_1 + D_2 + D_3 = N \cdot M \qquad (3-4)$$

となる。これを1口当りの平均使用量 M の各ブロックごとの使用量構成 M_1, M_2, M_3 でみると、

$$M_1 + M_2 + M_3 = M \qquad (3-5)$$

となる。

3.2 ブロック料金算定法

今回の料金改定の場合の各ブロックにおける料金の決定は、ブロックの区間は 120 kWh および 200 kWh のところでわけ、第1、第2、第3の各ブロックの料金単価の格差率を 0.8 : 1.0 : 1.1 として行なわれた。各ブロック間の単価の格差率を与えて料金単価を決める計算法は次のように与えられる。

[単価算定モデル]: ブロック間の単価の格差率を与える。

$$\text{格差率 } C_1 : C_2 : C_3 = \gamma_1 : \gamma_2 : \gamma_3$$

(但し、 $\gamma_2 = 1$ とする)

原価のバランス;

$$C_2(\gamma_1 D_1 + \gamma_2 D_2 + \gamma_3 D_3) = C \cdot M \cdot N$$

又は、

$$C_2(\gamma_1 M_1 + \gamma_2 M_2 + \gamma_3 M_3) = C \cdot M \qquad (3-6)$$

単価の決定;

$$\left. \begin{aligned}
 C_2 &= \frac{C \cdot M}{(\gamma_1 M_1 + \gamma_2 M_2 + \gamma_3 M_3)} \\
 C_1 &= \frac{\gamma_1}{\gamma_2} C_2 \\
 C_3 &= \frac{\gamma_3}{\gamma_2} C_2
 \end{aligned} \right\} \qquad (3-7)$$

こうして各ブロックの格差は指定された通りになる。しかし平均使用電力量が第2ブロックの使用量範囲の低いところにある場合には、第

2 ブロックの単価が平均単価に比べて比較的高くなることがわかる。いま、今回の改訂の場合として各ブロック間の格差率を 0.8 : 1.0 : 1.1 としてみよう。式 (3-7) および $M = M_I + M_{II} + M_{III}$ なる関係を利用して、

$$C_2 = \frac{M}{0.8 M_I + 1.0 M_{II} + 1.1 M_{III}} C$$

$$= \frac{1}{1 + 0.1 \frac{M_{II}}{M} - 0.2 \frac{M_I}{M}} C \quad (3-10)$$

をうる。従って、現行の体系では

$$\begin{aligned} &\Rightarrow C_2 > C \\ 0.1 M_{II} &\leq 0.2 M_I \Rightarrow C_2 = C \quad (3-11) \\ &\Rightarrow C_2 < C \end{aligned}$$

となる。ところが現在の使用量分布ではほとんどの場合が $M_{II} < M_I$ となっているため第 2 ブロックの単価は平均単価を上回る結果となる。

3.3 ブロック料金算定モデルによるシミュレーション

いま述べた料金算定モデルをアーラン分布で実現したいろいろの形の使用量分布に対して実際に適用し、分布の形がブロック料金体系に対しどのような関係にあるのかを考察する。

まず、平均使用量を 150 kWh/月 とおき、ブロックの区間は改訂された通り、120 kWh, 200 kWh で区切られているものとし、分布の形を決めるアーラン分布のパラメータを $k=1$ (指数分布) から $k=7$ までに対し、ブロック間の格差率を今回の改訂料金で指定された 0.8 : 1.0 : 1.1 をはじめとする 4 ケースを、平均単価を 100 とした場合の料金率で表わしたのが表 3-1 である。これら表をみれば明らかなように、分布の形がとがってくれば当然、第 1, 第 2 ブロック単価のかかる需要量の構成比の割合が大きくなり、料金体系全体が平均単価に対

表 3-1 ブロック別料金シミュレーション (I) (格差率指定)

分布の形 (k)	ブロック	ブロック単価 需要量 構成比 (%)	実験ケース (格差率 $C_1 : C_2 : C_3$)			
			0.8 : 1.0 : 1.1	0.8 : 1.0 : 1.2	0.8 : 1.0 : 1.5	0.9 : 1.0 : 1.5
k=1	I	58.55	88.22	85.96	79.81	84.85
	II	17.55	110.28	107.45	99.76	94.26
	III	23.90	121.31	128.94	149.65	141.39
k=2	I	67.04	90.86	89.38	85.22	89.48
	II	18.39	113.57	111.72	106.52	99.42
	III	14.57	124.93	134.07	159.78	149.13
k=3	I	71.34	92.23	91.17	88.12	91.92
	II	18.56	115.28	113.96	110.16	102.13
	III	10.10	126.81	136.75	165.23	153.19
k=4	I	73.98	93.07	92.26	89.92	93.40
	II	18.50	116.34	115.33	112.40	103.78
	III	7.52	127.97	138.40	168.61	155.66
k=5	I	75.79	93.65	93.01	91.15	94.40
	II	18.37	117.06	116.26	113.94	104.88
	III	5.84	128.77	139.52	170.91	157.33
k=6	I	77.13	94.07	93.56	92.05	95.11
	II	18.20	117.59	116.95	115.06	105.68
	III	4.67	129.35	140.34	172.59	158.52
k=7	I	78.16	94.40	93.97	92.78	95.65
	II	18.02	118.00	117.47	115.91	106.28
	III	3.82	129.80	140.96	173.87	159.42

備考

- 第 1 ブロック 0~120 (kWh), 第 2 ブロック 121~200 (kWh), 第 3 ブロック 201 (kWh) 以上
- ・平均単価 C を 100 とする
- 第 1 ブロック単価 C_1 , 第 2 ブロック単価 C_2 , 第 3 ブロック単価 C_3
- ・平均使用電力量 $M = 150$ kWh/月

し高めに決ることがわかる。

つぎに、平均使用量を 150 kWh/月 とし、ブロックの区間を 120 kWh, 300 kWh で区切り、ブロック間の格差率を 0.8 : 1.0 : 1.1 として分布のパラメータを $k=2, 3, 4$ の場合の料金率を、さらにブロックの区間はもとの 120 kWh, 200 kWh で区切り、他はそのまま、平均使用量を 170 kWh にした場合の料金率を求め表にしたのが表 3-2 である。この表からわかるのは、第 1 に第 2 ブロックの区間の上限を上げることは、相対的に第 3 ブロックの需要

表 3-2 ブロック別料金率シミュレーション (II)
(平均単価を 100 とする)

分布 パラメータ	ブロック	ブロック範囲の変更		平均使用量の変更	
		ブロック単価 需要量構成比 $M_i/M(\%)$	料金率	ブロック単価 需要量構成比 $M_i/M(\%)$	料金率
$k=2$	I	67.04	91.87	61.81	89.37
	II	28.06	114.84	19.35	111.71
	III	4.90	126.32	18.84	122.88
$k=3$	I	71.34	93.06	65.66	90.62
	II	26.32	116.33	30.20	113.27
	III	2.34	127.96	14.14	124.60
$k=4$	I	73.98	93.76	67.97	91.39
	II	24.79	117.20	20.72	114.24
	III	1.25	128.92	11.31	125.06
備 考	<ul style="list-style-type: none"> 第 2, 第 3 ブロックの境界を 300 kWh とする 格差率 0.8 : 1.0 : 1.1 平均使用量 $M=150$ kWh/月 		平均使用料 $M=170$ kWh/月 格差率 0.8 : 1.0 : 1.1 第 2, 第 3 ブロックの境界は 200 kWh		

量の構成ウエイトが下がり、第 3 ブロックの単価はかなり高くなることである。もう 1 つは分布の形は同じで使用量の平均値が高い場合は、ブロックの区間が変わっていないため、各ブロックの需要構成のウエイトは第 2, 第 3 ブロックに移行し、第 1 ブロックのウエイトが減少するために、第 2, 第 3 ブロックの単価はいままでよりは低く決ることがわかる。

(もりきよ たかし
情報処理研究所
計数処理研究室)