路外駐車場の容量に関する理論的解法

正員　米　谷　栄　二*
准員　加　藤　　　晃**

要旨　最近大都市の中心部では自動車交通の激増に伴つて駐車の需要度も急激に増加している。この激増する駐車需要に対する駐車場の容量及び位置の決定法は従来とかく等閑視されていたが，今後ますます増加する自動車交通と駐車需要に対してその根本的対策を考えておくことは都市計画上，また街路交通上きわめて大切なことである。

著者等は駐車の実態を駐車台数と時間の函数としてつかみ，駐車発生の確率分布と駐車時間の分布とから統計的平衡条件を利用して合理的な駐車場容量に関する理論式を求め，さらに実用的見地からこれらに対する略算式を提案したものである。

1. 緒　　言

駐車場には駐車のために入車する車と所用が済み路上に出る車と駐車中の車両群とが存在する。駐車場として最も能率的な容量は，常に駐車場に車が充満し，しかも新しい入車を必ず受け入れることができるような容量である。すなわち駐車中の車が k 台出車して行けば入車が k 台あるような状態である。ここで問題となるのは多数の入車がわずかの時間に殺到したとき駐車の全区画がふさがれる可能性があり，このためにその駐車場には駐車できないことになる。しかし駐車区画数を全駐車数に対してなるべく少なくしたいのは経済上当然の要求であり，殊に都心部の地価の高い所ではこのことがきわめて重要視される。ここに駐車需要に対して駐車場面積をいかにすれば駐車不能をできるだけさけてしかも最小の面積で最大の効率を挙げるかという問題，すなわち理論的な駐車場容量を決定する問題が生ずる。

駐車需要は調査の結果を待つまでもなく年々増加の一途をたどり，かつ日別時間別にみれば繁閑の度が各駐車需要地についてはつきりしている[1]。このように駐車発生の度数はある傾向を有し時間的にも変動するがある短かい時間を単位に区切りその範囲について考えるならば，

（i）　各駐車の発生は互に独立であり，

（ii）　短かく区切られた時間内にはある駐車台数が存在する。

(i) 及び (ii) が成立するならば，駐車発生の確率はある分布形態を持つことは明らかであり，また個々の車の駐車時間もある分布形態を有することがわかつている[2]。この2つの分布形態を究明して駐車発生の確率と駐車時間の分布から導かれた駐車終了の確率に統計的平衡条件を適用して，与えられた駐車需要に対する理論的駐車場容量の算定を行つたものである。

2. 駐車発生に関する確率とその分布

ある駐車需要区域をとりあげた場合その区域内に一定時間以上停車する車は全部その区域内にある駐車場に駐車するものとして以下の理論式を取り扱うことにする。すなわち所定の駐車区画以外の任意の場所に駐車することは全面的に禁止されている場合に相当する。まず駐車の量的な表現を示すために次のように定義する。単位時間にある調査区域に入つて来ると考えられる駐車需要の平均台数を駐車需要量と呼び a で表わし，この駐車需要量のうち空いている駐車区画に駐車できた台数を駐車量といい a_c で表わす。車が駐車場に到着したときちようど駐車区画が全部ふさがつていて駐車できなかつた台数の駐車需要量に対する比率を駐車不能率と名づけ L で示せば式 (1) で与えられる。

$$L=\frac{a-a_c}{a} \qquad \cdots\cdots(1)$$

いま考える時間 t の範囲で，各駐車区画に車の入る確率は等しいものとすれば，t の任意の微小時間 Δt の間にこの調査区域内に生ずる駐車需要は $a\,\Delta t$ となる。いまこの区域全体として任意の瞬間に駐車区画のふさがつている比率を Φ とし，空いている1つの駐車区画が任意の時間の間にみたされる確率を α とすれば，Δt 時間の間にみたされる割合 $\alpha\,\Delta t$ は次式で与えられる。

$$\alpha\,\Delta t=\frac{a\,\Delta t}{(1-\Phi)N} \qquad \cdots\cdots(2)$$

---

* 工学博士，京都大学助教授，工学部土木工学教室
**岐阜大学助手，工学部土木工学教室

ここで N は区域内の全駐車容量を示しまた Φ は次のように考えるものとする。

$$\Phi=\frac{a(1-L)}{N} \quad \cdots\cdots(3)$$

また r 台分の駐車区画がふさがつているとき Δt 時間に空いている $(N-r)$ 台分の駐車区画に対して i 台の駐車が起る確率 $Q^{(i)}$ は次のようになる。

$$Q^{(i)}={}_{N-r}C_i(\alpha\,\Delta t)^i+O(\alpha\Delta t)^{i+1} \quad \cdots\cdots(4)$$

$O(\alpha\,\Delta t)^{i+1}$ の項を加えたのは，Δt 時間の間に駐車していた車が発車してそのあとにあらためて駐車が起るような場合を考慮したからである。いまある時間 t の間に i 台の車が駐車する確率を $f(i,\ t)$ で表わすと，式 (5) が成立する。

$$f(i,\ t)=\sum_{i_1+i_2=i} f(i_1,\ t_1)f(i_2,\ t_2) \quad \cdots\cdots(5)$$

式 (5) は離散確率過程の関係式であるから，Markoff 過程の性質によつてこれを変形すれば式 (6) の定差微分方程式が得られる。[3)]

$$\frac{1}{a(t)}\frac{d}{dt}f(i,\ t)=f(\overline{i-1},\ t)-f(i,\ t) \quad \cdots\cdots(6)$$

これを解けば式 (7) のようになる。

$$f(i,\ t)=\frac{\left\{\int_0^t a(t)dt\right\}^i}{i!}\cdot\exp\left\{-\int_0^t a(t)dt\right\} \quad \cdots\cdots(7)$$

ここに得た式 (7) は平均値 $m=\int_0^t a(t)dt$ で示されるポアソン分布の形である。ここで時間 t の原点は任意にとつてよく，また m は駐車需要の期待値である。言いかえれば時間 t の間に生起する駐車需要の期待値がわかつておれば，t の大きさには無関係に，また駐車需要の起る様相 $a(t)$ にも無関係に駐車発生の確率 $f(i,\ t)$ が求められるわけである。いま微小時間 Δt の間に起ると考えられる駐車需要の期待値は前述のように $a\,\Delta t$ で示されるから，Δt 時間の間に i 台の駐車需要が起る確率 $f(i,\ \Delta t)$ は式 (8) のポアソン分布として与えられる。

$$f(i,\ \Delta t)=Q^{(i)}=e^{-m}\frac{m^i}{i!}=\frac{(a\,\Delta t)^i e^{-a\Delta t}}{i!} \quad \cdots\cdots(8)$$

京都市の都心部のある街路の一定区間についての駐車の起る確率分布を実測した例を示すと表―1(a)，(b)，図―1 (a) 及び図―2 (a) のようである。

3. 駐車時間の分布及び駐車終了の確率

駐車中のおのおのの車が駐車している時間の長さは一定ではなくある分布をしていると考えられる。この分布はある時間間隔 τ を時間の単位とすれば，駐車時間が t 以上である確率は通常は指数分布に従うことが明らかにされている[4)]。従つて1台の車が t_{i-1} から t_i まで駐車する確率は

表―1　駐車発生の確率分布（$t=5$ 分としたもの）

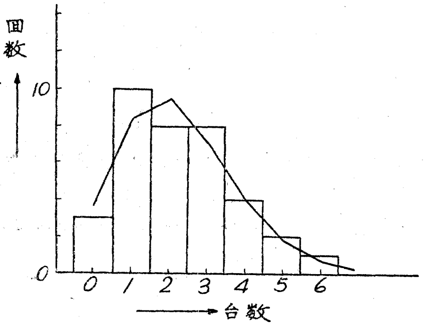
（a）河原町仏光寺付近　$a=2.28$

駐車発生台数	実態調査による観測回数	理論式による回数
0	3	3.68
1	10	8.38
2	8	9.55
3	8	7.27
4	4	4.14
5	2	1.91
6	1	0.72
7	0	0.35
計	36	36.00

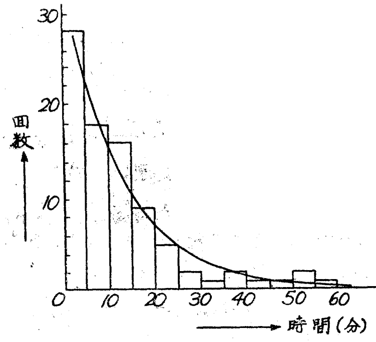
（b）京都市役所付近　$a=2.72$

駐車発生台数	実態調査による観測回数	理論式による回数
0	5	2.36
1	5	6.44
2	8	8.76
3	7	7.95
4	4	5.40
5	4	2.94
6	1	1.43
7	2	0.52
8	0	0.20
計	36	36.00

図―1　京都市河原町仏光寺付近駐車分析図
Fig. 1　Diagram to analyze the parking near Kawaramachi Bukkoji in Kyoto.



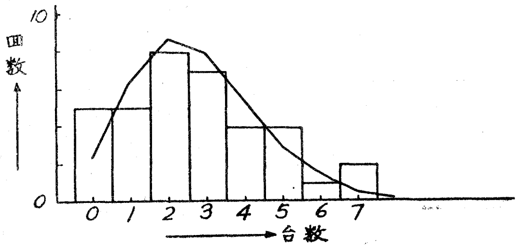
（a）



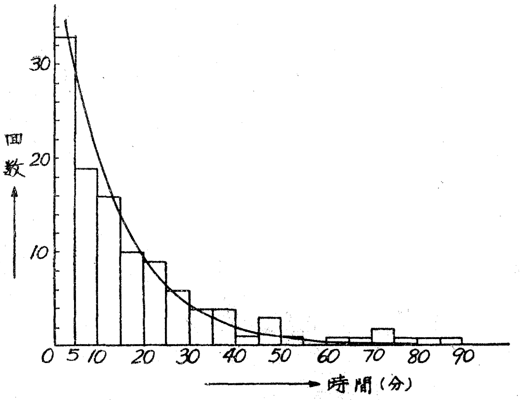
（b）

図—2　京都市役所付近駐車分析図

Fig. 2　Diagram to analyze the parking near the Kyoto City Hall



（a）



（b）

表—2　駐車時間の分布（$\tau=5$ 分としたもの）

（a）河原町仏光寺付近

駐車時間	実態調査による観測回数	理論式による回数
2～5分	28	27.6
6～10	18	18.6
11～15	16	12.7
16～20	9	8.5
21～25	5	5.7
26～30	2	3.8
31～35	1	2.6
36～40	2	1.8
41～45	1	1.1
46～50	0	0.8
51～55	2	0.5
56～60	1	0.3

以下省略

註　第1項の駐車時間の区分が2～5分となつているのは，駐車時間が2分未満の車は停車とみなして駐車とはしなかつたためである。

（b）京都市役所付近

駐車時間	実態調査による観測回数	理論式による回数
2～5分	33	34.8
6～10	19	24.6
11～15	16	16.7
16～20	10	13.1
21～25	9	7.9
26～30	6	5.6
31～35	4	3.7
36～40	4	2.6
41～45	1	1.7
46～50	3	1.3
51～55	1	0.8
56～60	0	0.5
1.01～1.05	1	0.4
1.06～1.10	1	0.3
1.11～1.15	2	0.2
1.16～1.20	1	0.1
1.21～1.25	1	0.1
1.26～1.30	1	0.1

以下省略

$$H(t)=\int_{t_{i-1}}^{t_i}\frac{1}{\beta\tau}\exp\left\{\frac{-t}{\beta\tau}\right\}dt \quad\cdots\cdots(9)$$

で表わされる。ここで駐車時間の平均値を t として，時間区分 τ を実用になる範囲で十分小さくとれば

$$\bar{t}\fallingdotseq\beta\tau$$

となる。ここに β は平均値を含んでいる時間区分の序数であり，τ は上に述べたように単位とする時間区分である。京都市都心部のある街路について駐車時間の分布の例は 表—2 (a), (b), 図—1 (b) 及び 図—2 (b) に示すとおりである。

いま任意の車の駐車時間を t_i とする。t_i は $i=1, 2, 3, \cdots\cdots, g$ までの値をとり，g は駐車時間として観測された範囲での最大値に相当する序数とすれば，

$$0\leqq t_1<t_2<\cdots\cdots<t_{i-1}<t_i<\cdots\cdots<t_g$$

のいずれかに等しいとして，任意の車の駐車する時間が t_i である確率を h_i とすれば

$$\left.\begin{array}{l}\sum_{i=1}^{g}h_i=1\\ \sum_{i=1}^{g}t_ih_i=1\end{array}\right\}\quad\cdots\cdots(10)$$

が成立する。ここに $H(t)$ は次のように定義しておく。

$$H(t)=1;\ 0\leqq t\leqq t_1$$
$$H(t)=\sum_{i=i}^{g}h_i;\ t_{i-1}<t\leqq t_i\ \ (i=2, 3, \cdots\cdots, g)$$
$$H(t)=0;\ t_g<t$$

いま t_0 なる瞬間に駐車中の駐車時間 t_i なる車が t と $t+\Delta t$ の間に駐車を終了する確率は

$0\leqq t\leqq t_i$ なる t に対し $\Delta t/t_i$

$t_i<t$　なる t に対し 0

である。なぜならばこの車が駐車した時間は t_0 より以前 $0\sim t_i$ の間にあることだけは確実であるが，この間のどの時刻に起きたものらしいとは言い難い。従つて t_0 から以後 t_i までの間に終了することは確かであるから，それが Δt の間に終了する確率は上のようになると考えてよい。

さらに t_0 なる瞬間に駐車を継続中の車の駐車時間が t_i である確率は，このような駐車の起きる確率とその駐車時間 t_i に比例するから，式 (10) から

$$\frac{t_ih_i}{\sum_{i=1}^{g}t_ih_i}=t_ih_i$$

ゆえに t_0 において駐車中の車の1つが t_0 以後 t と $t+\Delta t$ の間に駐車を終了する確率 $h(t)$ は，$t_{i-1}<t<t_i$ ならば

$$h(t)\,\Delta t=\sum_{i=1}^{g}\frac{\Delta t}{t_i}t_ih_i$$
$$=H(t)\Delta t \cdots\cdots(11)$$

となる。従つて t_0 から Δt の間に駐車が終る確率は，式 (9) の関係を考慮すれば次のようになる。

$$h(0)\Delta t=\frac{1}{\beta\tau}\Delta t \cdots\cdots(12)$$

駐車中の自動車 r 台が互に独立であると考えられるから，r 台のうち j 台が Δt の間に発車して行く確率 Q_j は式 (12) から

$$Q_j={}_rC_j\left(\frac{\Delta t}{\beta\tau}\right)^j+O\left(\frac{\Delta t}{\beta\tau}\right)^{j+1} \cdots\cdots(13)$$

ゆえに r 台の車が駐車中のとき，Δt の間にあらためて i 台の車が駐車し，同時に駐車中の j 台の車が発車して行く確率 $Q_j{}^{(i)}$ は式 (4) と式 (13) から

$$Q_j{}^{(i)}={}_{N-r}C_i(\alpha\Delta t)^i\cdot{}_rC_j\left(\frac{\Delta t}{\beta\tau}\right)^j+O(\Delta t)^{i+j+1}$$

駐車の起る確率分布の時間区分 t と，駐車時間分布の時間区分 τ とを等しくすれば，上式は次のように書ける。

$$Q_j{}^{(i)}={}_{N-r}C_i(\alpha\Delta t)^i{}_rC_j\left(\frac{\Delta t}{\beta}\right)^j+O(\Delta t)^{i+j+1} \cdots\cdots(14)$$

4. 駐車の発生する確率と駐車の終了する確率の統計的平衡

ある駐車中の自動車が駐車を終つて出て行くのと，走行中の車が駐車しようとして入つて来ることが同時に起る確率 $P(r)$ は統計的平衡[5)]を利用して求めることができる。

いま任意の瞬間に r 台の自動車が駐車しているとき，続くある時間の間にあらたに駐車する車が生じたりまた駐車していた車が発車して行つたりして r 台以外の状態に変化する確率は，はじめに r 台以上または以下であつた自動車が駐車の生起または終了によつて同じ時間の間に r 台の駐車台数に変る確率に等しいと仮定する。微小時間 Δt をとつて考えるならば，この間に k 台の駐車需要が生じたり終つたりする確率は前述のように $(\Delta t)^k$ のオーダーの大きさである。従つて Δt を十分小さくとつて考えれば，この間に2台以上の駐車需要が生じたり終つたりする確率は省略してもよいと考えられるから，平衡条件式は式 (4) と式 (13) から次のようになる。

$$P(r)\left[(N-r)\alpha+\frac{r}{\beta}\right]\Delta t=P(r-1)\Big[N-(r-1)\Big]\alpha\Delta t+\frac{r+1}{\beta}P(r+1)\Delta t+O(\Delta t)^2 \cdots\cdots(15)$$

この式 (15) の左辺は r 台が駐車している状態から Δt の間に1台が入車または発車してそれぞれ $(r+1)$ 台または $(r-1)$ 台に変化する確率であり，右辺の第1項は $(r-1)$ 台が駐車している状態から r 台の状態に，第2項は $(r+1)$ 台の状態から r 台の状態に変化する確率である。式 (15) について $\Delta t\to 0$ の極限を考えれば

$$(N-r+1)\alpha P(r-1)-\left[(N-r)\alpha+\frac{r}{\beta}\right]P(r)+\frac{r+1}{\beta}P(r+1)=0 \cdots\cdots(15')$$

となる。$r=0$ のときは $(r-1)$ 台の状態は実在しないので上式の第1項はなくなり

$$-N\alpha P(0)+\frac{1}{\beta}P(1)=0$$

となり，$r=N$ となつたときは $P(r+1)$ が実在できないので同様にして上式の第3項はなくなるから

$$(N-N+1)\,\alpha P(N-1)-\frac{N}{\beta}P(N)=0$$

となる。式 (15′) は $r=1,\ 2,\ 3,\cdots\cdots,\ N-1$ に対してはそのまま成立する。このようにして得られた $(N+1)$ 個の式の中の任意の1つの式例えば最後の式は他の N 個の式に関連して求められるから，これを除いて整理すれば

$$(N-r)\alpha P(r)-\frac{r+1}{\beta}P(r+1)=0$$

$$\therefore\quad P(r)=\frac{(r+1)P(r+1)}{(N-r)\alpha\beta} \cdots\cdots(16)$$

式 (16) から

$$P(0)=\frac{1}{N\alpha\beta}P(1)$$

$$P(1)=\frac{2}{(N-1)\alpha\beta}P(2)$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$P(r-1)=\frac{r}{(N-r+1)\alpha\beta}P(r)$$

従つて

$$P(0)=\frac{1}{N\alpha\beta}P(1)=\frac{1}{N\alpha\beta}\,\frac{2}{(N-1)\alpha\beta}P(2)=\cdots\cdots\cdots$$

$$=\frac{r!}{(\alpha\beta)^r\dfrac{N!}{(N-r)!}}P(r)$$

$$=\frac{1}{(\alpha\beta)^r{}_NC_r}P(r)$$

確率の性質から明らかに $\Sigma P(r)=1$ が成立する。ここに求めた関係式は $r=0,\ 1,\ 2,\ \cdots\cdots,\ N$ までについて成立するが，いまこの調査区域内に含まれる個々の駐車場について考える場合には，その個々の駐車場の駐車容量 n を全駐車容量 N の代りに置き換えればよいから次式が成立する。

$$\sum_{r=0}^{n}P(r)=P(0)[1+\alpha\beta{}_NC_1+(\alpha\beta)^2{}_NC_2+\cdots\cdots\cdots+(\alpha\beta)^n{}_NC_n]=1$$

$$\therefore\quad P(r)=\frac{(\alpha\beta)^r{}_NC_r}{\sum\limits_{r=0}^{n}(\alpha\beta)^r{}_NC_r}\quad\cdots\cdots\cdots(17)$$

また式 (2) と式 (3) とから

$$\alpha=\frac{a}{N-a(1-L)}$$

の関係が成立するが，$L\ll1$ であるならば

$$\alpha\fallingdotseq\frac{a}{(N-a)}$$

となるから

$$P(r)=\frac{{}_NC_r\left(\dfrac{a\beta}{N-a}\right)^r}{\sum\limits_{r=0}^{n}{}_NC_r\left(\dfrac{a\beta}{N-a}\right)^r}\quad\cdots\cdots\cdots(17')$$

となり，駐車需要量 a によつて $P(r)$ の関係を示すことができる。この式 (17) 及び式 (17′) はある駐車場について，r 台が出発して行くと同時に r 台が入車して来る確率を示す式である。

また α は全駐車容量のうち空いている1つの駐車区画に単位時間に駐車しようとする車がその駐車区画を占める確率であるから，個々の駐車場については

$$\sum_{r=0}^{n}(N-r)\alpha P(r)=a\quad\cdots\cdots\cdots(18)$$

式 (17) の $P(r)$ はこの式 (18) を満足しなければならないから次式を得る。

$$a=\frac{\alpha\sum\limits_{r=0}^{n}(\alpha\beta)^r{}_NC_r\,(N-r)}{\sum\limits_{r=0}^{n}(\alpha\beta)^r{}_NC_r}$$

$$=\frac{N\alpha\sum\limits_{r=0}^{n}{}_{N-1}C_r(\alpha\beta)^r}{\sum\limits_{r=0}^{n}(\alpha\beta)^r{}_NC_r}\quad\cdots\cdots\cdots(19)$$

また駐車量 a_c に対しては次の式が成立する。

$$\sum_{r=0}^{n}r\frac{1}{\beta}P(r)=a_c\quad\cdots\cdots\cdots(20)$$

式 (17) の $P(r)$ はこの式をも満足しなければならないから，次式が得られる。

$$a_c=\frac{\dfrac{1}{\beta}\sum\limits_{r=0}^{n}r(\alpha\beta)^r{}_NC_r}{\sum\limits_{r=0}^{n}(\alpha\beta)^r{}_NC_r}=\frac{\dfrac{1}{\beta}(\alpha\beta)N\sum\limits_{r=0}^{n-1}{}_{N-1}C_r}{\sum\limits_{r=0}^{n}{}_NC_r(\alpha\beta)^r}$$

$$=\frac{N\alpha\sum_{r=0}^{n-1}{}_{N-1}C_r(\alpha\beta)^r}{\sum_{r=0}^{n}{}_{N}C_r(\alpha\,\beta)^r}\quad\cdots\cdots\cdots(21)$$

また1台の車が駐車しようとしたとき，r 台の車が駐車場に存在するような場合に行き合う確率 $R(r)$ は次のようである。

$$R(r)=\frac{(N-r)\alpha P\,(r)}{a}=\frac{{}_{N-1}C_r(\alpha\beta)^r}{\sum_{r=0}^{n}{}_{N-1}C_r(\alpha\beta)^r}$$

5. 駐車不能率と駐車場容量

駐車場の容量を定めるにあたつて，さきに述べた駐車不能率がある値例えば $L=0.01$，0.02 などになるようにその容量を定めれば，駐車しようとする車が駐車場に到着したときちようど駐車区画に空きがなくて駐車できない確率が L となるような駐車場容量を定めることができる。この駐車不能率 L は式 (1) に式 (19) 及び式 (21) を代入すれば求めることができる。

$$L=\frac{{}_{N-1}C_n(\alpha\beta)^n}{\sum_{r=0}^{n}{}_{N-1}C_r(\alpha\beta)^r}\quad\cdots\cdots\cdots(22)$$

この式 (22) は α と β が調査の結果として与えられるものと考えているが，一般には空いている駐車区画がふさがれる確率 α よりもむしろ駐車需要量 a を調査して求めることが多いから，$\alpha\doteqdot a/(N-a)$ を用いて変形すれば

$$L=\frac{{}_{N-1}C_n\left(\dfrac{a\,\beta}{N-a}\right)^n}{\sum_{r=0}^{n}{}_{N-1}C_r\left(\dfrac{a\,\beta}{N-a}\right)^r}\quad\cdots\cdots\cdots(22')$$

一般にはこの式を用いて計算すればよい。この関係を図—3のごとく図示しておけば，全駐車容量 N がわかり駐車需要量 a 及び駐車時間分布の平均値 $\beta\tau$ を調べることができれば，駐車容量 n を決定することができる。

6. 近似計算と応用例

ここに求めた駐車場容量を決定する関係式は計算が非常に繁雑であるが，図—3 から明らかなように N が相当大きくなつた場合には N の変化に対し n はあまり変化しない。このことは駐車場容量の決定にあたつてはその区域全体としての駐車容量はあまり関係しないことを示している。実際問題として都心部の駐車場問題を扱うときは N はかなり大きいと考えられるから，$N\to\infty$ としたときの近似式で十分なことが多い。$N\to\infty$ となつたときは，同時出入車の確率式 (17′) において $N\gg n$ としかつ n を次第に ∞ に近づければ次のようにポアソン分布の形になる。

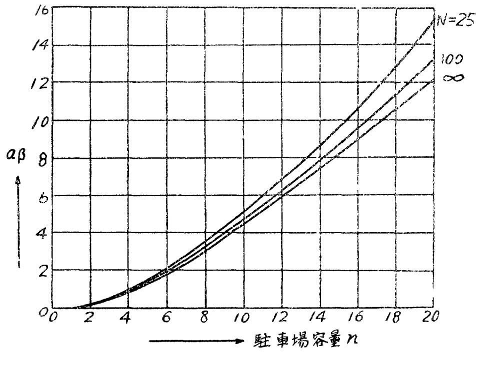
$$P(r)=R(r)=e^{-\alpha\beta}\frac{(\alpha\,\beta)^r}{r!}\quad\cdots\cdots\cdots(23)$$

次に無限大の駐車場容量のうち n 台だけが実在し，他は仮想的な存在として考え，駐車しようとする車は駐車区画が全部ふさがつているときはこの仮想的な駐車区画に入るものと考える。この仮想的駐車を駐車不能量とすれば

$$L=\sum_{r=n}^{\infty}R(r)=e^{-\alpha\beta}\sum_{r=n}^{\infty}\frac{(\alpha\beta)^r}{r!}\quad\cdots\cdots\cdots(24)$$

図—3 駐車量及び駐車時間と駐車場容量の関係図 ($L=0.01$ の場合)

Fig. 3 Relation among the parking volume, parking duration and the capacity of a parking space. (in case $L=0.01$)



式 (24) は式 (22′) より計算が幾分容易であるがまだ多少繁雑である。しかし式 (24) を図示した曲線をみると案外に単純な形をしており，その湾曲のはなはだしい端の部分を少しく除外すればあとの部分は次の式で近似させうる。

$$n=a\,\beta+k\sqrt{a\,\beta}\quad\cdots\cdots\cdots(25)$$

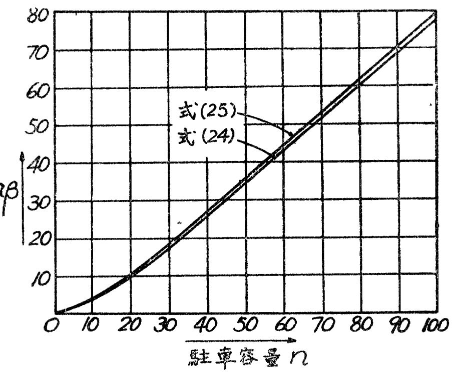
式 (25) の常数 k については表—3のようになるが，この式は $a\,\beta>10$ の場合でないとよい近似はえられない。

表—3

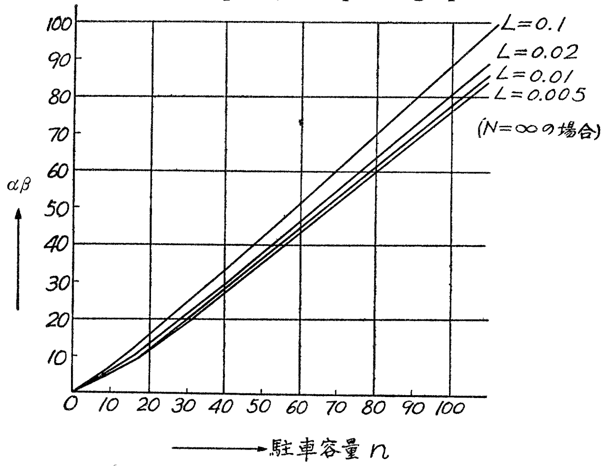
L	k
0.1	1.28
0.02	2.05
0.01	2.33
0.005	2.58

式 (22)，(22′)，(24) 及び (25) はいずれも計画している駐車場の付近に駐車する車の駐車時間の分布及び単位時間に駐車が起る確率分布がわかれば，駐車不能率を 0.01 とか

図—4　近似計算値の比較（$L=0.01$の場合）
Fig. 4　Comparison of approximate calculation (in case $L=0.01$)



図—5　駐車場容量の計算図表
Fig. 5　Diagram to calculate the capacity of a parking space



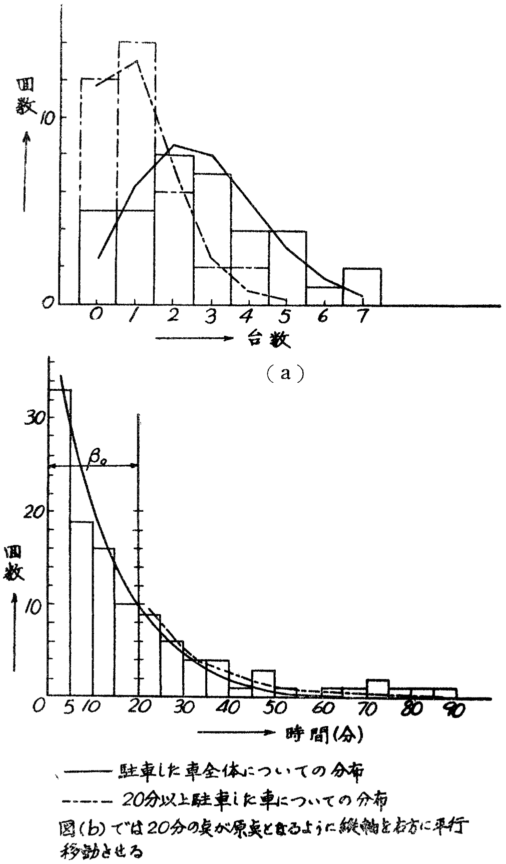
0.02 とかにおさえて最も効率的な駐車容量を算出しうる式である。この場合図—3，図—4 及び 図—5 を使用すればそれらの大略の値を求めうる。しかもこれらの式は，大はある地域全体の範囲例えば東京丸の内地区とか日比谷地区のごときかなりの範囲をもつものの大規模な駐車場の所要容量から，小は１つの建築物の付属ガレージに至るまでの各種の駐車容量の問題を解決できる式である。また図—2 に示した京都市役所付近の駐車分析図の結果について，図—3 から $L=0.01$ として駐車場容量を求めると，$\alpha=2.72$，$\beta=3$ であるから $\alpha\beta=2.72\times3=8.16$ を用いて容量 $n=14$ と求めることができる。

京都市内の四条河原町その他の地区についても小規模ながら同様の実測を行つたので駐車容量を決定することができる。しかしここに行つた調査では，単なる停車とは認められない程度の時間すなわち２分または３分以上駐車を行う車はすべて路外駐車場に収容するものと考えて所要容量を算出したが，このように短時間駐車の車をすべて収容することは不合理で実行不可能であり，路外駐車場の考察対象としてはある一定時間以上駐車する車のみを対象とすべきである。ゆえに調査記録からある限界時間以上駐車した車のみをひき出して，それらのみについて駐車発生の確率分布と駐車時間分布の解析を行い，α と β を算出して計算すべきである。例えば 図—6 (a),(b) に示すように駐車発生の確率分布と駐車時間の分布が得られている場合，ある一定時間以上駐車する車について考えるときは同図鎖線のように分布が変化し，従つてその駐車発生の平均値 α 及び駐車時間の平均値を含む時間区分の序数 β も変化するが，この変化した値について上述の方法を適用すればよい。ただしこの場合 β については限界時間を新しい縦軸として求めた駐車時間の平均値を含む時間区分の序数を β' とすれば，

$$\beta=\beta'+\beta_0$$

として求められる。ここで β_0 は原点（0分のところ）から新しい軸すなわち限界時間までの移動量を時間区の序数で表わしたものである。以上に述べた方法に分

図—6　駐車分析の比較
Fig. 6　Comparison of the parking analysis.



（b）

より算出された理論値そのままでは円滑な操作を行い難いと思われるから，算出された理論値に入車及び出車に要する時間と車の通路などを考慮して，ある程度余裕を持たせる必要がある。

7. 結　言

以上に述べた著者等の駐車場容量算定法は，駐車現象に確率の概念を導入して，統計的平衡条件を利用することにより，駐車不能率を適宜に選んだ場合の駐車場の理論的容量の算出を可能ならしめた。

これらの理論式は上に述べたように都心部のかなり広い区域の駐車需要に対する所要駐車容量の決定から，建築物の付属ガレージに至る小駐車場の容量決定に対しても有効な方法である。従来とかく理論的な解析の少なかつた路外駐車場の容量に対し，適用範囲の広い理論解を導いたことは，今後の駐車場計画に対して合理性と科学性を与えたものと思う。

参 考 文 献

1) J.T. Thompson and J.T. Stegmaier : The Effect of Building Space Usage on Traffic Generation and Parking Demand, Proc. Highway Research Board, Vol. 28 (1948), pp. 320-339.

2), 4) 小林輝一郎：駐車場に関する一考察，第2回日本道路会議論文集 (1954)，pp.547-550.

3) 小島　哲：通信呼理論の研究，科学新興社 (1949)，pp. 13-17.

5) 北川敏男：ポアソン分布表，培風館 (1951)，p. 78.

(昭. 31. 3. 6)