

超高層ビルの全自動群管理エレベータ

Elevator of Computomatic Traffic Programing System of Multistories Building

犬 塚 績*
Isao Inuzuka

内 容 梗 概

起高層ビルや大形ビルは収容人口が多いため、エレベータ乗客の交通量も多く、ラッシュ時には特にエレベータ群の能率的な運転が重要な問題となる。一方、全自動群管理化して得られる効果を理論的に解析して求めることは困難であるが、種々の工夫を凝らして、定量的な評価を行なうことは非常に有効である。したがって、さきの実態調査の方法とその結果を詳細に発表⁽¹⁾したが、今回、これに基づいて電子計算機による解析を試みてみた。このようにして、実測と解析の両面からできるだけ正しい評価を行なって、最適群管理要素とその方式を求め、さらに超高層ビル向けの新しい全自動群管理方式 Computomatic Traffic Programing (略称 C. T. P.)*を開発したので、その概要を紹介し、また、出勤日のラッシュを自動的に解消する分割急行運転の効果についても、その分析した内容を簡単に付言した。

C. T. P. の特長は次のとおりである。

- (1) 1バンク4台の合理的な全自動群管理方式を巧みにとり入れて、1バンク8台を4台ずつの2グループに分け、絶えず適切な運転間隔を保つよう自動的に調整する⁽²⁾。
- (2) 向かい合った2群のエレベータが互いに有機的な関連を保ちながら全階にバラまかれるので、効果的な待時間短縮が行なえる⁽²⁾。
- (3) 基準階には2台の先発エレベータが両側に待機するので使用上便利である⁽²⁾。
- (4) 急行運転は両側の2群が、それぞれ自動的に上、下層行に分かれて運転するので、基準階ホールの混雑が緩和されるうえに、ラッシュ時の待時間も少なくなる⁽³⁾。
- (5) 交通量の変化に応じて運転、停止させる台数は、4台目までと5台目以上の管理条件を変えて即応性の高い方式としてある⁽⁴⁾。
- (6) 閑散時にはサービスグループの中の1台だけで運転し、運転上の経済化と使用上の便宜を図っている⁽⁵⁾。

1. 緒 言

最近の代表的な大事務所ビルは、その大半が全自動群管理方式を採用しつつある。この方式は、従来、管理者が行なっていた運転上の管理を完全に自動化し、管理者の判断以上に合理的な管理指令を与えて、運転上の能率化を図るものである。特に、建築制限令の改正とともに、大都市のスカイラインは超高層ビルの威容でその趣を一変することになるが、これらの起高層ビル用エレベータの全自動群管理方式はさらに技術的な分析と検討を加えて設計する必要がある。

一方、わが国のビルでは、たとえ割合に閑散なときに全自動群管理化できても、朝夕のラッシュを自動的な管理方式によって解消することは不可能とされていた。これは、外国に比べて単位面積当たりの収容人口が多いので、当然朝夕のラッシュも激化し、エレベータに対する運転上の条件が過酷になっているためであろう。

また、全自動群管理化することによって、どれだけその効果が上がったかを技術的に評価することが非常に困難なため、これに関する文献も少なく、しかも一時的な運転状況を見ただけで過大または過小評価する悪例が災して、かえって誤解を招き、今でも管理者の判断と案内者や運転手のサービスでエレベータ群の運転上の管理を行なうことが最もよいと信じている向きもある。

しかし、超高層ビル内のエレベータは外国並に数十台を設けることになるから、従来の考え方で人為的な手段を主にして解決しようとすると、管理者、案内者、運転手に要する交替要員を含めた人件

費、設備費のほか、管理上の諸経費が膨大な額になる。したがって、今後、超高層ビルでは全エレベータ群を積極的に（全自動）群管理化して諸経費の節減を図る必要がある。また、群管理化した効果を正しく評価して、従来の誤った観念を根絶するため、できるだけ調査員、調査項目を多くして実態調査をする必要がある。さきに関電ビルや安田生命ビルで実態調査を行なったが、今回、さらにモンテ・カルロ・シミュレーションを応用した解析を行ない、同じ交通需要モデルに対する管理要素の検討をしたので、その一部を発表し、超高層ビル向けとして開発した日立全自動群管理方式 Computomatic Traffic Programing の内容についても、その概要を説明する。第1図は新方式を採用した中電ビル納の群管理エレベータを示す。

2. 超高層ビル内の交通需要

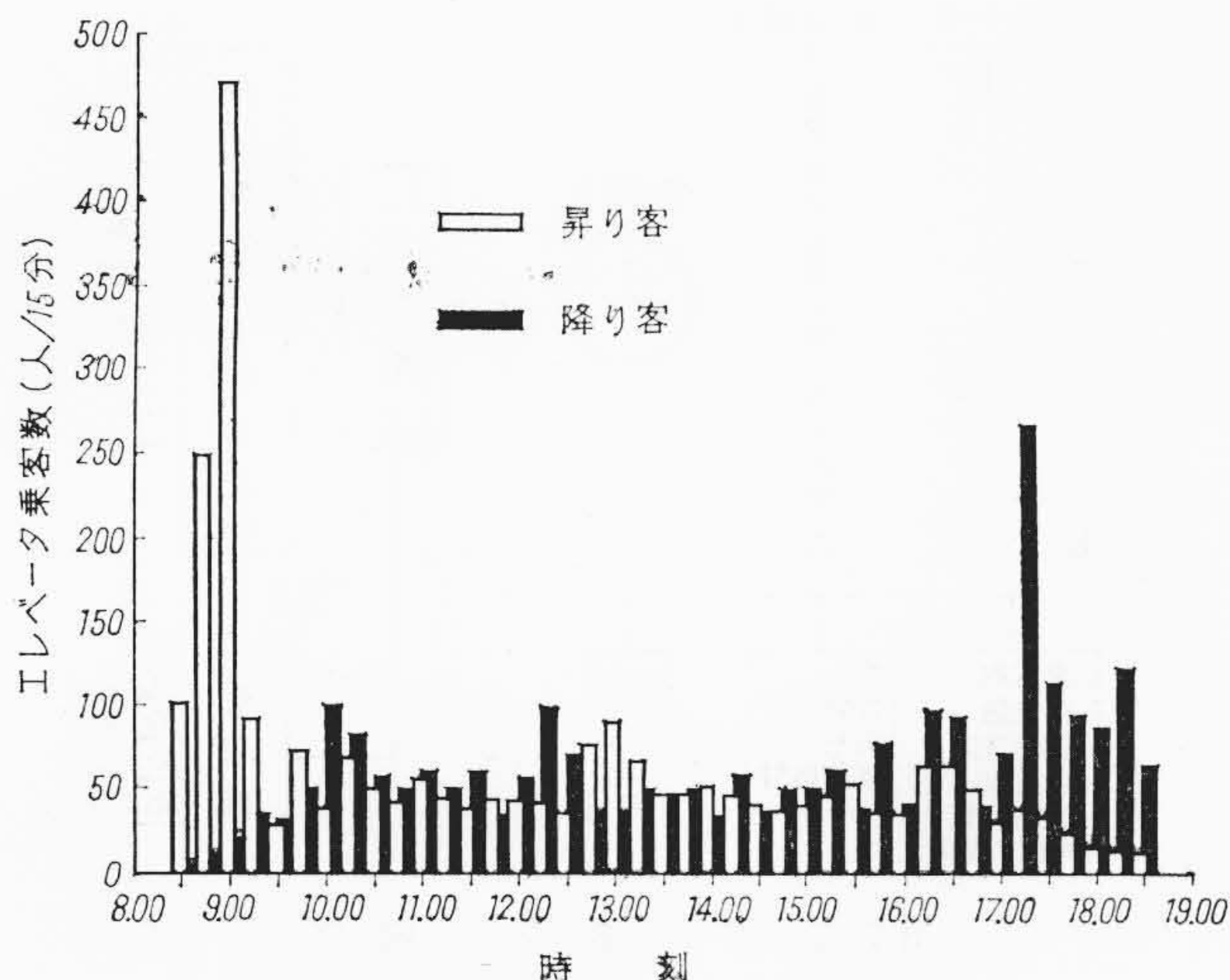
一般に地上10階床程度のビルを従来高層ビルと称していたので、今後さらに高層化された20階以上のビルを、本稿では特に区別して



第1図 新方式を採用した群管理エレベータ

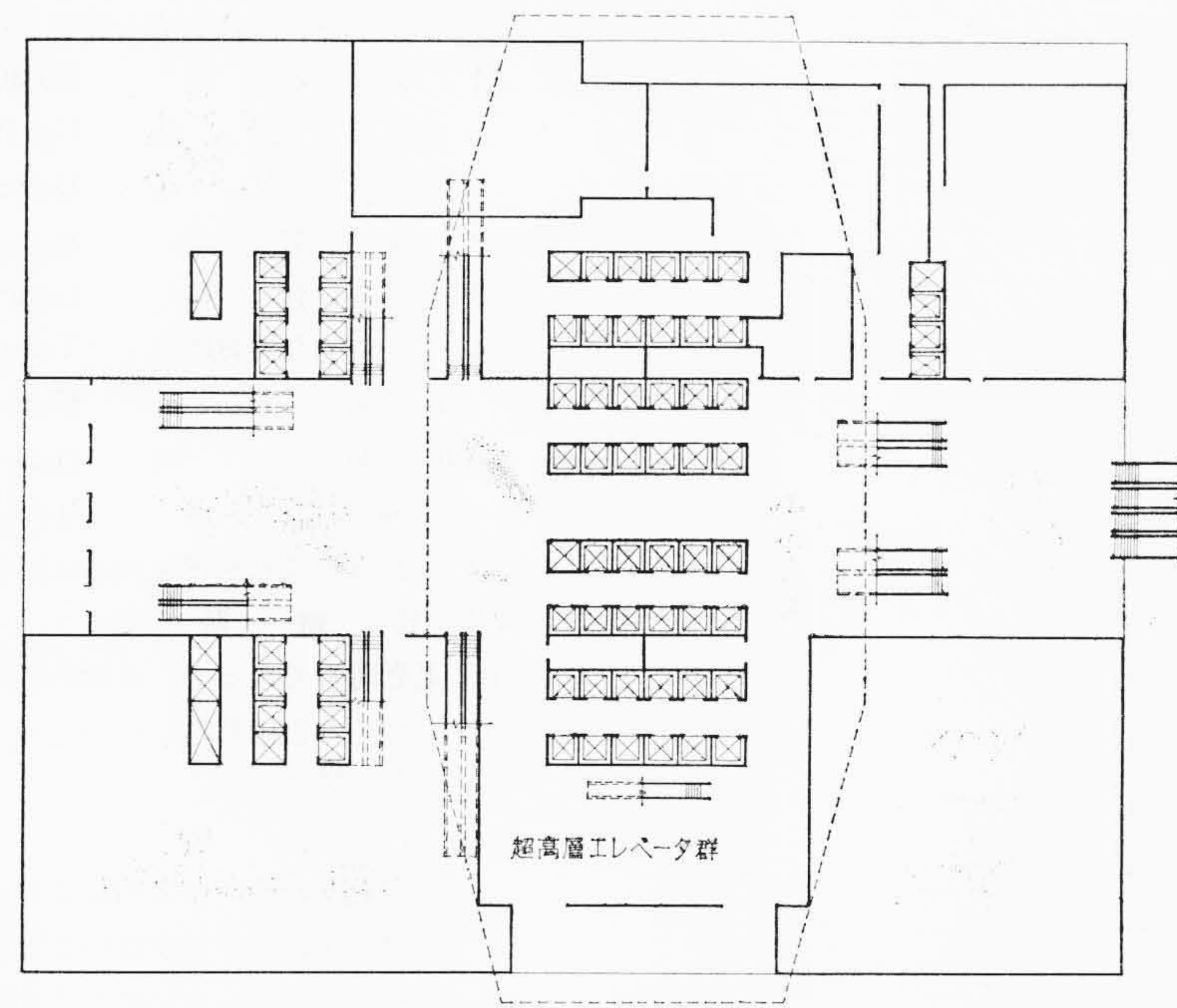
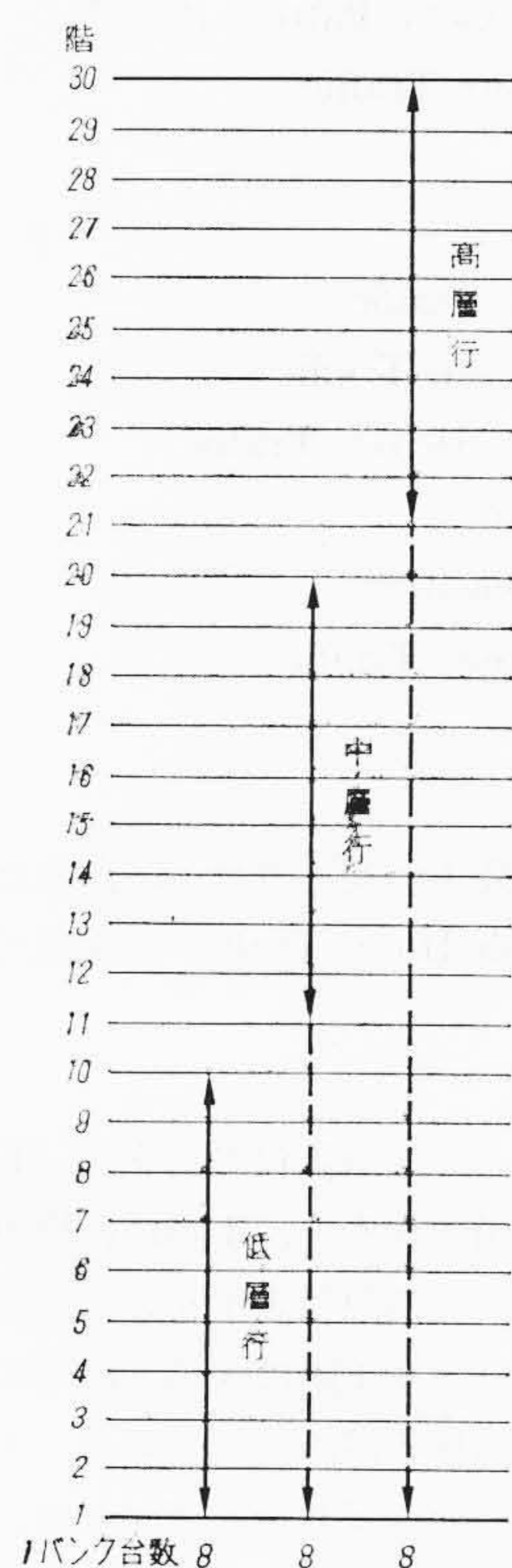
* 日立製作所水戸工場

** Computomatic は Computer, Automatic を合成した商品名で、Computomatic Traffic Programing は電子計算機を駆使して種々の交通需要の変化に対し統計的に最適群管理要素を指令するようにした新しい全自動群管理方式である。



(注) 昇り客： 1階から上階へ行った乗客
降り客： 上階から1階へ降りてきた乗客

第2図 エレベータの利用状態(1バンク5台のビル)



第4図 超高層ビル平面図の例

第3図 超高層ビルのサービス階の例

超高層ビルということにする。

わが国では、ビルの地上高さを制限していたため、大事務所ビルが平面的に大形化しているが、最近ますます超大形化の傾向がある。これは、各種企業のマンモス化に伴って管理業務の能率向上を図るため、全管理部門を同じビル内に集中するからであろう。したがって、ビル内の交通量も当然増加し、全階に配置された会社間の関連性や外部からの来訪者などもエレベータ乗客の交通量を決定づける大きな因子となる。そのうえ、朝夕のラッシュ時には外部の交通機関すなわち地下鉄やバス、電車などの便利の良い出入口に乗客が集中する例が多く、従来のビルのようにエレベータを出入口ごとに散在させた配置では、全エレベータ群を能率良く運転させることが困難である。

第2図に代表的なビルの交通需要を示した。わが国のビルの特徴として、この図が示すように朝のラッシュが急激に生じ、夕方ピークは割合に小さい反面、日中の交通量が連続して多いことなどが

指摘できる。アメリカでは、わが国と比較して電話網が発達し残業者が少ないという実状から、この交通需要は当然量的に差が生ずるが、時刻ごとの変化は定性的にほぼ同様である。また、超高層ビルでは第3図の例で示したとおり、ほぼ10階床程度にあらかじめサービス階を分割して運転することになるが、ビルの中核部に集中して配置されるため、前述したような乗客の片寄りもなく、しかも、各サービス層のエレベータ群すなわち高、中、低層の各群がそれぞれ各層の収容人口に比例した交通需要を示すことになる。以上の諸点を総合すると、超高層ビル向けとしては、交通量の片寄りなどの割合に過酷な運転条件下に発達した従来の方式を発展させて、さらに1バンク2グループ(8台)という新方式を開発することが合理的である。また、第3図の高層、中層行は定格速度を、たとえば300, 240m/min程度まで高速化して一周時間の短縮を図ることも必要である。第4, 5図にアメリカの代表的な近代ビルの2階平面図とそのサービス階を参考までに示した。

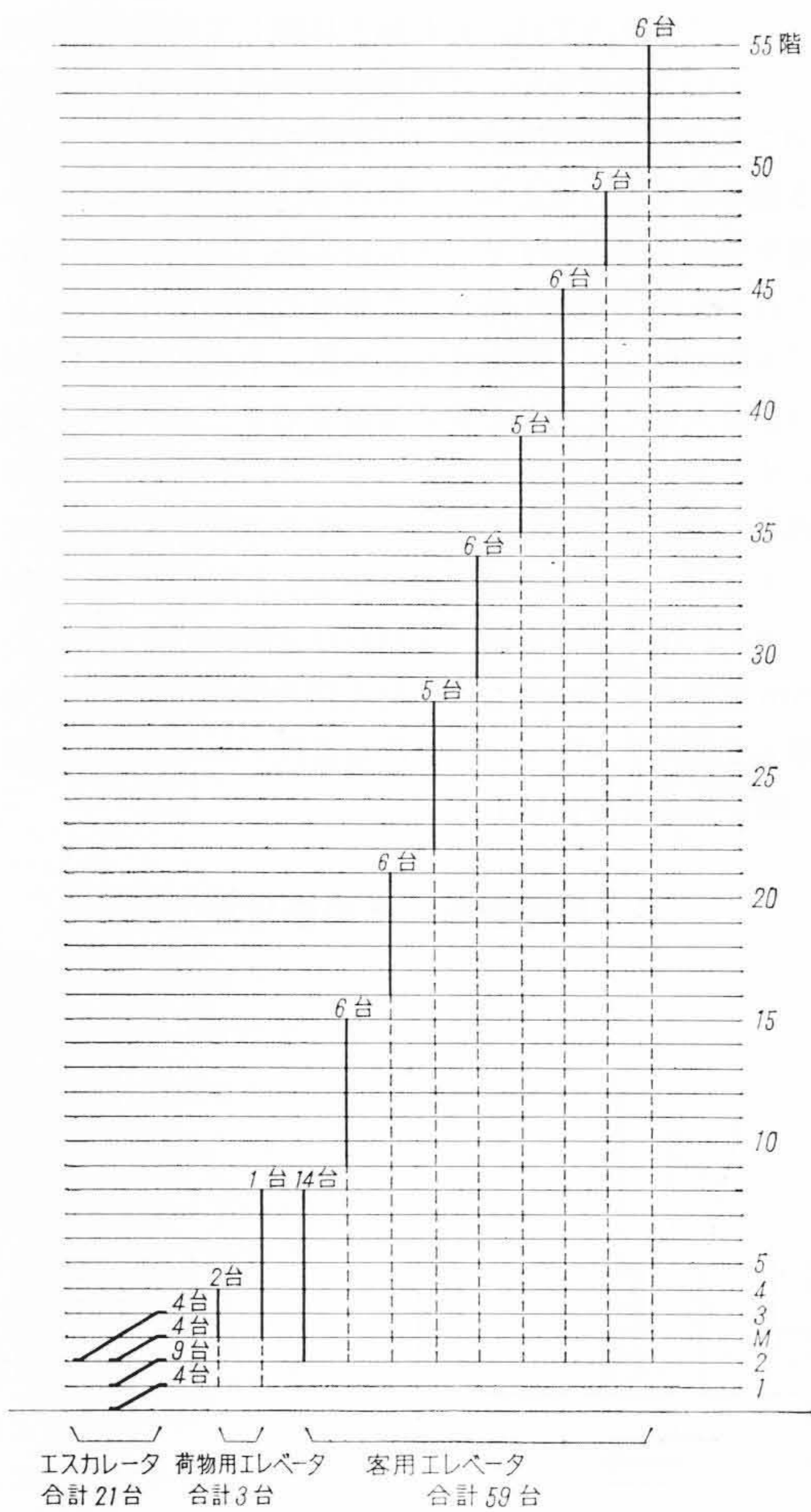
3. 管理運転とその全自動化

エレベータの並設台数が増加すると、一般に輸送能力は台数に比例して増加するが、各階の乗客の待時間は必ずしも台数に反比例して減少するとは限らない。たとえば、1バンク3台の場合、第6図に示すように全階にバラまくことが待時間を減少するために必要である。このように全台のエレベータ群を絶えず全階にバラまいて、待時間を少なくし、能率良い運転を行なうように管理することを管理運転といっている。

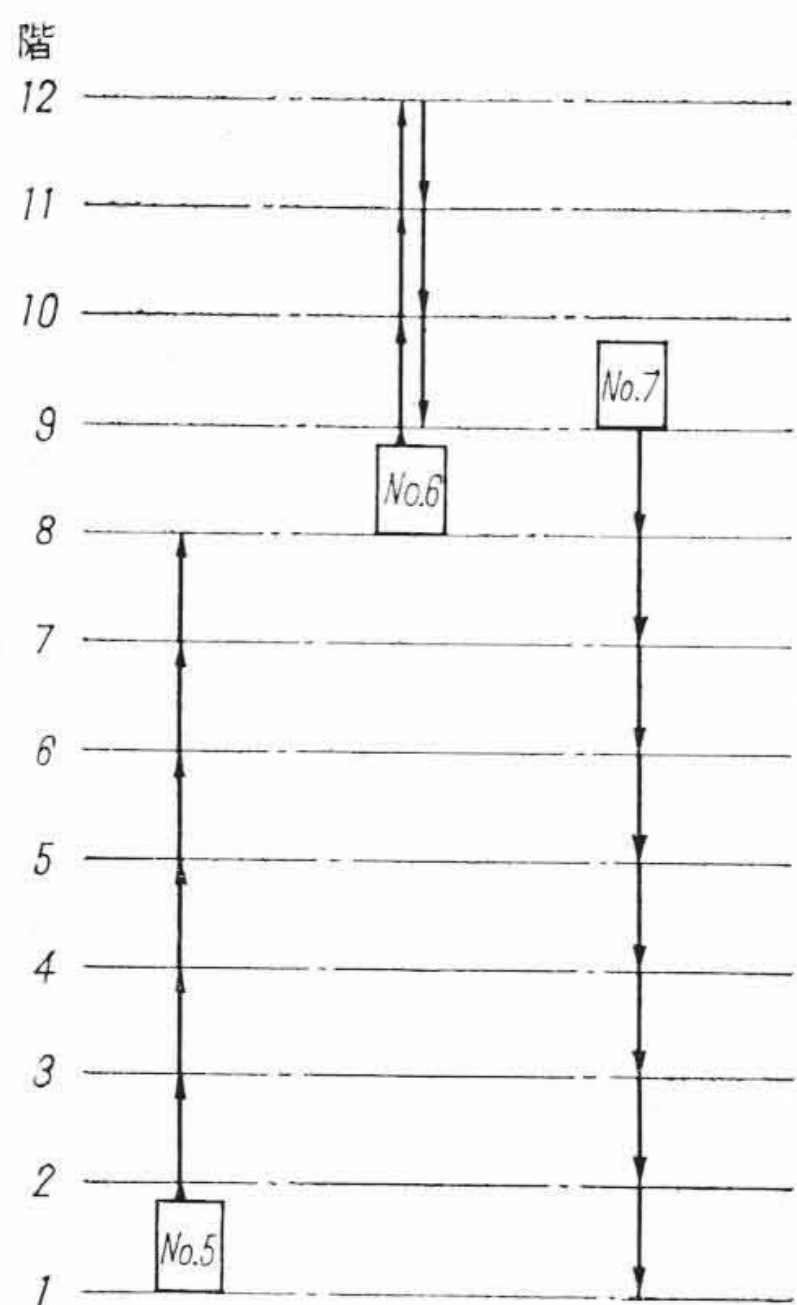
管理運転の方法としては、前述したように人為的な方法で、エレベータの運転台数や出発間隔を変えたり、乗客群を手ぎわよくさばくことが管理運転上最も良い方法のように思われる。しかし、実際に絶え間

なく監視することは困難なうえに、かご内の乗客数は絶えず変化し停止階、停止数を予測することもできないから、一周時間の判断を大きく誤ることが多い。さらに、管理者や運転手は1人でも多く乗せて満員で出発させようとするから出発が遅れるうえに、交通量に左右されてバラバラな出発間隔となる。しかも、各階の出入に混雑して一周時間が増大し、これらの因果関係が悪循環して混雑状態が長引き、期待するほど能率が上がるものではない。

一方、管理者の判断では、とうてい監視できないかご内の乗客数や行先階、運転方向、到着階、基準階からの運転時間、エレベータ相互の運転間隔のほか、呼びの数、方向を示す性質、分布、継続時間などを自動的に検出して分析し、その結果を総合管理すれば、少なくとも人力では到達できない有機的な管理を行なうことができる。さらに、朝夕と日中との区別を計時的に管理すると、たとえわが国のビルのラッシュが外国に比べて非常に激しくても、ラッシュ時に適した管理要素を設定できるから、迅速確実な分割急行運転指令を



第 5 図 超高層ビルのサービス階の例



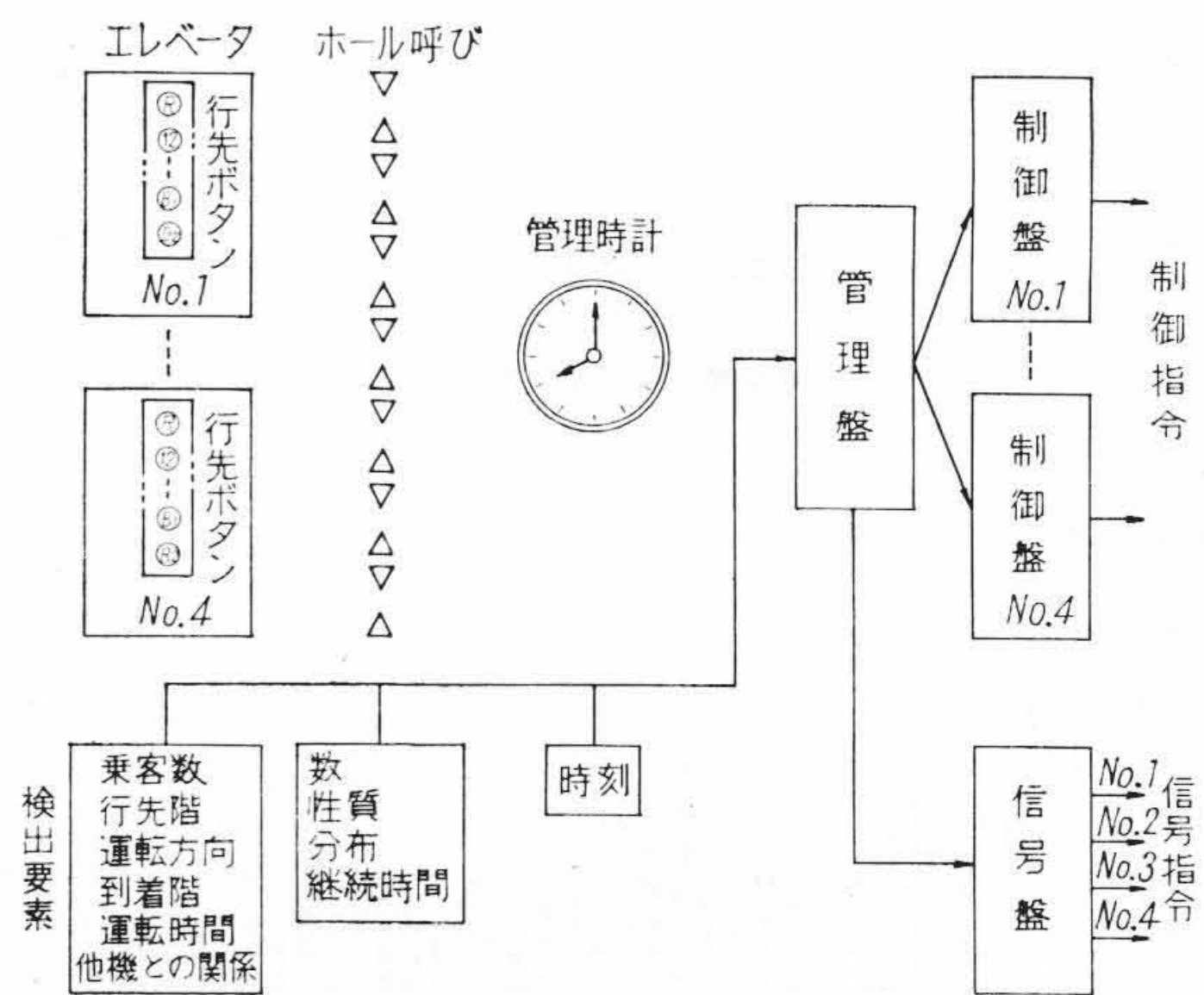
(3 台のエレベータがほぼ等間隔にバラまかれて運転していることを示している)

第 6 図 1 バンク 3 台の理想的な運転状態

与えて輸送能力強化を図り、ラッシュを解消する自動的な管理が可能になる。次に 1 バンク 8 台の Computomatic Traffic Programming の概要を述べてみよう。

4. Computomatic Traffic Programming

超高層ビルでは第 4 図に示したとおり、建築設計上や人員輸送の重要性からエレベータはビルの中枢部に配置される。また、使用上の便宜や経済性からホールの両側に設け、1 バンク 8 台を 1 単位として計画するのが最も望ましい。しかも、前項で述べたように、第



第 7 図 管理系統説明図

7 図に示す管理系統が絶えず交通需要の変化を判断するための情報を連続的に検出し、管理盤で総合的に判断して群管理を行なうものである。指令される代表的な運転系統は次の 7 Pattern である。

- (1) 混雑時 Rush Hour Traffic
 - (a) 出勤時 Up Peak
 - (b) 退勤時 Down Peak
- (2) 平常時 Balanced Traffic
- (3) 昼食時 Lunch Time Traffic
- (4) 一時的な混雑時 Transient Heavy Traffic
 - (a) 偏昇時 Heavy Up
 - (b) 偏降時 Heavy Down
- (5) 閑散時 Intermittent Traffic

次にこれらの運転状況を簡単に説明する。

4.1 混雑時

出、退勤時近くなると、自動的に管理要素が変更されて、急激なラッシュがくると同時に、いつでも Rush Hour Traffic が編成できるような態勢になる。

(1) 出勤時

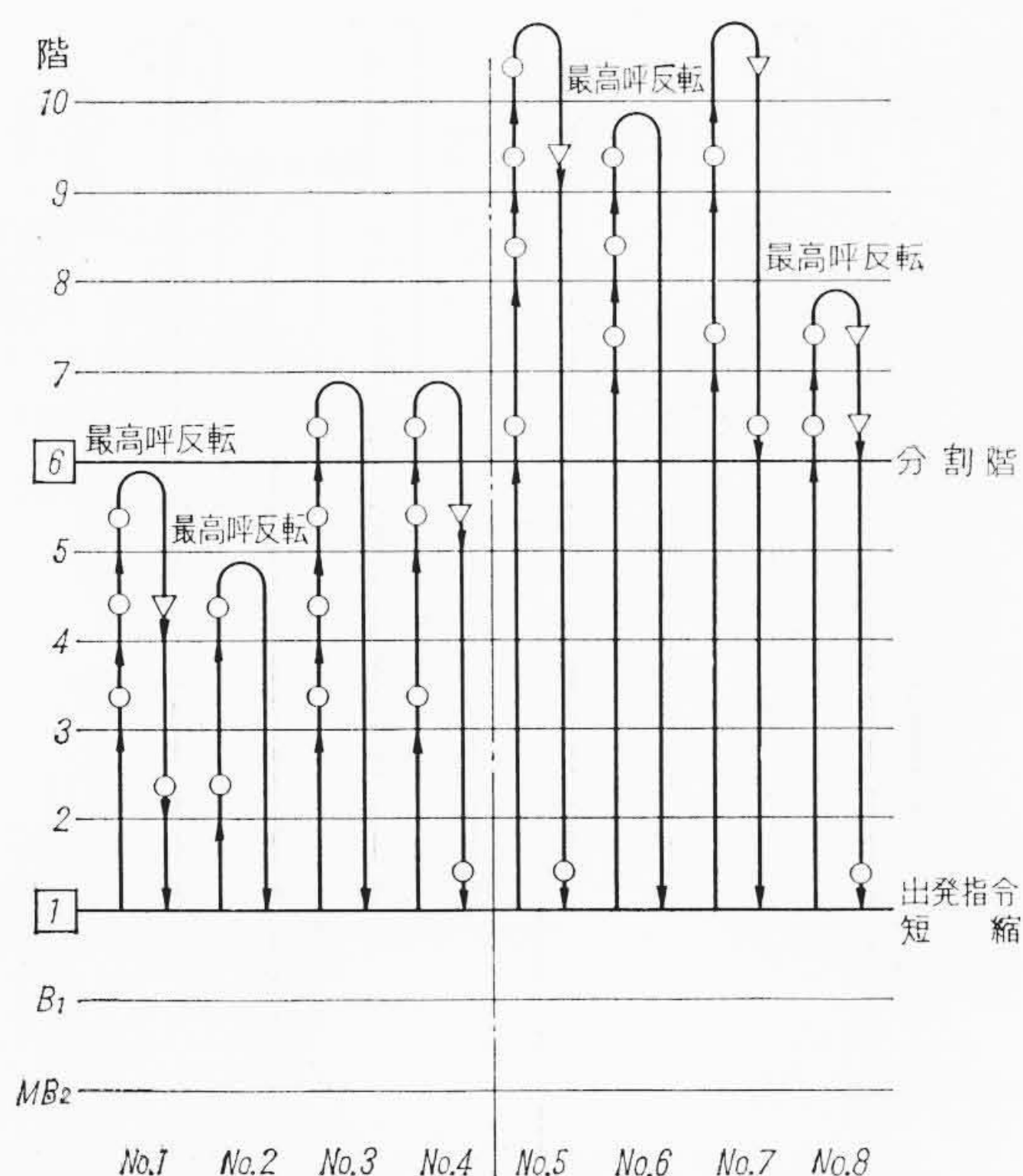
1 階からあいついで 2 台以上のエレベータが満員で出発し、しかも 2 階以上に呼びが少ないことが検出されると、1 階に待機中のエレベータはいっせいにドアを開き、分割急行表示をして急行運転にはいる。運転中のほかのエレベータも 1 階に戻ると同時につぎつぎに急行表示してから急行運転に移るが、先発エレベータだけは急行指令が出る前に乗った乗客のサービスの完了した後、急行運転に入るから、乗り替えの不便は全くない。急行運転中は、たとえば正面の 4 台が下層行、反対側の 4 台が上層行となる。出発間隔は約 10 秒に短縮されるが、出発時間にならなくても満員になるとすぐ出発し、乗客が降りてしまうと直ちに反転して 1 階に戻り輸送能力強化を図る。第 8 図は代表的な運転状況を図示したものである。

(2) 退勤時

1 階にあいついで 2 台以上のエレベータが満員で到着し、しかも 2 階以上の昇り呼びが少なく、降り呼びが連続して非常に多くなると、全エレベータがいっせいに Down Peak に入る。この場合も上、下層行に分れて急行運転を行なうが、上、下層の呼びがいずれか一方に片寄ると、呼びの少ない方が他層のエレベータを応援して、上、下層ともほぼ同時刻に運転が終わるように管理される。第 9 図は代表的な運転状況を図示したものである。

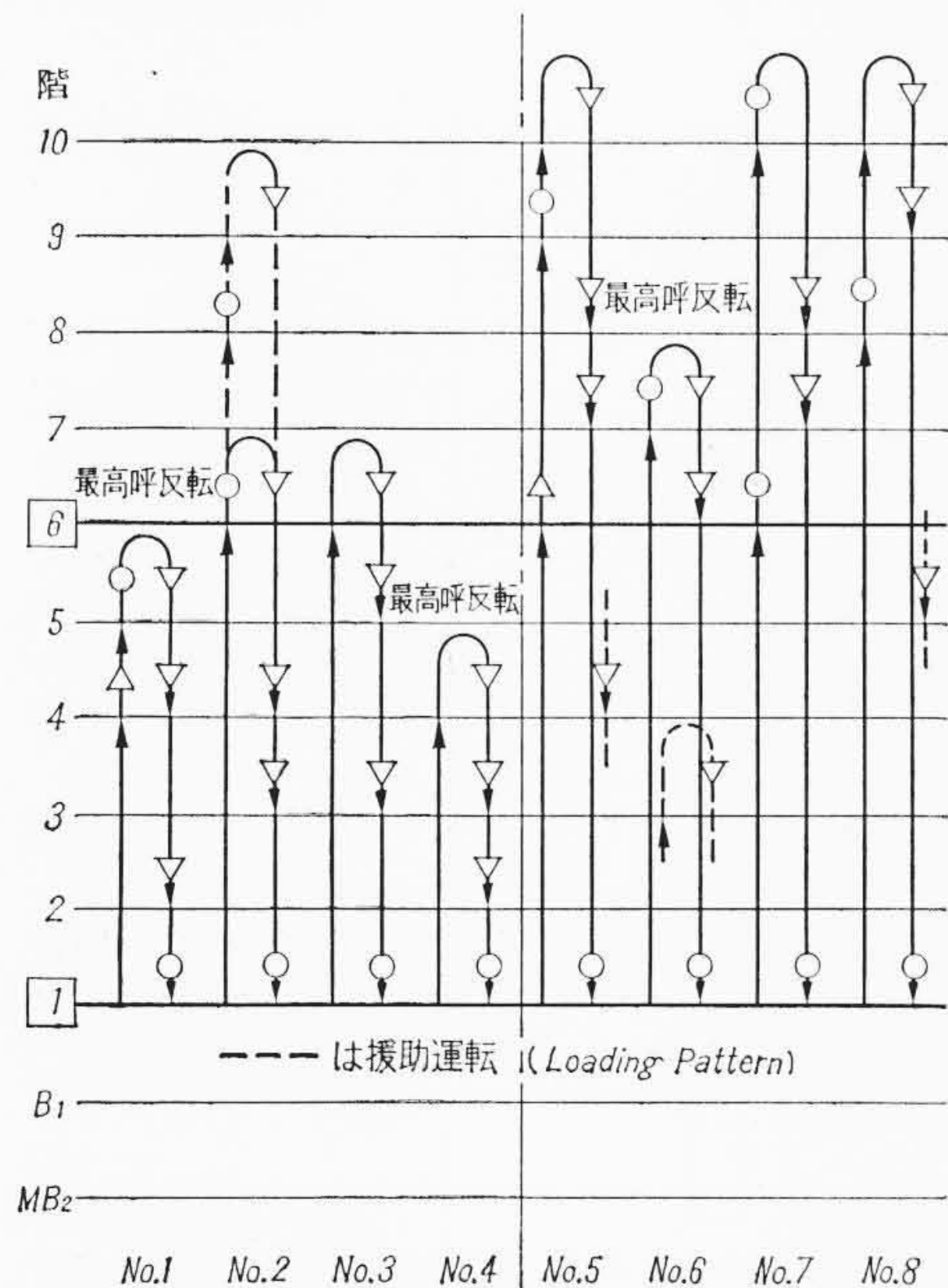
4.2 平常時

ラッシュが過ぎて交通量が減少し、昇りと降り呼びがほぼ同程度



注) ○印: かご内ボタンによる停止 △印: ホールボタンによる停止

第 8 図 出勤時 (Rush Hour Traffic-Up Peak)

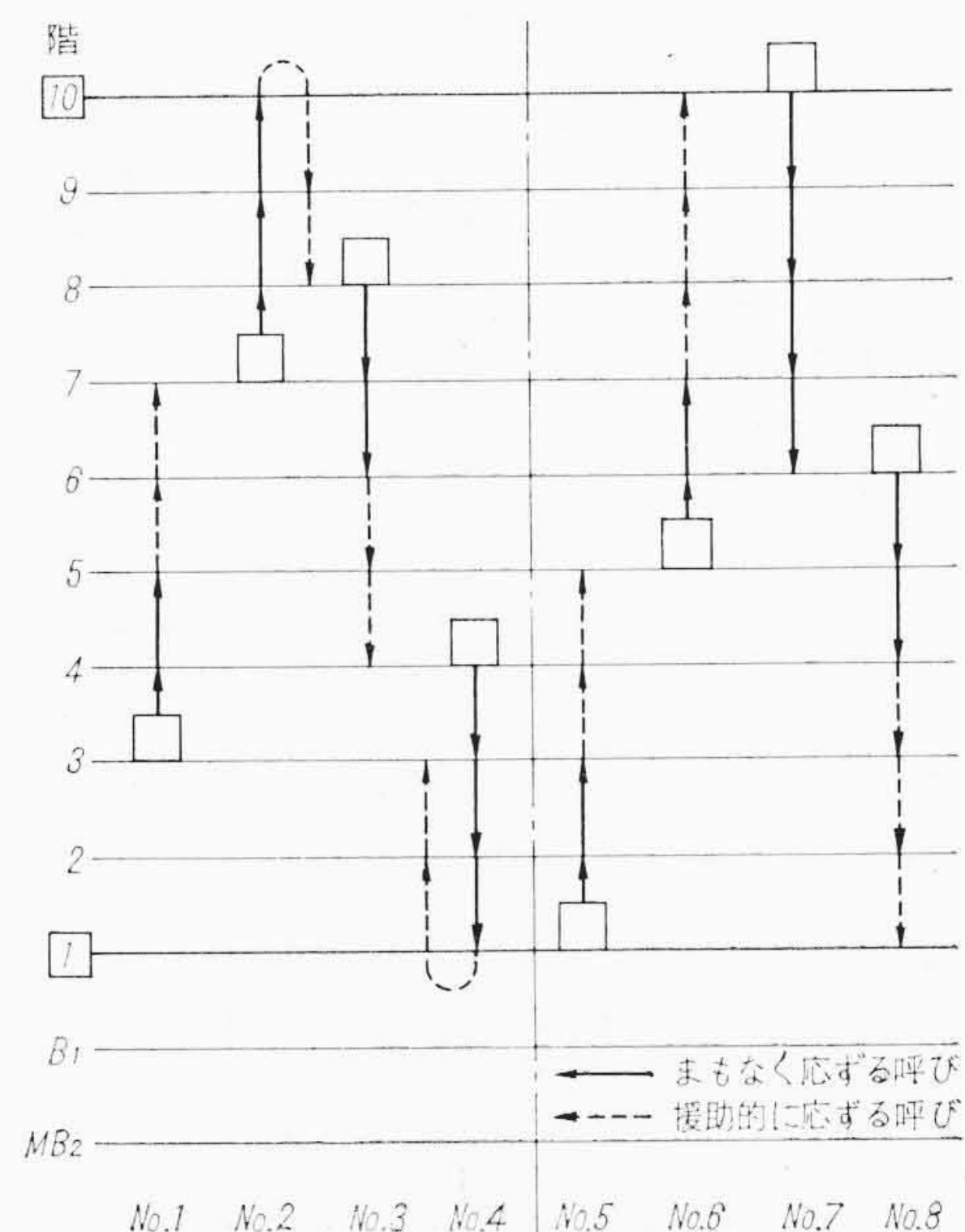


第 9 図 退勤時 (Rush Hour Traffic-Down Peak)

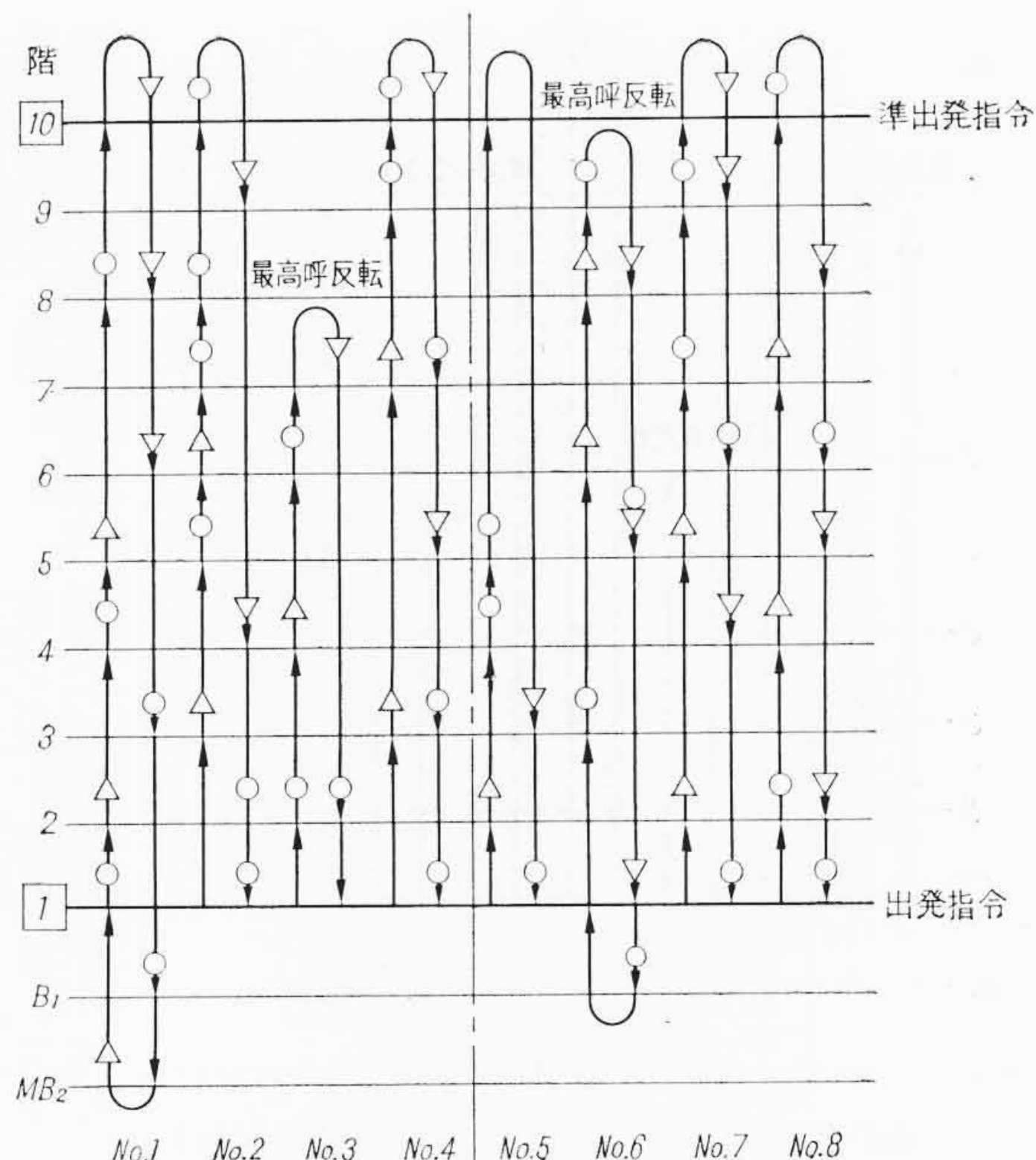
に生ずるようになると **Balanced Traffic** が指令される。8 台は両側の 2 グループに分かれて出発指令を受け、1 階では両側の 4 台の中の各 1 台が先発灯を表示し、ドアを開いて待機する。先発以外のものはドアをしめて待機するから、乗客は迷わずにすぐ乗れる。出発時間は自動的に延長されて約 20 秒になるが、これはエレベータの運転状況や乗客の乗り込み方によって変わるものであり、たとえば満員になるとすぐ出発する。しかも、正面の先発エレベータが出発すると、向い側の先発エレベータが約 10 秒遅れて出発するから、両側のエレベータが交互に出発指令を受けて第 10 図に示すような理想状態を保つように管理される。第 11 図は代表的な運転状況を図示したもので、運転中に運転間隔がくずれて一時的に片寄ると、上、下階の出発指令が変わり、第 10 図に示す理想状態に戻るよう自動的に調整される。

4.3 昼 食 時

昼食時近くなって食堂のある階が混雑し始め、相次いで満員で到着するようになると、**Lunch Time Traffic** が指令される。8 台と



第 10 図 1 バンク 8 台のときの理想的な運転状態



第 11 図 平常時 (Balanced Traffic)

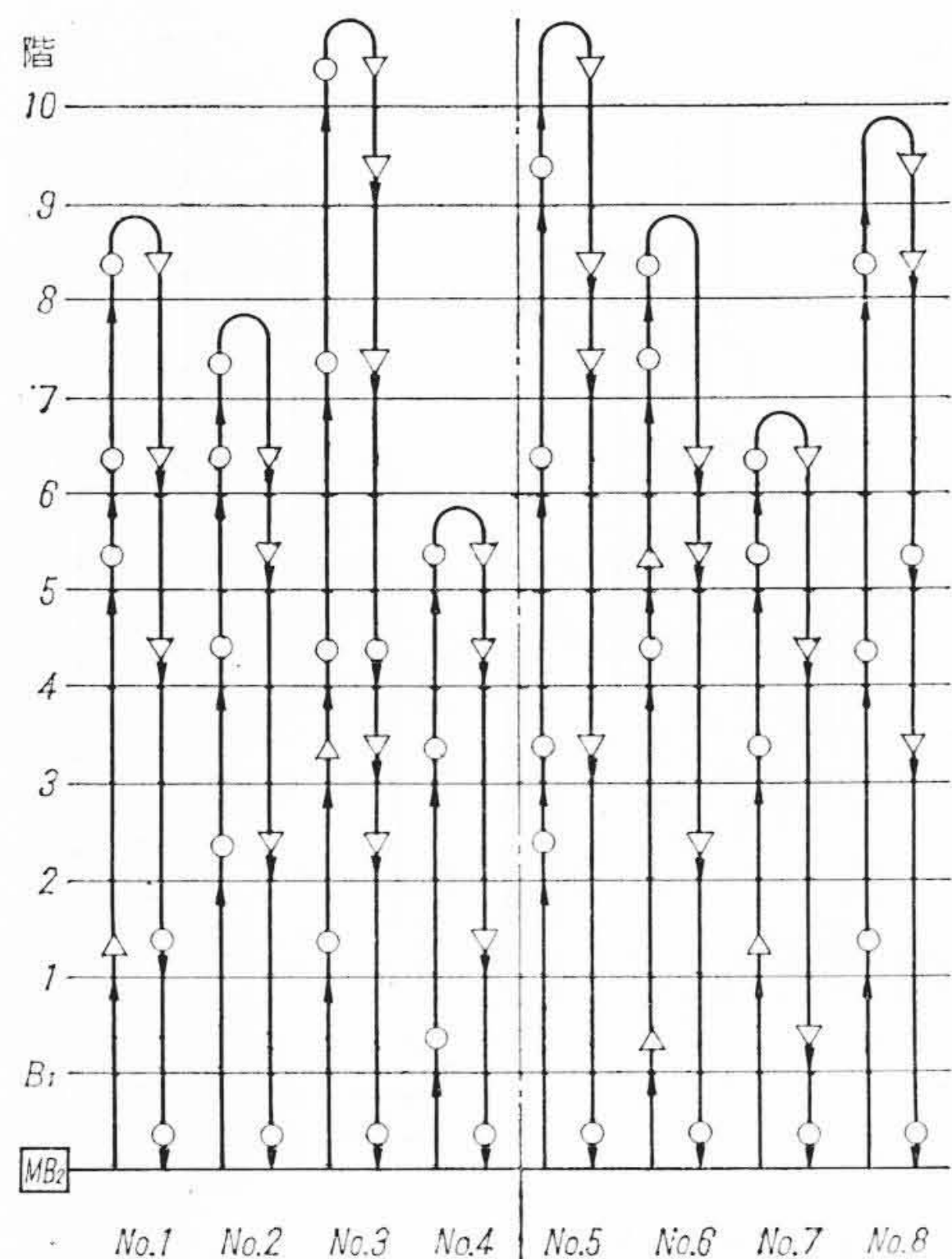
も基準階を 1 階から食堂のある階に移して、昼食時の混雑を積極的に解決するが、一方、食事が済んだ人もその階ですぐ乗れるようになるわけである。第 12 図は代表的な運転状況を図示したものである。

4.4 一時的な混雑時

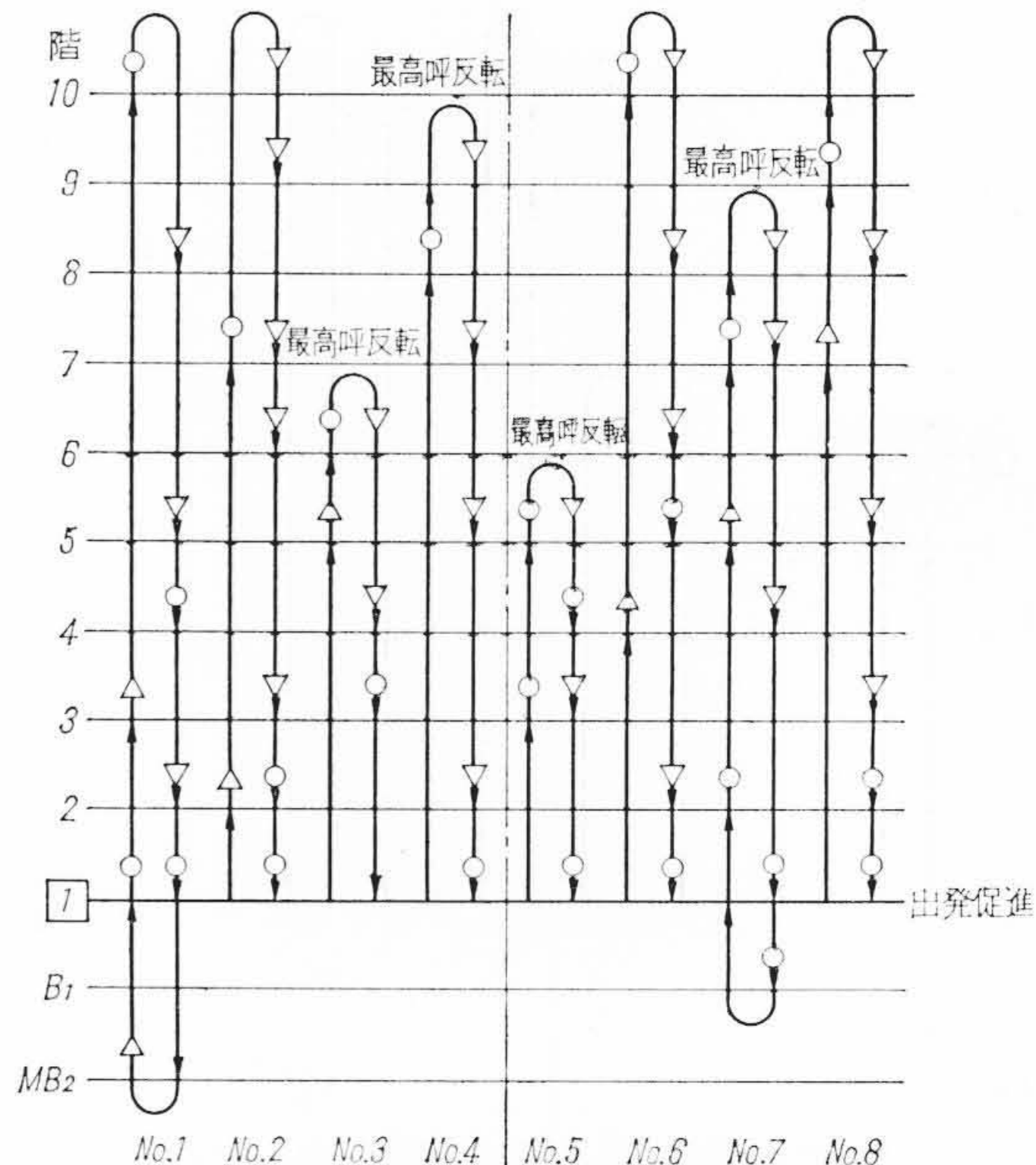
昇り客または降り客が一時的に多くなり一定時限に達すると、**Heavy Up** または **Heavy Down** が指令される。このときは 1 階の出発指令が約 5 秒に短縮される。また、途中階で乗客が居なくなり、しかもその階から上階に呼びがなければ直ちに反転するよう最高呼び反動指令を受け、全階の呼びの片寄りを迅速に解消させる。第 13, 14 図は代表的な運転状況を図示したものである。

4.5 閑 散 時

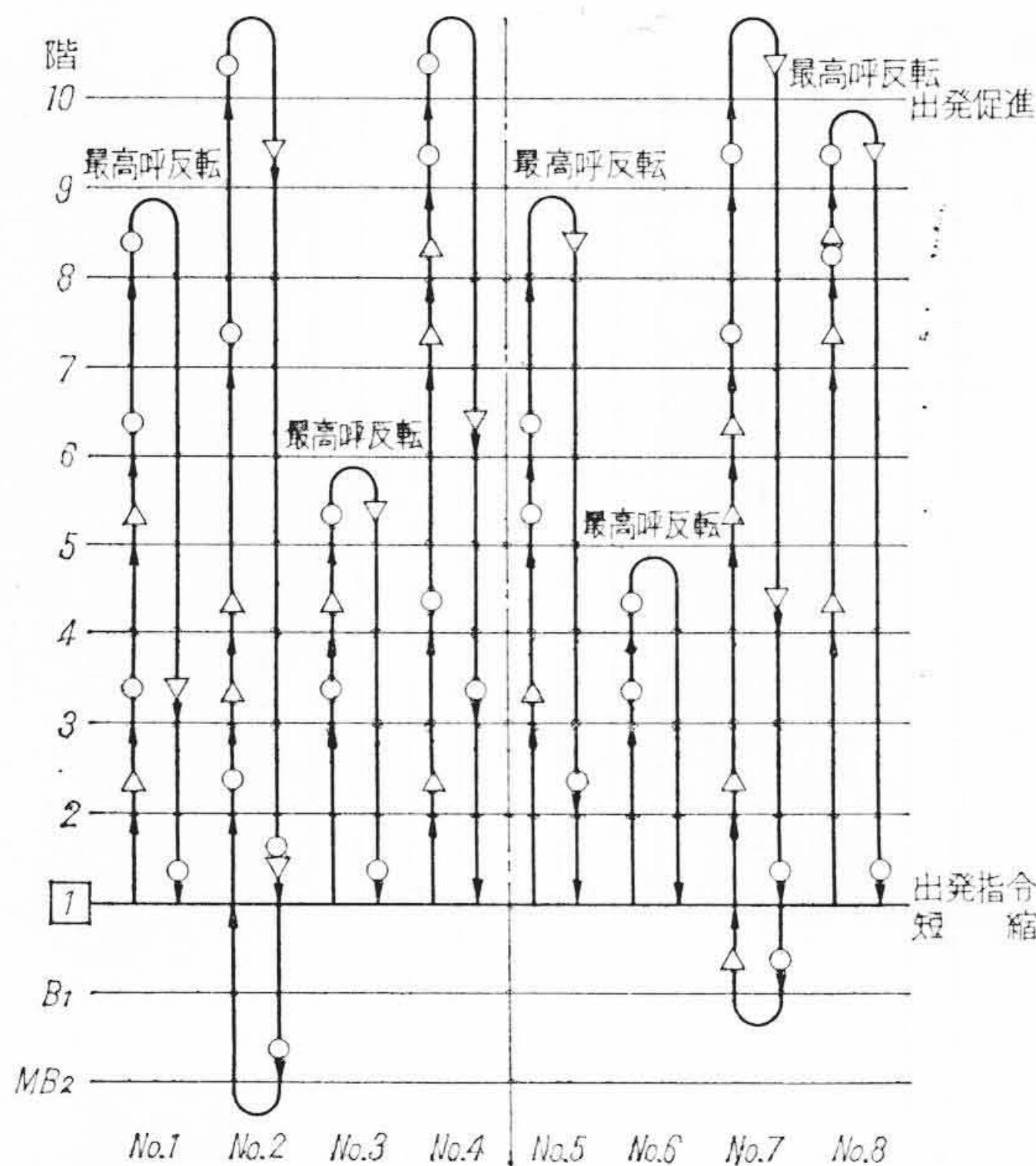
乗客が少なくなると、呼びが間欠的に生ずるようになると、**Intermittent Traffic** が指令される。まず、片側の 4 台が休止階、たとえば 1 階へ自動的に復帰して休止し、ほかの 4 台は 3 分以上呼びがなくなるごとに 1 台ずつ休止態勢に移り、最後の 1 台だけはサ



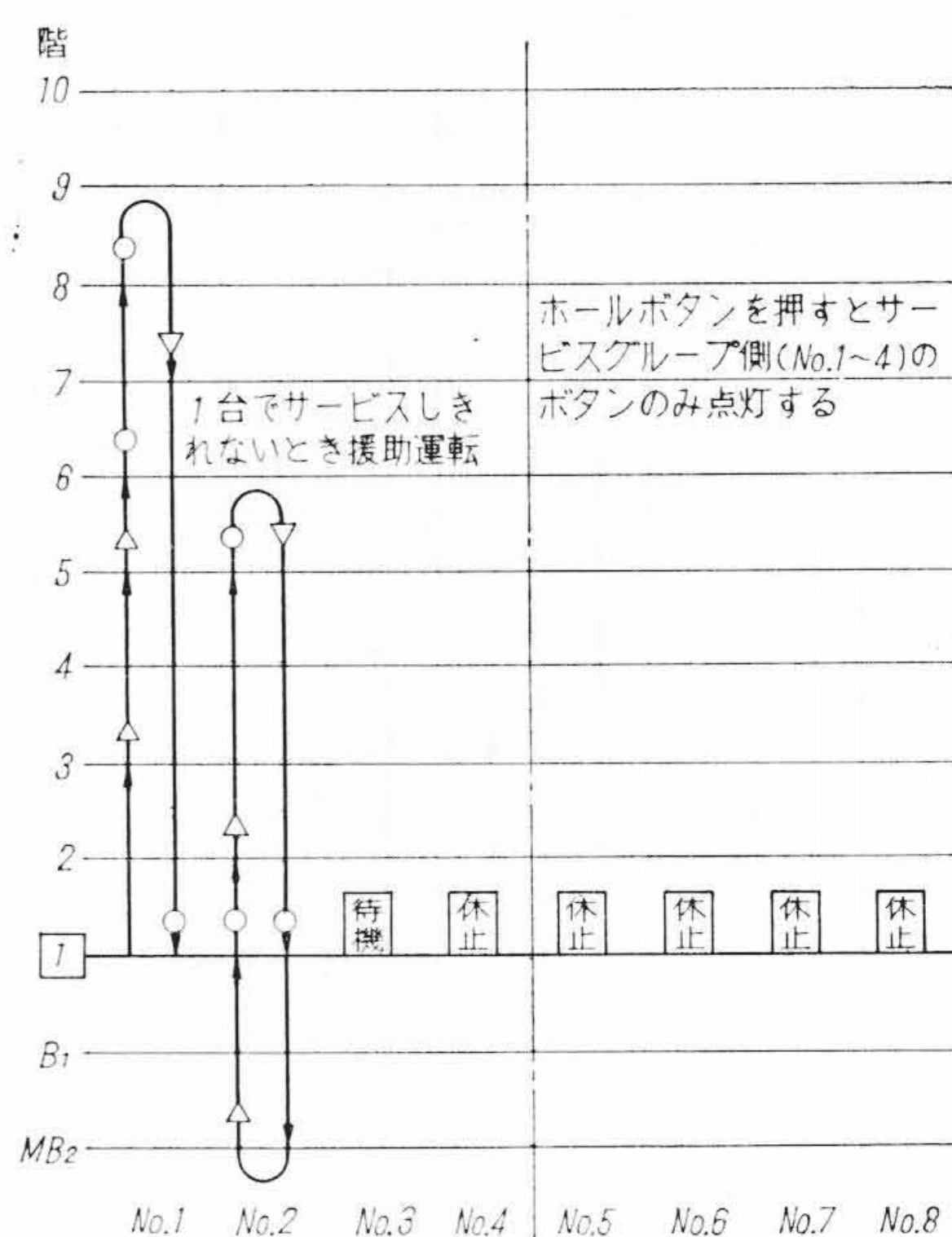
第 12 図 昼食時 (Lunch Time Traffic)



第 14 図 偏降時 (Transient Heavy Traffic-Heavy Down)



第 13 図 偏昇時 (Transient Heavy Traffic-Heavy Up)



第 15 図 閑散時 (Intermittent Traffic)

ービスエレベータとして残される。逆に、呼びが再び増加し、ボタンを押して 30 秒たっても到着しないときは、1 台で応じきれなくなったのであるから、休止中の 1 台が再び運転に入る。このようにして、絶えず乗客数や呼びの数を監視して運転台数を増減するが、さらに 3 分以上乗客がなくなったことを確認すると、最後の 1 台も休止階へ戻り、ドアをしめ、かご内の天井灯、ホールの信号灯を消し、電動発電機を自動的に停止して休止状態にはいる。万一、休止中に呼ばれると、サービスエレベータがホールの信号灯をつけ、間もなく呼びに応ずることを示して運転にはいる。第 15 図はこの状況を図示したものである。

5. 管理運転とその効果

超高層ビル向けの全自動群管理方式が従来の考え方を発展させて解決できることはすでに述べた。これは、ニューヨークに林立している摩天楼群のエレベータを調査し、ビルの規模、収容人口、エレベータの配置、台数、サービス階などから、わが国の計画ならびにそ

の運営を推測すると、今後ともわが国の特殊事情を十分織り込まねばならぬことがわかる。したがって、日立製作所独特な Autogram Traffic Pattern を超高層ビル向けとして発展させ Computomatic Traffic Programing を開発したが、運転内容の等価性から考えて、従来の実績を保ち得ることも期待できる。

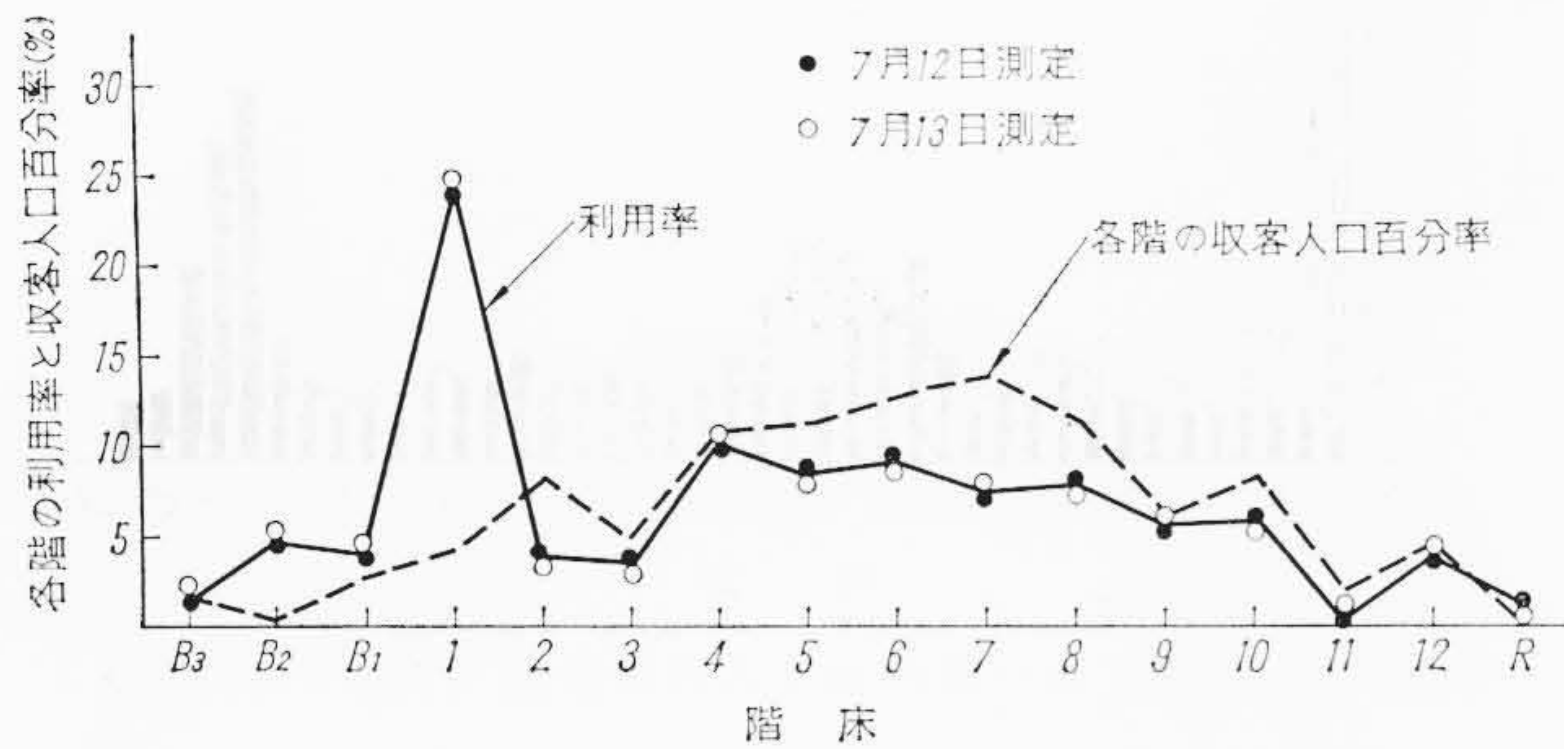
群管理を行なった場合の技術的な効果を確認するには、測定上にも種々の難問がある。したがって、長時間のデータを詳細に発表して論じた例が少ないが、今後さらに新たな管理方法を開発するには、詳細に調査し分析した資料が必要である。この見地から、関電本社ビル、安田生命ビルでそれぞれ 1 バンク 3, 5 台の実態調査を行なったが、本稿では電子計算機で解析した関電ビルの例を説明する。

第 16 図は 1 日中のエレベータの到着回数が、その階の利用率を表わすものと考え、全階の利用率とその 2 日間の違いを調べてみた。両日の測定結果はほとんど同じであり、たとえ人口が少なくてもその階の使用目的によって利用率が高い階があることや、エレベータ

第1表 4階における各 Pattern 中の平均待時間

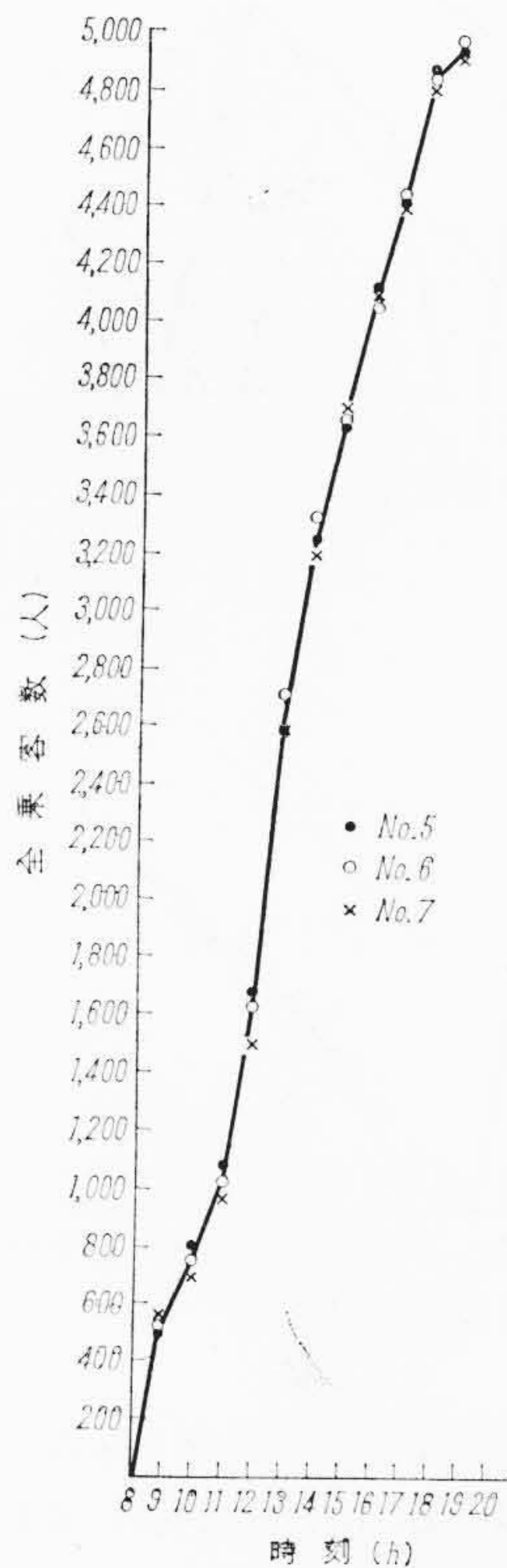
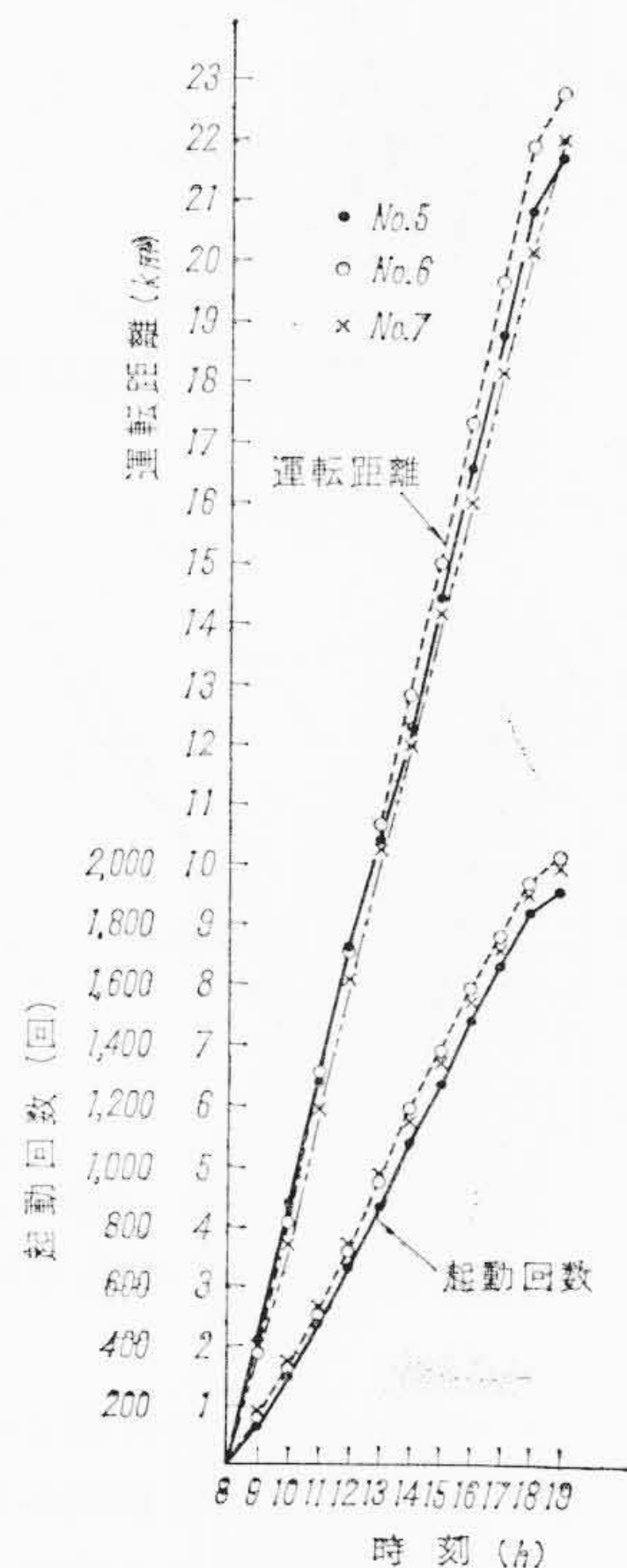
月 日	呼 び	Up Peak			Balanced			Heavy Up			Heavy Down			Down Peak			Intermittent		
		T_w	N	P	T_w	N	P	T_w	N	P	T_w	N	P	T_w	N	P	T_w	N	P
7/12	△	17	6	7	14	6	8	13	5	6	16	3	5	24	6	7	—	—	—
	▽	19	14	22	24	9	12	27	8	20	24	6	23	26	12	40	14	4	4
7/13	△	27	3	3	23	9	13	18	2	4	26	4	7	30	3	3	—	—	—
	▽	30	5	8	22	7	15	21	9	16	36	15	43	14	26	64	25	3	4

(注) T_w : 平均待時間〔秒〕(30分間) N : 到着回数 P : 乗客数〔人〕(4階から乗った人数)



(注) 利用率 = $\frac{\text{その階の停止数}}{\text{全階のエレベータ停止数の総和}}$

第16図 各階の利用率と収容人口百分率

第17図
各階の利用率と収容人口百分率第18図
起動回数と運転距離

の運転状況は一見雑然としているように思われるが、収容人口の多い大事務所ビルでは個々の人達が好き勝手に動いているようでも、統計的には割合に安定した状態を保っていることがわかった。第17図は各階の利用率、第18図は起動回数と運転距離の1日中の総和を各エレベータごとに示した。第1表は4階における各 Pattern 中の平均待時間であって、ラッシュ時には特に待時間が長いといわれていた階を代表して測定したものである。第2表にはほぼ同規模のビルを選んで平均待時間の比較を行なったもので、全く同じ方法で実測した結果、群管理を採用していないA～Cビルが1.5～2倍以上長く待たねば乗れないこともわかった。これらの結果を要約すると、群管理の効果は次のとおりである。

第2表 平均待時間の実測例

ビル名称	平均待時間(S)	全自動群管理の効果	ビル総延坪(坪)	エレベータ台数(台)	備考
関電ビル(北側)	23.6	1	$\frac{11,300}{2}=5,650$	3	朝夕のラッシュ時を含む(南側4台を除き坪数を半分とした)
Aビル	37.2	1.6	6,000	3	(朝夕のラッシュ時を含む)
Bビル	49.0	2.1	7,335	3	(朝夕のラッシュ時を含む)
Cビル	40.0	1.7	7,490	6	(朝夕のラッシュ時を含む)

(注) (1) 関電ビル……全自動群管理方式
(2) A～Cビル……群管理化していない方式

- (1) 管理者、案内者、運転手に要する人件費がいらぬ。
- (2) 同じ台数では群管理を行なわない場合に比べて、大幅に待時間が短縮できる。
- (3) 朝夕のラッシュが自動的に解消されて、途中階でも日中の平均待時間とほぼ同程度になる。
- (4) 1バンクのエレベータ群の負荷率すなわち乗客数、起動回数、運転距離などが均等化し、保守上の寿命がさらに長くなる。

6. 電子計算機による検討

エレベータの一般的な運転条件は乗客の到着状態や乗り込み方など問題が複雑に関連しているので、その理論的な解析は非常に困難である。しかし、前項で述べた実態調査の結果から統計的手法を応用して解析できる見通しをたてた。すなわち、このような解析的理論解が求めがたい問題に対する手法としてモンテ・カルロ・シミュレーションを行なってみた。本稿では、関電ビル納日全自動群管理方式1バンク3台（将来4台）で初めて採用した分割急行運転の効果について、現実に応じたモデルを作ってシミュレートした結果だけを紹介しよう。

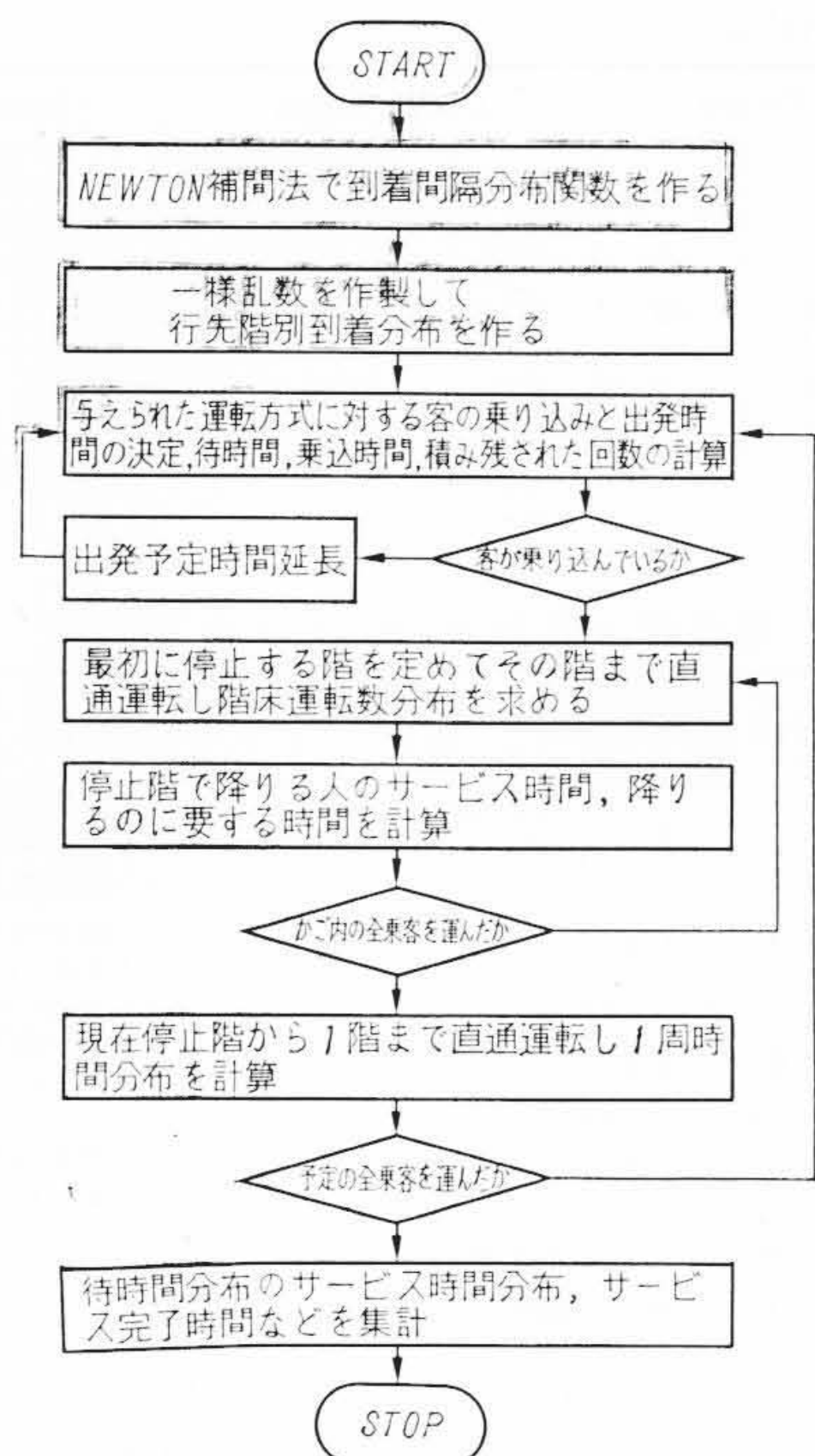
6.1 解析した内容の例

- (1) 分割階の検討
- (2) 目的階へ着くまでのサービス検討
- (3) 自動管理による分割急行運転切替え方式の検討
- (4) その他

群管理の効果について調査した場合、その管理要素が種々の交通需要に最適であるか否かを立証することはできない。たとえば、分割階を5、7階に変更した場合、全く同じ交通需要でどの程度の差があるか、次に上、下層行に分かれるためサービス台数が減って、たとえ輸送能力は増加しても平均待時間が延びたり、目的階に到着する時間が長くなることはないか、また、ラッシュになる前からあらかじめ手動で分割急行運転に切り替える方式と自動的に検出して切り替える方式と本質的な違いがあるか、など実際に同一ビルで実測できない問題を取り上げてみた。

6.2 解析の方法

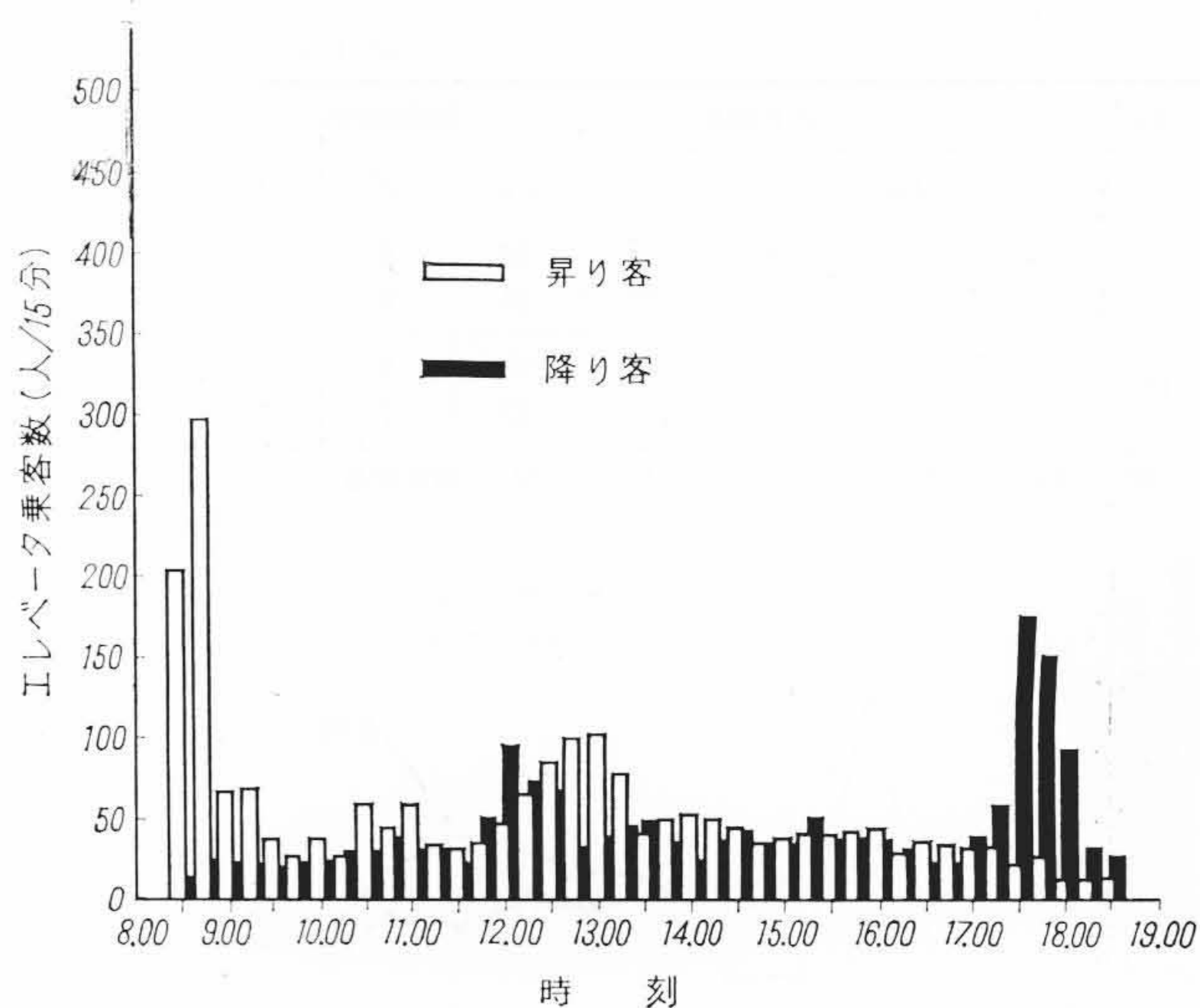
朝のラッシュを実際に調査して分析し、そのデータから計算上の基礎資料を作り、乗客の行先階別到着分布とエレベータ運転に対する仮定として時間の単位は秒の1/10にとることにした。乗客到着



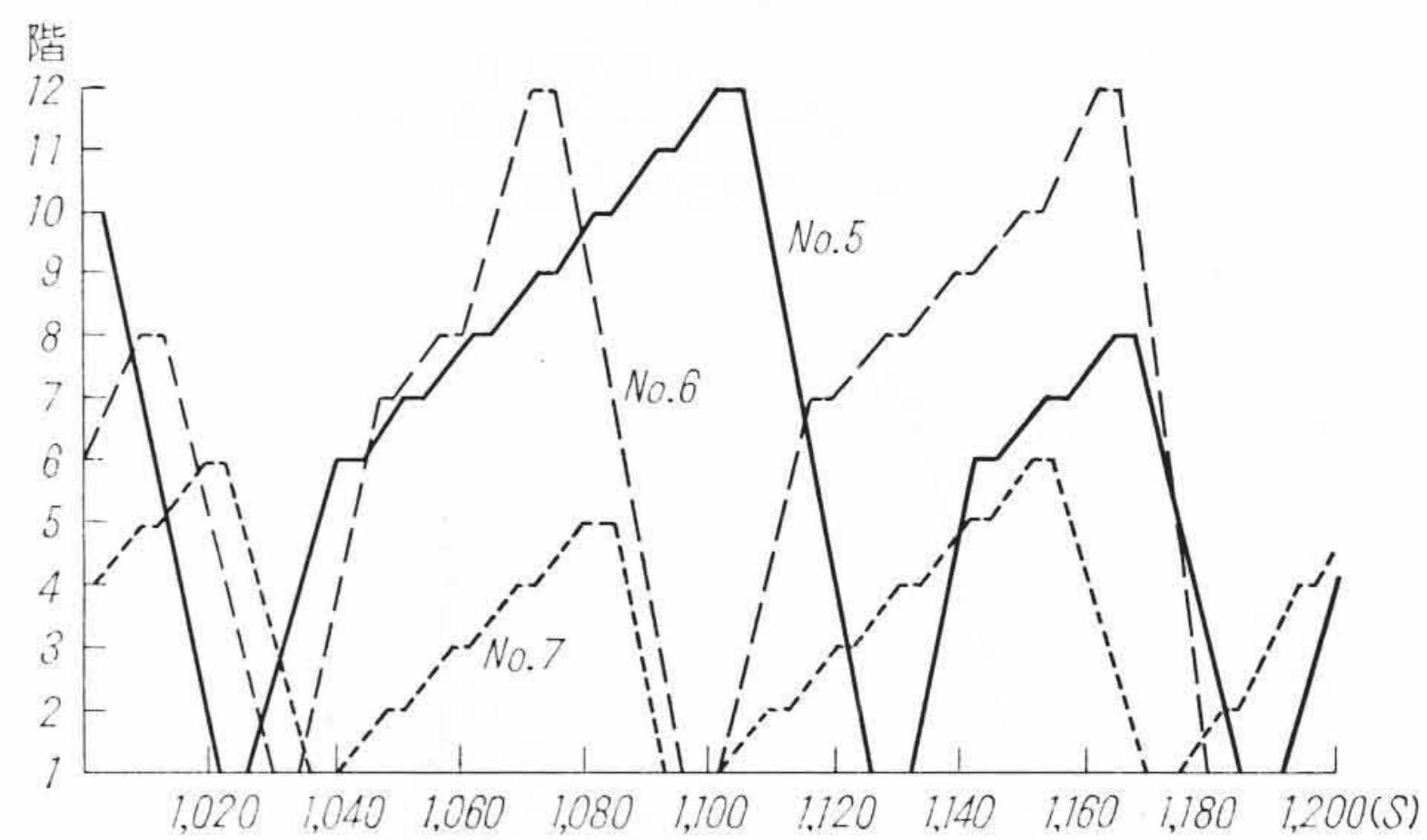
第19図 群管理解析用フローチャート



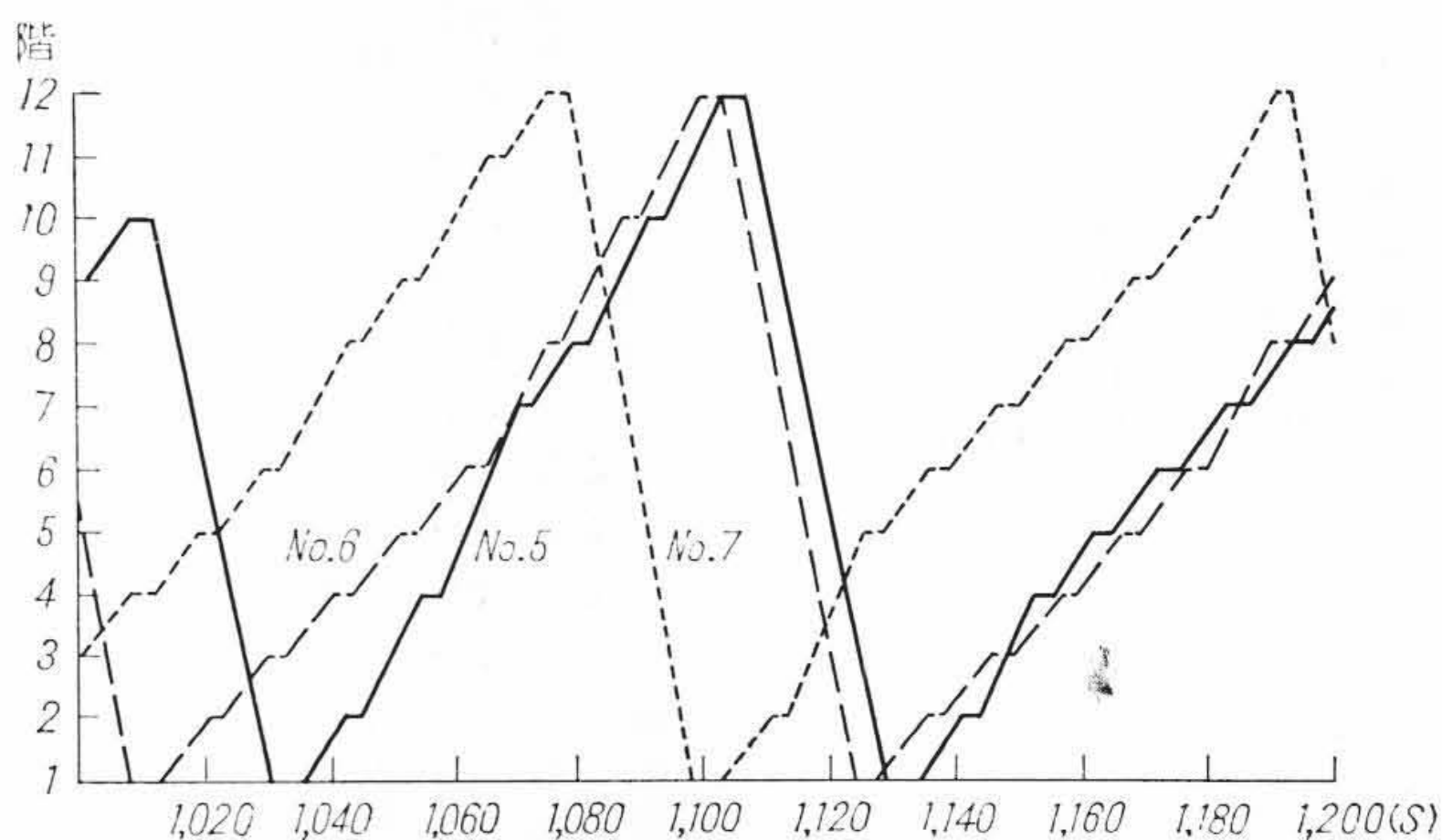
第20図 分割急行運転時のサービス階



第21図 関電ビル一階における利用状態（1バンク3台）



第22図 分割急行運転時の計算上の運転例



第23図 普通運転時の計算上の運転例

分布はポアソン分布とし、また乗客の行先階分布は第16図に従い、先着順サービスを採用した。エレベータの運転諸元は日立全自動群管理方式 150 m/min FV 形ギヤレスエレベータの標準仕様に基いた。

第19図はシミュレーションの計算に用いたフローチャートの概要、第20図は分割急行運転時のサービス階、第21図は関電ビルの実測例である。また、乗客がポアソン分布を規制する条件に従って到着すると考えられる短い時間区間においては、乗客の平均到着間隔が2～3秒であると考えられる。以上の資料から乗客の平均到着間隔3秒の場合の、計算上の運転状態を第22、23図に例示した。普通運転とは分割急行運転を行わない普通の全自動並列運転をいう。なお、サービスの良否に対して厳密な検討を行なうため、検討項目を次のように定義することにした。

- (1) 平均待時間とは全乗客の待時間の総平均であって、待時間とは乗客がエレベータの前に到着した瞬間から乗り込み可能なエレベータが到着しドアが開き終わるまでの時間とする。
- (2) 平均サービス時間とは全乗客のサービス時間の総平均であ

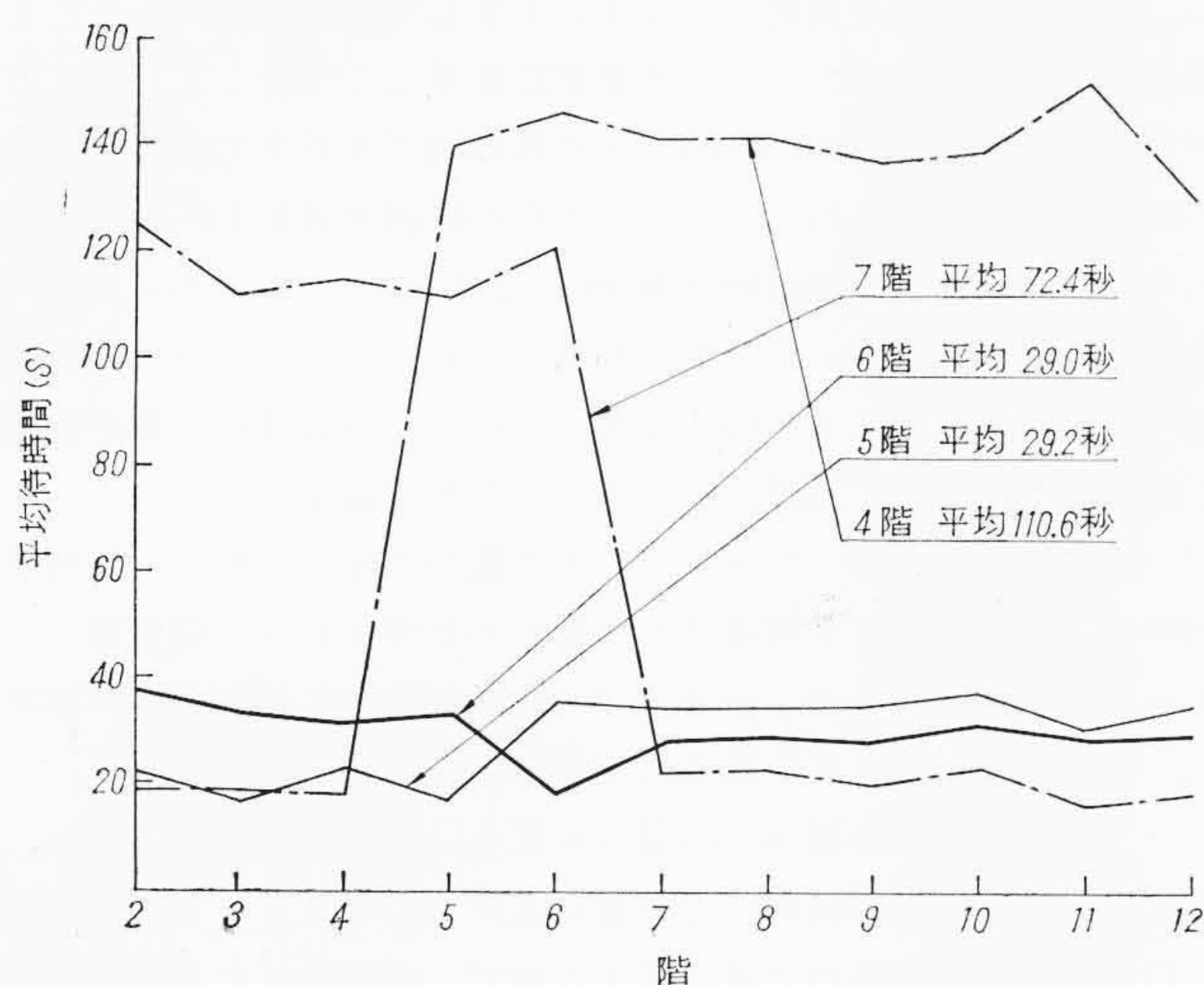
って、サービス時間とは乗客がエレベータに乗り込み、ドアが閉じ始める瞬間からその乗客が目的階に到着してドアが開き終るまでの時間とする。

- (3) 平均サービス完了時間とは全乗客のサービス完了時間の総平均であって、サービス完了時間とは上記の待時間、サービス時間および1階で乗り込みに要した時間の総和とする。

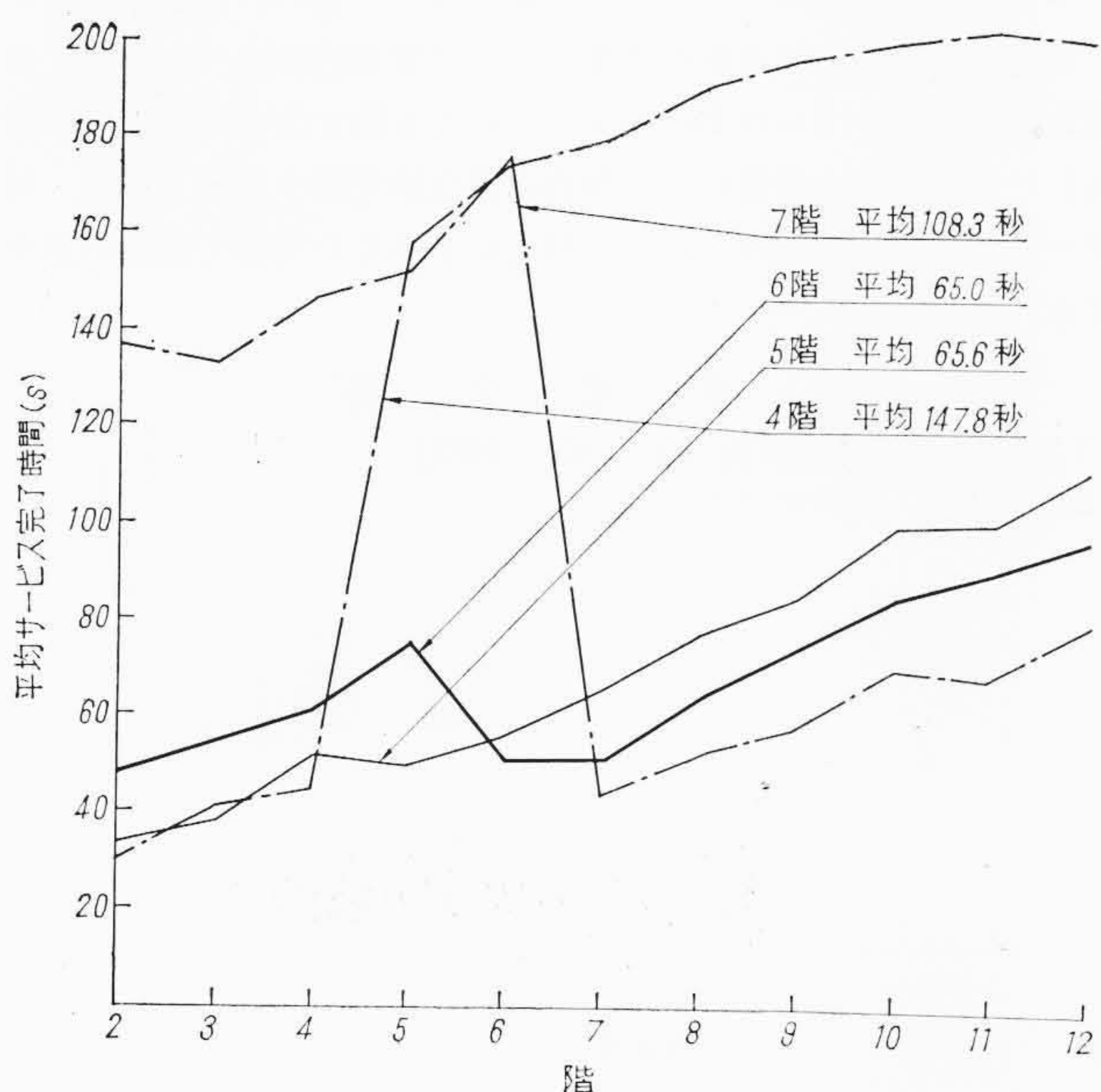
一般にサービスの良否を判断するには平均待時間の比較でもよいが、さらに厳密な判定をするため、平均サービス完了時間を算出して、この時間の最も短い方式をサービスのよいものとして検討してみた。

6.3 解析結果

階段を利用する人はないものとし、1バンク3台、乗客の平均到着間隔2秒の場合、第24図は平均待時間、第25図は平均サービス完了時間の計算結果を示すが、いずれも分割階は現在の設計どおり6階が最も適当であることを示している。



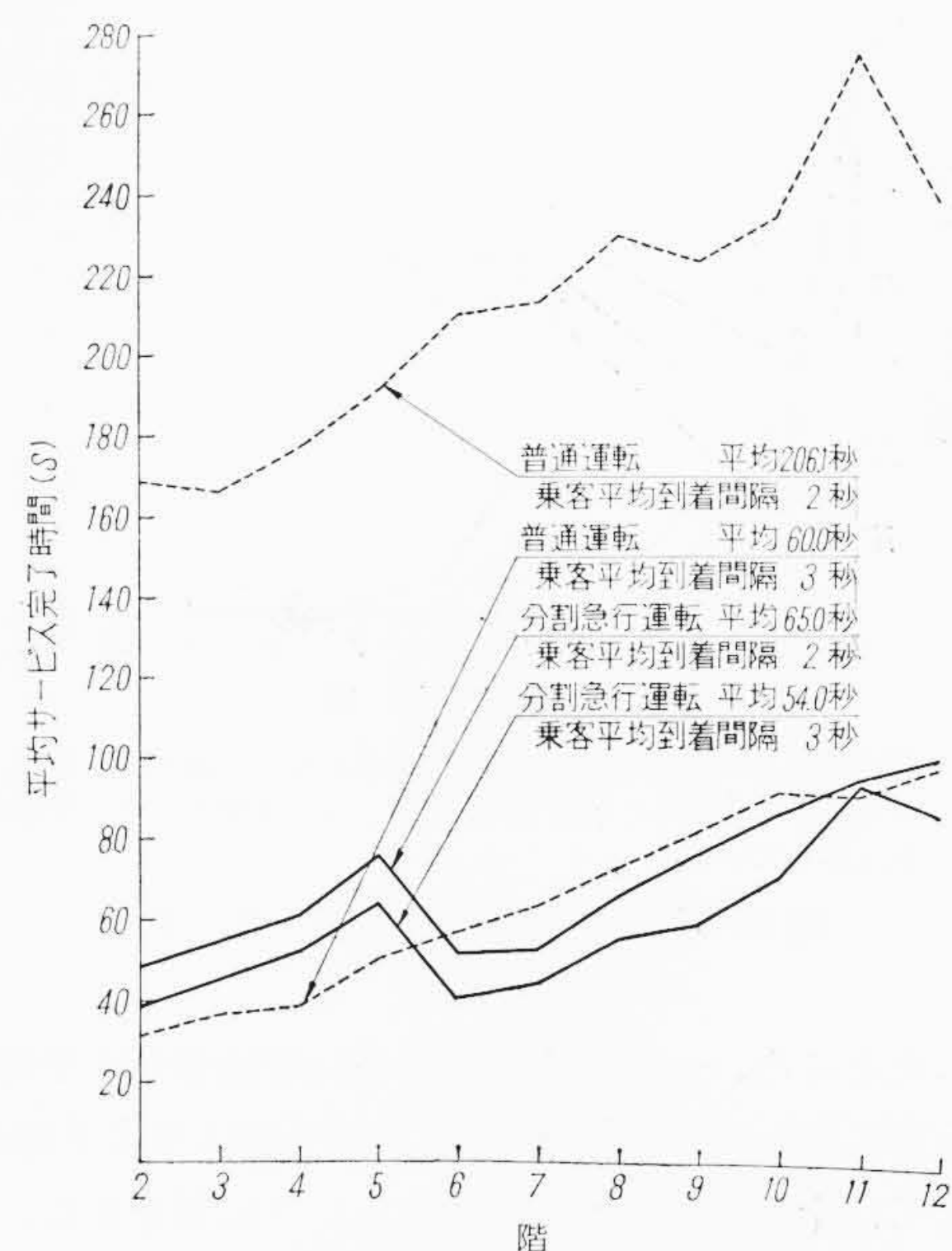
第 24 図 分割階と平均待時間



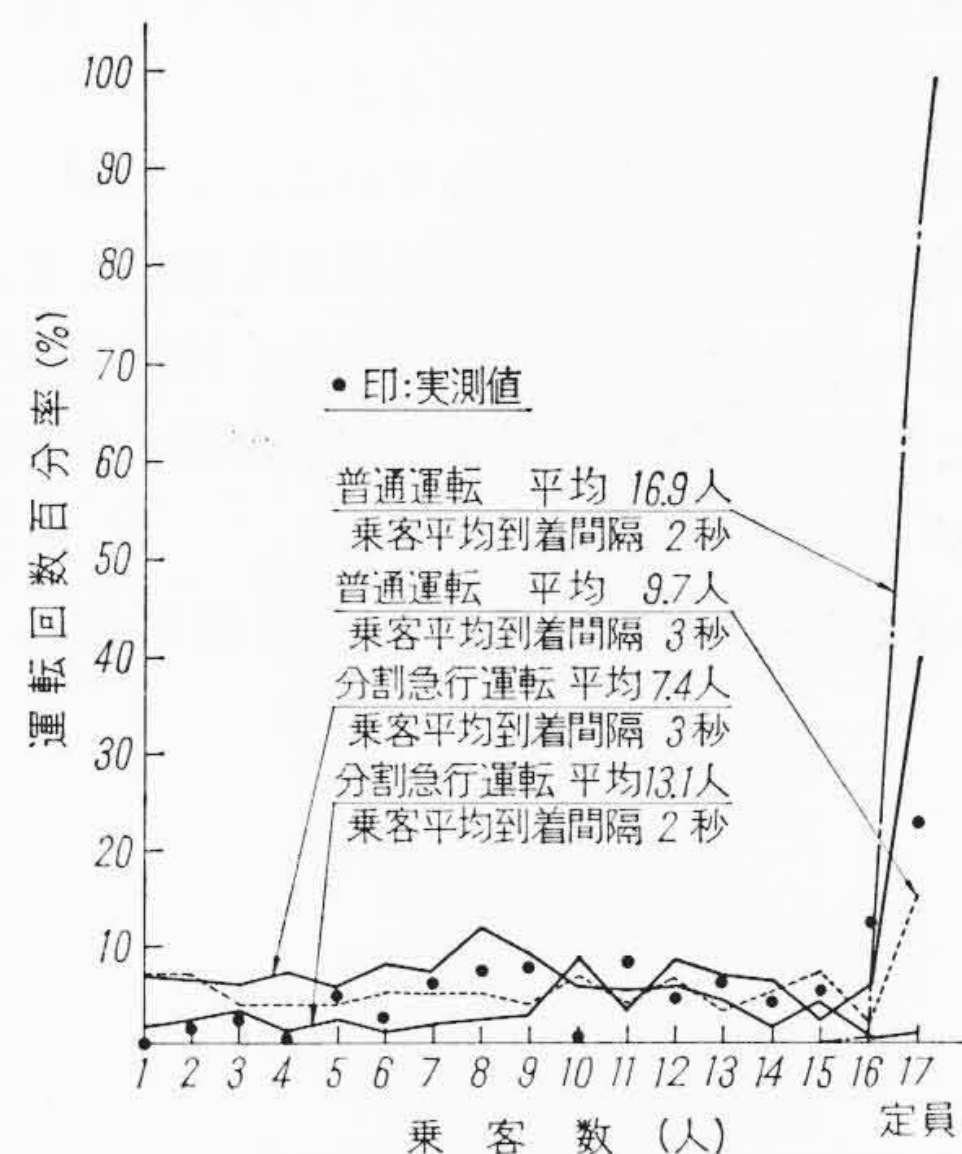
第 25 図 分割階と平均サービス完了時間

次に乗客の混雑の度合いと分割急行運転の効果の関係を検討してみると、第 26 図に示すとおり、乗客の平均到着間隔が 3 秒以下、すなわち第 21 図に示すようなピーク時に分割急行運転の効果が非常に大きいことを示している。しかも、さらに計算を進めて、平均到着間隔 4 秒以上の検討を行なった結果、第 21 図に示すラッシュ以外では平均待時間および平均サービス完了時間が普通運転よりも長くなることもわかった。したがって、ラッシュがくる前にあらかじめ手動で分割急行運転に切り替える方式は、かえってサービスを悪くしていることになる。一方、ラッシュの度合いを自動的に検出して切り替える現在の管理方式の合理性を初めて立証できたわけである。

次に、なぜこのような差が生ずるのか、計算の内容をさらに分析してみよう。第 27 図はかご内人数の変化を全運転回数に対する百分率で示したものである。また、第 3, 4 表はこれらの計算結果を一覧表にしたもので、普通運転では乗客の平均到着間隔が短くなって混雑すると、満員になる確率が非常に高く、かつ一周時間が非常に長くなり、1 階で積み残されるためサービスが悪くなるわけである。この比較では、全自動並列運転を行なう普通運転と分割急行運転とを比べたものであるが、管理者の指令で出発させる方式はこの普通



第 26 図 混雑の度合いと平均サービス完了時間



第 27 図 かご内乗客数分析

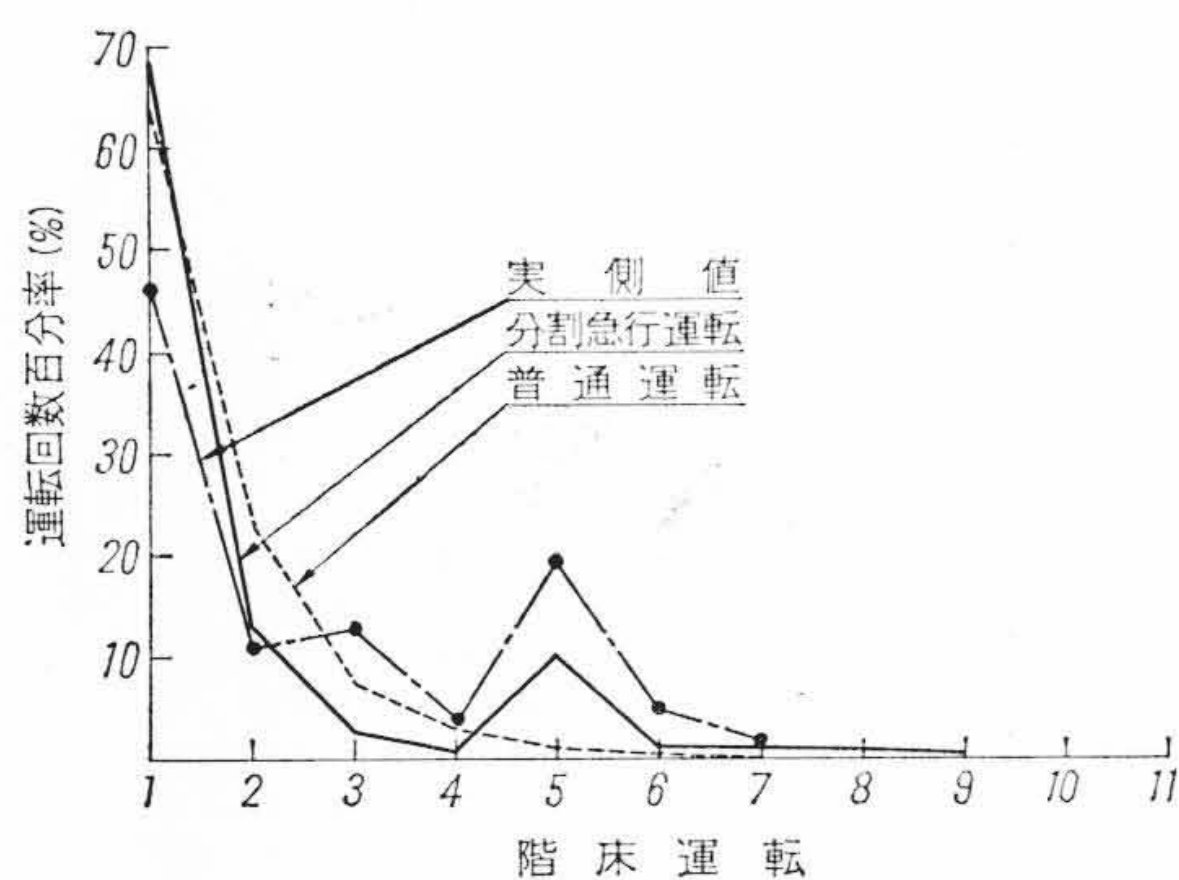
第 3 表 一周時間の比較

乗客平均到着間隔 (秒)	2	3	4	6
分割急行運転 (秒)	74.9	62.1	54.4	44.3
普通運転 (秒)	108.7	79.9	65.7	48.5

第 4 表 積み残された回数の百分率比較

乗客平均到着間隔	積み残された回数	1	2	3	4	5	6	7	8
2 秒	分割急行	11.3	0	0	0	0	0	0	0
	普通	10.6	12.8	14.2	12.0	10.5	13.8	12.5	3.8
3 秒	分割急行	0.1	0	0	0	0	0	0	0
	普通	7.4	0	0	0	0	0	0	0

運転以上の差が生ずることも容易に推測できる。また、分割階を 2 個所設けて 3 分割の急行運転を行なっても、今回解析した例では、さほど大きな効果が得られないことや、予定どおり 1 台増設して 1 バンク 4 台にした場合には、7 階が分割階として適当であり、3 台のときに比べて非常にサービスが向上することも定量的に確かめることができた。第 28 図は階床運転数の全運転回数に対する百分率である。第 27, 28 図の両者に関電ビルで実測したデータから分割急行運転時の実測値を追加して、この計算値との比較を行なったが、図に示すとおり計算結果とほぼ同等である。さらに、以上の計算結



(注) 階床運転とは運転した階床間の階床数をもって表わすもので、たとえば 1→2 階のときは 1 階床運転、1→4 階のときは 3 階床運転と称している。

第 28 図 階床運転分析

果を分析したところ、一番散らばりの多い普通運転の平均サービス完了時間分布において、信頼度 95% で母平均は標本平均から 1.8 秒以内であって、十分高い信頼度であるという結果を得た。

7. 結 言

全自動群管理方式を開発してからすでに 5 年有余になる。しかも、ビルの超高層化が実現するにょんで、エレベータの群管理化はますますその重要性が高まってきた。したがって、本稿で述べたように、詳細な実態調査と電子計算機を駆使した統計的解析の両面から、今まで外国でも発表されていない検討を新たに加えたわけであるが、これらの結果から従来技術的評価の困難な諸点を明らかにすることができた。

わが国のビルはアメリカに比べて割合に低階床のものが多いた

め、計画や運営上の変更などによって生じた過酷な条件、たとえば交通量の増加などをエレベータ運転に偏重して解決しようとする例がある。アメリカでは、50 階以上の超高層ビルがすでに数十年前から実現しているだけに、エレベータ群の計画や運転上に不備な点があると、ビル運営上致命的な障害となるため、エレベータ専門の Consulting Engineer の意見を尊重し、あらかじめ十分な検討を加えて経済信頼度の向上を特に重視している。超高層化計画が進展しているわが国でも、最近、同様の気運が漸次高まりつつあるが、まだ一部には計画を誤ってエレベータ台数が不足した場合、管理者の判断による管理運転を尊重すれば補えると考えたり、群管理しているエレベータ群の中の 1 台を恒久的に除外して特殊用途に専用化し、ますます台数不足を助長して混雑を招いている例がある。

一方、今後さらに数多くの面から正しい評価を行なうことと、超高層ビルにおける群管理化の実績を上げることによって、群管理化に対する一般の認識は急速に高まるので、前述したような一時的な行き過ぎや誤った観念も次第に消滅し、近い将来必ず解決できると思う。

本稿では、超高層ビルで特に問題となると思われる朝のラッシュを解消する分割急行運転の効果について重点的に述べたが、この詳細な計算内容やほかの Pattern についても稿を改めて発表し参考に供したいと思う。最後に、本解析は日立研究所小林栄二部長、河竹好一主任、越智利夫の三氏のご努力によるもので深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 犬塚：日立評論 43, 1204 (1961)
- (2)～(5) 特許申請中

Vol. 45

日立 評論

No. 9

目 次

- ・京都大学納研究用原子炉 (KUR) の概要
- ・川鉄千葉タンデムコールドストリップミル
- ・新標準開放防滴形三相誘導電動機
- ・不燃性絶縁油の誘電特性測定について
- ・高性能係数磁気増幅器
- ・ホール効果利用電力変換器
- ・電子計算機によるエレベータ待合せ問題の研究
- ・モノレールカーの振動に及ぼす桁の精度
- ・シヤシダイナモメータ
- ・慣性しゅう動式始動電動機の噛合機構の研究
- ・UHF サテライト放送機
- ・両面拡散形出力シリコントランジスタの設計

- ・シリコンおよびゲルマニウム単結晶薄片の赤外線領域における干渉現象 (第 1 報)
- ・アルミ被電力ケーブルの諸特性
- ・Na 系液体金属による鋼の高流速腐食試験
- ・SCR を用いた電動機速度制御
- ・高周波モータルの応用上の諸問題
- ・トランジスタ無接点継電器とその応用
- ・ターボ冷凍機の制御
- ・電磁クラッチモータルとその応用について
- ・磁気増幅器式演算増幅器 (MOA) の制御系への応用
- ・最近の工場防爆用電気品
- ・ポンプ管路系の自動制御
- ・大形工作機の数値制御装置

発行所 日立 評論 社

東京都千代田区丸の内 1 丁目 4 番地

取次店 株式会社 オーム社書店

振替口座 東京 71824 番

東京都千代田区神田錦町 3 丁目 1 番地

振替口座 東京 20018 番