

ビル内交通計画とオフィスの配置

Planning of Elevator Systems and Office Room Arrangement

最近計画されているオフィスビルで、ビルのインテリジェント化が要求されている。これに伴い、ビル内の主要交通機関であるエレベーターもビルの用途、時間帯などにより変化する交通需要に対して、良好なサービスを行うための詳細なエレベーター設置計画ができるシミュレーションがますます必要になってきた。ここで、交通需要が集中する特殊階を含めてエレベーターのサービスを評価できるシミュレーションにより、食堂階、外来者の多い資材部、館内利用者の多い経理部の設置箇所について、エレベーター計画から見た最適配置について検討した。その結果、全階サービスするビルでは、食堂はビルの中央部に設置することが望ましいことなどが分かった。

木下広志* *Hiroshi Kinoshita*

米田健治** *Kenji Yoneda*

上島孝明** *Takaaki Ueshima*

1 緒 言

最近計画されているオフィスビルの多くがインテリジェントビルとなってきており、エレベーターでも快適なオフィス環境の創造を目指し、音声案内や表示装置の充実、知能群管理システムなどサービス性の向上を図っており、更にオフィスの配置計画を中心として、より詳細な検討も行うようになってきている。

表1 設置計画シミュレーションシステムの入力情報一覧表
交通需要入力については、ロビー階、一般階に加え特殊階を3階床分設定できる。

項番	項 目	入 力 内 容
1	建 屋 の 仕 様	建屋の階床数 建屋の階高 (m) 建屋の各階在籍人員 (人)
2	エレベーターの仕 様	エレベーター台数 (台) エレベーター速度 (m/min) エレベーター扉開閉時間 (s) エレベーター定員 (人) エレベーター号機別サービス階 エレベーター群管理方式
3	交通需要入力条件	エレベーターを利用する人の比率*を指定する。 一般階床間の上昇交通流 (%) 一般階床間の下降交通流 (%) 特殊階(ロビー階他3階床)からの交通流 (%) 特殊階(ロビー階他3階床)への交通流 (%)
		エレベーターを利用する人の人数を指定する。 各階床の上昇乗人数 (人) 各階床の下降乗人数 (人) 各階床の上昇降人数 (人) 各階床の下降降人数 (人)

注：* ビルの在籍人員に対する5分間当たりのエレベーター利用人数比率

ここでは、ビルに固有な交通需要に対して最適なエレベーター計画及びオフィス配置計画を行うのに必要なシミュレーションシステムの概要と、シミュレーション結果に基づくオフィスの最適配置について紹介する。

2 設置計画シミュレーションの必要性

ビル内の交通需要は、そのビルの使用目的、階床数、レイアウト、在館人員などによりビルごとに異なっている。また、出勤時、平常時、昼食時などの時間帯によっても大きく変動する。これらの変動要因に対応して、そのビルに最適なエレベーターの設置計画を行うためには、きめ細かな条件で入力可能なシミュレーションシステムが必要である。オフィスビルでのシミュレーションのケースとしては、通常、出勤時、平常時、昼食時の3ケースについて行い、エレベーターのサービス指標が良好となるまでエレベーター台数、速度、定格積載量、群管理システムを変えてシミュレーションを行うのが通例である¹⁾。また、ビルの計画時で一般のオフィス階と交通需要が異なる食堂階、ロッカールーム階、ビル内交通が集中するセクションの設置階などの特殊階を何階に設定するかというオフィス配置も、インテリジェントビルでのエレベーター設置計画の面から重要なポイントとなる。

3 シミュレーションシステムの概要

3.1 設置計画シミュレーションの入力情報、出力情報

表1に設置計画シミュレーションシステムの入力情報を、図1に設置計画シミュレーションの出力結果を示す。一般的にはビル計画時には詳細な人の移動は分からないので、交通需要の入力はビルの在籍人員に対する利用者の比率で与える〔表1の3(1)〕。このときロビー階、一般階に加え、特殊階を

* 日立製作所機電事業本部 ** 日立製作所水戸工場

* 計算結果 *	

1. 交通需要	[人/5分・台]: 15.0
2. 一周時間	(平均) [秒]: 149.7
3. 運転間隔	(平均) [秒]: 24.9
4. 待ち時間	(平均) [秒]: 19.8
5. 長待ち発生確率	(60秒以上) [%]: 0.2
6. 30秒以内でサービスできる確率	[%]: 88.6
7. ホール呼び継続時間	(平均) [秒]: 23.2
8. 最大待ち人数	[人]: 5.7
9. 輸送人員	[人/5分]: 90.0

図1 設置計画シミュレーションの出力結果 出力結果はホール呼び継続時間、60秒以上の長待ち発生確率などがシミュレーション条件ごとにまとめて出力される。

3階床分設定でき、各々に対して交通需要を入力可能としている。各階での人の移動がはっきりしている場合にはその人数を直接入力することもできる〔表1の3(2)〕。出力情報については、サービス評価指標として乗場でエレベーター呼びボタンが押されてからエレベーター到着までの時間の平均値である平均ホール呼び継続時間を重要視しており、更に、待ち時間が60秒以上になると利用者の不満が大きくなることから、60秒以上の長待ち発生確率を出力している。

3.2 シミュレーション手順

図2は、シミュレーションの手順を示す概略フローチャートである。フローチャートの中核を成すエレベーターリング(待ち客の動きとエレベーターの動きの解析)の解析方法の詳細は、

STEP 1: 仮定した一周時間RTT(Round Trip Time)の間に、 i ホール階から j (上昇・下降)方向に行く客が到着する人数 $P_{IN1}(i, j)$ を計算する。

STEP 2: ビル内のすべてのサービス階床を順次上昇サービス・下降サービスするものと仮定し、かご内混雑状況を解析し、エレベーターへ乗り込むことができない人数と、エレベーターに乗り込む人数 $P_{IN2}(i, j)$ とに仕分ける。

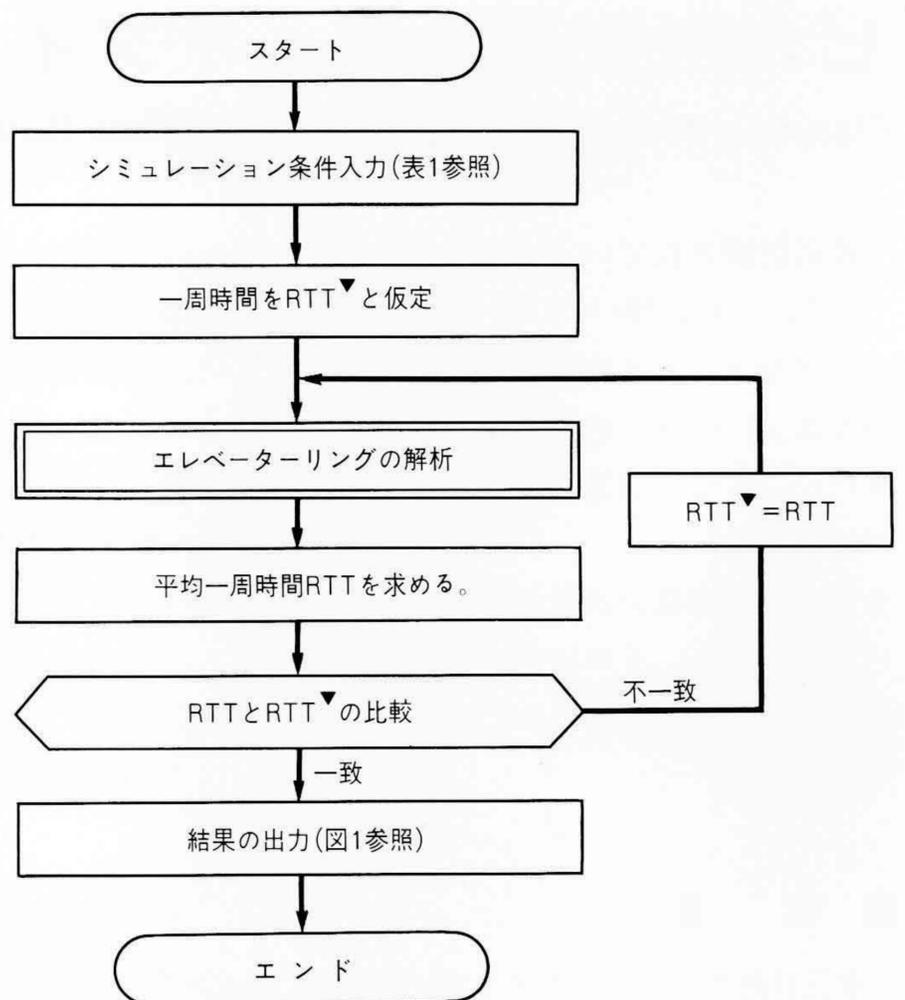
STEP 3: i ホール階でエレベーターへ乗り込む人数 $P_{IN2}(i, j)$ から各階床で降りる人数 $P_{OUT}(i, j)$ を方向別に算出する。

STEP 4: エレベーターがビル内を上下に一往復する間に発生する利用客 $[P_{IN2}(i, j), P_{OUT}(i, j)]$ のデータから停止する確率の極めて高い階床と停止しそうな階層を代表する停止階を方向別に求める。

STEP 5: すべての階床の待ち客に対して均等な確率でサービスを得られると仮定して、一周時間RTT(m)を求める。

一往復する間のエレベーターリングを解析した結果、得られる一周時間RTTと仮定した一周時間RTTとが一致するまで繰り返し実行することにより、真値の解析を得ることができる。

以上に述べた確率論的マクロモデル解析手法により、エレベーターリングを分析することによって待ち時間、輸送能力、



注: 略語説明 RTT(Round Trip Time)

図2 設置計画シミュレーションの概要 設置計画シミュレーションの全体処理フローチャートを示す。

最大待ち人数などを定量的に得ることができる。

3.3 シミュレーション結果と実態調査結果の比較

最近のオフィスビルに多数の納入実績を持つ知能群管理システムCIP-52000²⁾は、時々刻々変化する交通需要に対して常に最適運転制御を行い、各階・方向別の乗降人数、ホール呼び継続時間などの実態調査データを出力する機能を持っている。この実態調査データの1日分を図3に示す。上段が交通需要であり、エレベーター1台が5分間に何人輸送したかを表したものであり、下段はそのときの平均ホール呼び継続時間と60秒以上の長待ちとなった確率である。これらの情報をシミュレーションの入力として使い、シミュレーション結果と実態調査結果とを比較したものが図4である。出勤時、平常時、昼食時、退勤時でシミュレーション結果と実態調査結果の差は10%以内であり、シミュレーション結果が実態とよく合うことが分かる。なお、出勤時間帯はほとんどの利用者がロビー階からの乗り込みとなるため、ホール呼び個数が極端に少ないので運転間隔で比較してある。

4 シミュレーションに基づくオフィスの最適配置

本章ではオフィスビルでの食堂階、各フロアからの交通需要が集中する経理部など、特殊階を含めたオフィスの最適配置の、エレベーター計画の面からの分析結果について述べる。

4.1 全階サービスするビルの食堂の配置

1日の交通需要のうちいちばんのピークを示すのは図3を見ても分かるように昼食開始時である。この交通需要を処理

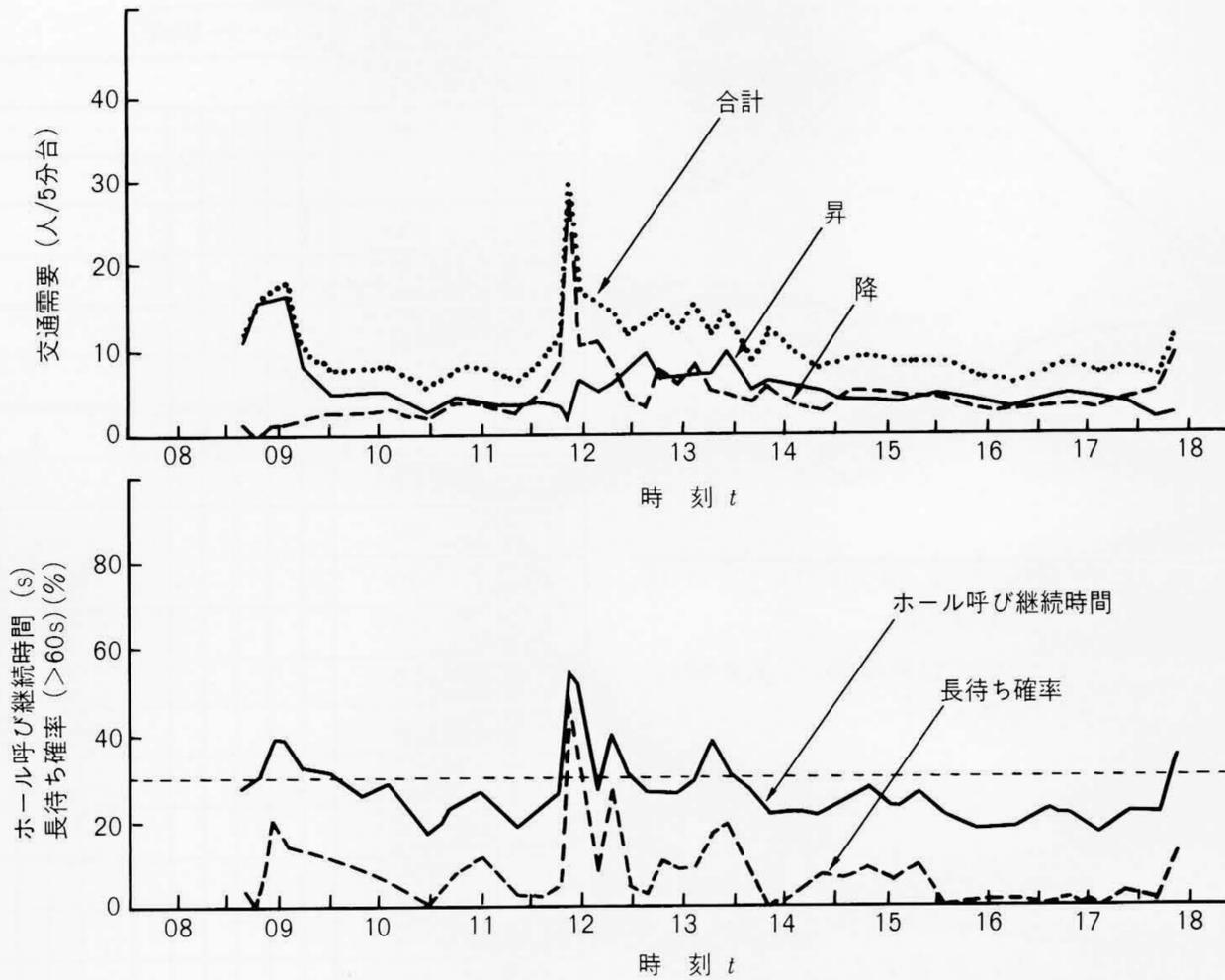


図3 事務所ビルの1日の交通流実態調査結果 知能群管理システムCIP-52000が出力した交通需要データ、ホール呼び継続時間データを、1日分編集したものである。いちばんのピークは、昼食開始時に発生している。

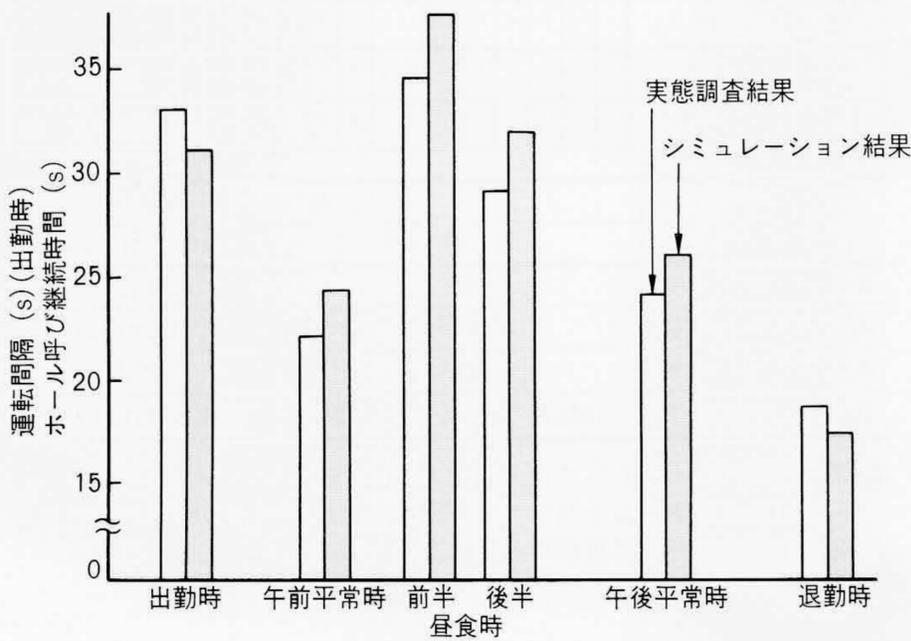


図4 シミュレーション結果と実態調査結果の比較 事務所ビルのシミュレーションを行い、この結果を実態調査結果と比較したものである。いずれの時間帯も10%以内の差となっている。

するために、食堂階をビル内のどこに配置するかを定めることはビルの設置計画上重要なポイントとなる。この昼食時での評価のポイントは待ち時間よりも輸送能力におかれる。すなわち、一度に発生した需要を何分で処理可能かが問題となる。この昼食開始時の10分間のシミュレーションを図5のAビルの食堂階の位置を変化させて行った。交通流はエレベーター利用者の80%が食堂階へ行き、20%がビル外へ昼食をとりに行くものとして設定した。この結果を図6に示す。

R(階)	在籍人員	エレベーター機械室						設備機械室
	0 (人)							
14	20							役員階
13	130							一般階
12	130							
11	130							
10	130							食堂
9	130							
8	130							経理部
7	130							一般階
6	130							
5	130							
4	130							資材部
3	130							
2	30							玄関ホール
1	10							駐車場
B1	10							

項目	条件
エレベーター台数	6台
エレベーター速度	150m/min
エレベーター定員	20人
サービス階床数	15階床(B1, 1~14)

図5 全階サービスのAビルのシミュレーション条件 一社専有事務所ビルを想定して、昼食時には利用者の80%が館内食堂利用、20%が館外飲食店利用として条件を設定した。

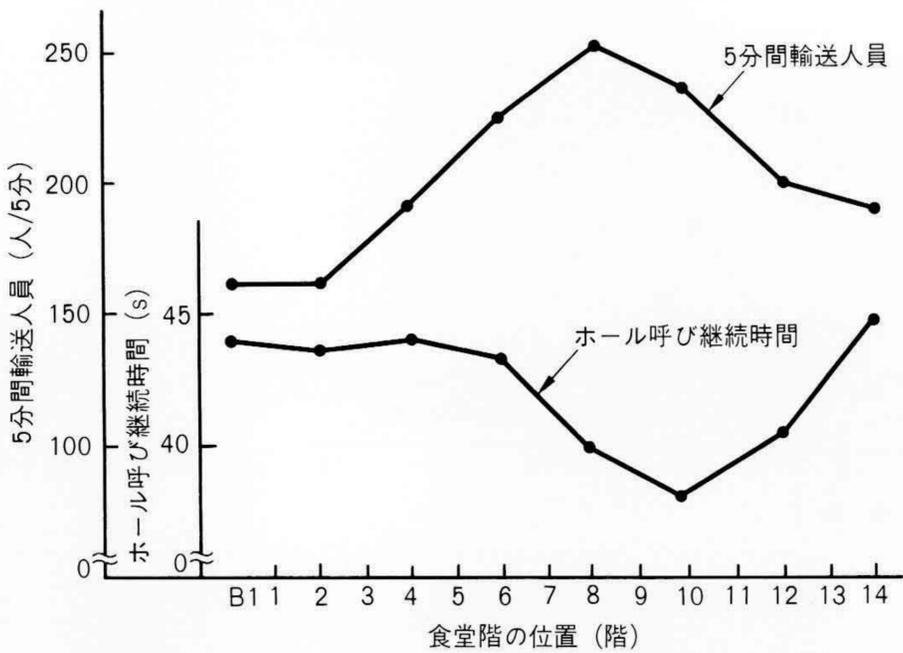


図6 全階サービスのAビル食堂階変更時の性能曲線 食堂階は、ビルの中央部に配置すると最も効率良く輸送できる。

(1) この結果から食堂階はビルの中央部に設置すると、いちばん早く輸送終了しホール呼び継続時間も短くなることが分かる。食堂階を2階あるいは最上階に設置すると、上昇、下降運転共に停止回数が増え、輸送終了時間も長くかかり、ホール呼び継続時間も長くなるので好ましくない。

(2) 図6のシミュレーションではエレベーター利用者の80%が食堂階へ行き、20%がビル外へ行くものとして設定したシミュレーション結果であるが、そのほかにも

- (a) 食堂の座席数が少なく、エレベーター利用者の50%が食堂階へ行き50%がビル外へ行く場合。
- (b) 外部からビル内の食堂利用のための入館者があり、この交通需要が多い場合。

などのケースがあり、それぞれの特徴によりシミュレーションを実施し、最適な食堂階を決定する必要がある。

4.2 分割サービスするビルの食堂階の配置

大きなビルで高層用、低層用のようにエレベーター群が分かれているビルでも食堂階の設置の考え方は同じである。図7のBビルの場合の昼食開始時10分間のシミュレーションを行った結果を図8に示す。

この結果は、食堂を14階の乗り継ぎ階に配置すると最も良い配置となる。次いで高層、低層エレベーターの両方がサービス可能な2階が良い配置となる。高層エレベーター、低層エレベーターのいずれか一方しか停止できない階に設置した場合には、食堂利用者が低層用エレベーターと高層用エレベーターを乗り継いで利用するため、食堂階に停止できるほうのエレベーターのサービスが極端に悪くなり、輸送効率が低下する。

4.3 ビル内のオフィス階の配置計画

ビル内では外来者の多い階(例えば資材部のある階)や館内利用者の多い階(例えば経理部のある階)が必ずある。その階をどこに配置すれば最も効率的かを前述のAビルを例にとり、シミュレーションして求めたのが図9である。

(1) 平常時では外来者の多い階は低い階に配置し、館内利用者の多い階は中央部に配置することが望ましい結果となっている。最も悪い配置と比較すると、ホール呼び継続時間の差

R (階)	在籍人員	エレベーター機械室						設備機械室							
	0 (人)														
25	40													役員階	
24	140													一般階	
23	140														
22	140														
21	140														
20	140													一般階	
19	140														
18	140														
17	140														
16	130											エレベーター機械室			
15	130													食堂	
14	50														
13	130														
12	130														
11	130													一般階	
10	130														
9	130														
8	130														
7	130													一般階	
6	130														
5	130														
4	130														
3	130													一般階	
2	60														
1	20														玄関ホール
B1	20														駐車場

項目	条件	
	高層用	低層用
エレベーター台数	6台	6台
エレベーター速度	240m/min	150m/min
エレベーター定員	20人	20人
サービス階床数	15階床(B1, 1, 2, 14~25)	15階床(B1, 1~14)

図7 分割サービスしているBビルのシミュレーション条件 一社専有事務所ビルを想定して、昼食時には利用者の80%が館内食堂利用、20%が館外飲食店利用として条件を設定した。

が20%以上もある。

次に図9のケース2の配置で、経理部へ行って処理していた事務をOA(Office Automation)機器の導入により各階で処理できるようにして、経理部へ集中していた交通需要を他階と同じにした場合と、隣の階への移動をすべて階段利用とした場合の条件でシミュレーションした結果を図10に示す。

(2) 各階で事務処理できるようにすることでホール呼び継続時間が15%改善され、更に階段利用をしたときには、エレベーターを使った場合に比べて、ホール呼び継続時間が25%も短くなる結果となっている。

この結果から、オフィスの配置計画でも交通需要自体を減らすことは重要なポイントとなることが分かる。すなわち、

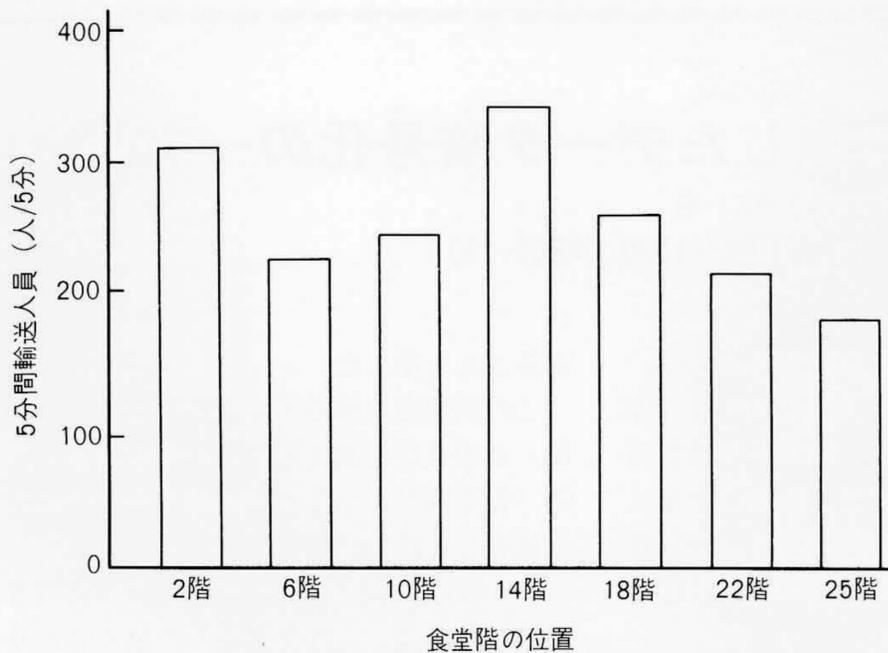


図8 分割サービスのBビル食堂階配置変更時の性能曲線 食堂階は、高層用エレベーターと低層用エレベーターの両方が停止できる階に設置すると効率良く輸送できる。

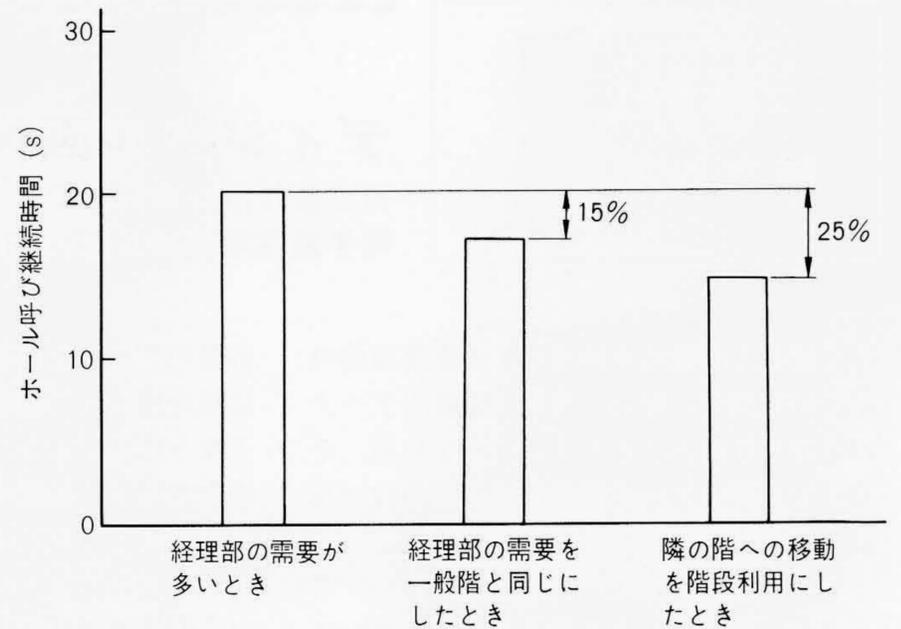
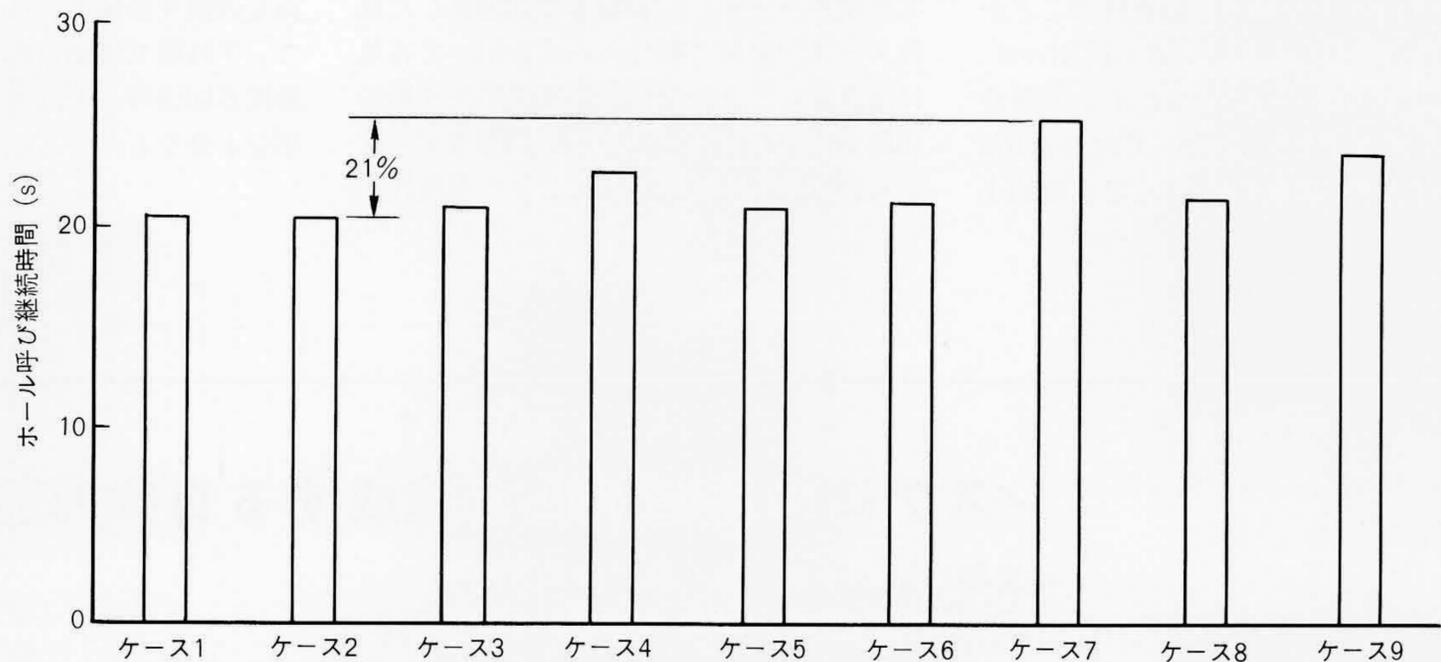


図10 交通需要低減による性能向上効果 経理部に集中していた交通需要を減らし、隣の階への移動を階段利用にすると、ホール呼び継続時間が25%も短くなること分かる。



資材部 (外来者の多い階)	2階	2階	2階	7階	7階	7階	13階	13階	13階
経理部 (館内利用の多い階)	3階	7階	13階	2階	6階	13階	2階	7階	12階

図9 全階サービスAビルのオフィス階配置による性能比較 配置すると、ホール呼び継続時間は短くなる。

外来者の多い階は低い階に、館内利用者の多い階は中央部に

インテリジェント化により各階で事務処理をできるようにすることや、館内交通需要を減らすために個人ロッカーなども各階に設けることが効果的である。

5 結 言

以上、インテリジェントビルにふさわしいサービス性の向上を図ったオフィスの最適配置について述べた。

その結果、エレベーターのサービスの面から評価すると、

- (1) 全階サービスするビルでは、食堂はビルの中央部に設置するのが望ましいこと。
- (2) 外来者の多い部門は低い階に設置し、館内利用者の多い部門はビルの中央部に設置するのが望ましいこと。

などが分かった。

具体的には、そのビルの特徴を十分把握してシミュレーションを行うことが必要であり、このシミュレーションを活用することによって、インテリジェントビルに最適なエレベーター計画を行うことができる。

参考文献

- 1) 弓仲, 外: エレベーター・システムの計画と評価, 日立評論, 54, 12, 1125~1132(昭47-12)
- 2) 坂井, 外: 知能群管理エレベーターシステムの開発, 日立評論, 65, 6, 427~432(昭58-6)



デジタル画像に適したデータ暗号化の一方法

日立製作所 前田 章・古村文伸・他1名

電子通信学会論文誌 J69B-11, 1385~1392 (昭61-11)

広域性と同報性を特徴とする衛星通信の本格的実用化に伴い、情報の秘匿とデータの保護を目的とするセキュリティ技術、その中でも特にデータ暗号技術の重要性が高まっている。

また、通信の高速・大容量化に伴い、デジタル画像データの伝送を利用したシステムの普及が進み、画像データの暗号化のニーズが高まると予想される。

画像データは、大容量でかつ冗長性を多く含むという特徴があり、画像データに適した暗号方式としてはまず高速であること、そして実用上十分な暗号強度を持つことが必要である。したがって、RSA (Rivest-Shamir-Adleman)をはじめとする公開かぎ(鍵)方式やDES (Data Encryption Standard)など、本来テキストなど比較的小

容量のデータを対象とした暗号方式では、処理速度の面で画像データに適用するのは不十分な面がある。また、処理が単純で高速な和暗号、転置暗号では、画像に含まれる冗長性のために暗号強度が低下し、悪意の第三者に解読される危険性が增大するという問題点があった。

本論文では、以上の点を考慮し、高速でかつ実用上十分な強度を持つデジタル画像データに適した暗号方式を提案する。

まず和暗号、転置暗号を画像データに適用した場合の問題点を調べた。その結果、冗長性の多さから、和暗号では加算した乱数データが複数の暗号データを用いて容易に消去され、また転置暗号ではデータ間の相関を用いた解読法によって、暗号データから転置関数が推定されてしまう危険性が

あることを示した。

この問題点を解決する方式として、
(1) かぎ及び転置周期の自由度が大きく、
(2) 転置関数がかぎと原画像データの両方に依存して定まる、
という特徴を持つフィードバック転置暗号方式を開発し、これと和暗号を組み合わせた和転置複合方式を提案した。提案方式は和暗号、転置暗号本来の高速性を生かし、かつ複合によって互いの弱点を補い合う形で暗号強度を向上させた方式である。

提案方式を処理速度、暗号強度及び伝送路上の誤り伝搬度の点から評価し、ソフトウェア処理でDESの約48倍高速で、誤り伝搬度もDESの $\frac{1}{2}$ 以下で、かつ暗号強度も実用上十分なものであるとの結果を得た。

システムの高信頼化を達成する自律可制御性

日立製作所 小泉 稔・森 欣司

電気学会論文誌C 107-4, 357~364 (昭62-4)

近年のLSI技術、ネットワーク技術の発達により、システムの分散化が進んでいる。また、最近の厳しい経済情勢のもとでは、システムの段階的拡張、部分故障に対する無停止、稼働中の保守がシステムに対する重要な要件となっている。これら技術的動向とシステムに対するニーズを背景とし、生物を範として提案されたのが自律分散概念である。自律分散概念とは、システムを自律したサブシステムの統合体としてとらえる考え方であり、分散した複数のサブシステムからシステムを構築するときの新しいシステム概念である。現在この自律分散概念に基づき、理論、技法の開発、及び製品化を進めている。

本論文は、自律分散概念の中の一つの理論的な裏づけについて考察したものである。

ここでは、システムの信頼性を保証する性質として自律可制御性を定義した。自律可制御性とは、システム内の一部のサブシステムが故障したとしても、残りの正常な

サブシステムが自らを制御できる性質である。この自律可制御性を達成するためのシステム構成化条件について検討した。

まず、線形システムに対し、各サブシステムがシステムの部分的な観測情報だけしか利用できない場合について、システムが持たねばならない基本的な条件を導いた。

更に、システム設計での自律可制御性の判定を容易にするため、サブシステム間の干渉の大きさに関連を定量的に表した干渉指数マトリックスを新たに導入して、自律可制御なシステムの構成化条件を導いた。その結果、相互に関連しあうサブシステム間の干渉の大きさを弱めることによって、自律可制御性が達成できることを明らかにした。

また、分散システムの構築に不可欠となる計算機ネットワークシステムを取り上げ、上記構成化条件を用いて、高信頼フロー制御方式の設計を行った。フロー制御とは、ネットワーク上の各伝送制御装置(サブシス

テム)がそれぞれのバッファでのデータのオーバーフローを防ぐ機能である。このフロー制御に関し、自律可制御性を達成する方式として、ネットワーク上の伝送制御装置それぞれについて、他の伝送制御装置からの干渉を弱める分散形弱干渉化方式を示した。この方式によれば、伝送制御装置を追加・拡張したり、あるいは縮小する場合、他の伝送制御装置内の制御パラメータを変更することなく、フロー制御の自律可制御性を達成することが可能となる。したがって、本方式によれば拡張や保守、部分的な故障によってネットワークの構造が頻繁に変動したとしても、フロー制御の高信頼性が失われることはない。

本論文で示した自律可制御性達成のためのシステム構成化条件に基づき、自律分散ループネットワークシステムが既に実現されており、鉄道システム、FAなどで現在稼働中である。