

昇降機の高信頼性を支える新保全システム

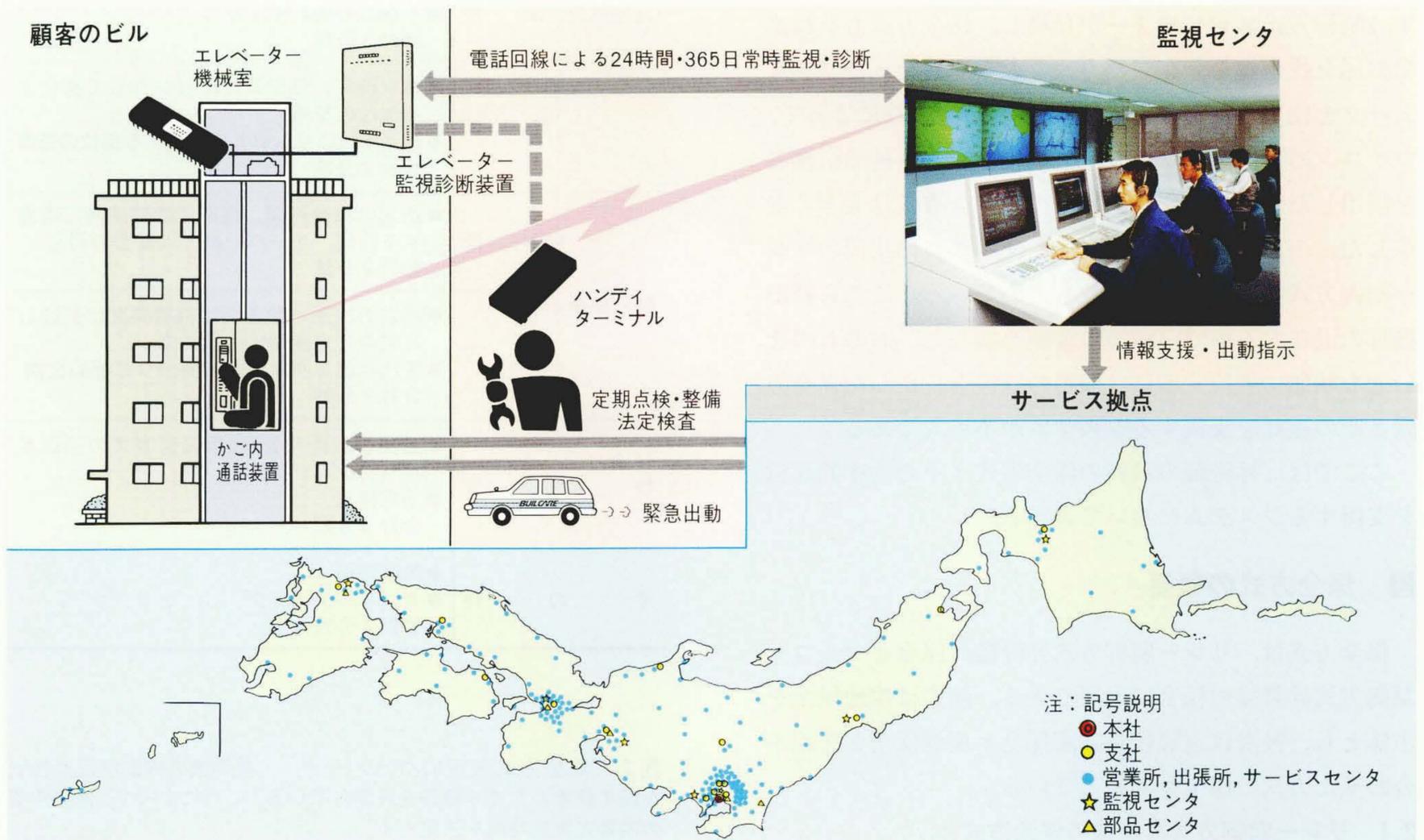
New Maintenance System for High Reliability of Elevators and Escalators

下妻和夫* Kazuo Shimotsuma

中根正夫* Masao Nakane

森川正樹* Masaki Morikawa

鶴田節夫** Setsuo Tsuruta



保全サービスネットワーク エレベーターの保全是、制御用マイクロコンピュータによる遠隔監視診断システムが主流となっている。専門技術者による保全作業に加えて遠隔監視システムにより、24時間・365日、エレベーターの運転機能を監視・診断することができる。このシステムは、エレベーターの安全性と信頼性をいっそう高める保全システムと言える。

現在稼働中の日立製作所製の昇降機機種は約200種であるが、細部仕様レベルの分類では数千種にも及んでいる。これらすべての昇降機を安全に利用していただくために、最適な保全を実施することが株式会社日立ビルシステムサービスの使命である。

保全に求められるものは、昇降機を常に安全かつ快適に利用できる状態に維持することである。これに、年々社会環境の変化を反映して多様なニーズが付加され、これらにこたえられる保全が要求されてきている。作業時の停止時間の短縮化や時間帯の限

定など厳しい制約の中で、顧客に満足の得られる保全を実現するための課題の一つに技術面の課題がある。蓄積した技術と科学的手法を最大限に活用した保全方式を構築することである。二つ目の課題はソフトサービスの面であり、マーケティングによって常に最新のニーズを保全方式に取り込むことである。この両面から、時代と製品環境に適合した新しい保全方式の開発を行い、CS・ES(Customer Satisfaction・Employment Satisfaction)を向上させた最新バージョンの方式を1992年から実用化した。

* 株式会社日立ビルシステムサービス ビルケア本部 ** 日立製作所 システム開発研究所 工学博士

1 はじめに

電子部品をはじめとする技術革新を背景に、日立製作所はエレベーター・エスカレーター(以下、昇降機と略す。)について高機能化した新機種を次々と開発してきた。1980年にマイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)制御方式エレベーターが登場し、保全方式もそれまでの保全技術者を介在した方式と大きく異なったコンピュータを使用した保全の時代へと入った。これによって、マイコンの特性を生かした遠隔監視診断と各種通信機器を活用した保全が実現し、昇降機の保全方式は大きく変革した。一方、稼動中の昇降機でマイコン使用前のリレー制御方式昇降機はまだ半数も占めている。これら新旧機種の混在する中で、顧客の要望を満たし、おのおのを最適な状態に維持するには機器の特性を生かした保全方式とその遂行を支援するシステムが不可欠である。

ここでは、昇降機の最新の保全方式とその効率的運営を支援するシステムについて述べる。

2 保全方式の概要

保全方式は、リレー制御方式昇降機の保全とマイコン制御方式昇降機の保全に大別できる。前者は現地保全を主体とし、後者は遠隔監視診断保全と現地保全とを組み合わせ合わせた方式で保全を実施している。

2.1 リレー制御方式昇降機の保全方式

リレー制御方式昇降機の保全は、特別なものを除いてはすべて現地保全による。現地保全では作業内容を表1に示すように作業の目的によって25種類のメニューに分類し、管理している。この保全メニューの選定、およびその実施サイクル設定のパラメータとなるのは表2に示す6種の要素である。保全メニューでは機種や使用環境ごとに実施する作業項目を分類し、さらにその作業項目ごとに経過年数や稼動時間別の実施周期を設定している。この実施周期は月々の稼動時間をグループに分類し、使用頻度に応じて設定している。この使用頻度と作業周期の関係は過去の経験に基づいて設定したものである。

昇降機への保全方式の適用は、表2に示す6種の要素を基に、機種や使用環境から実施対象作業項目を選定し、さらに経過年数や稼動時間から作業周期を決定している。このメニュー選定と実施サイクルの設定は、昇降機1台ごとにコンピュータ処理で行っている。昇降機ごとの要素から選定した最適メニューを、装置・機器ごとの詳細作業項目に展開し、さらに重点保全事項などの指導

表1 現地保全の作業内容 現地保全の内容を、目的別に25種類の作業メニューに分類して実施している。

区 分		作 業 メ ニ ュ ー
定期保全	初期整備	●機械の初期なじみ期間に行う初期点検・整備 合計4分類
	点 検	●各機器の走行状態の点検 ●各機器の機能の点検 合計3分類
	整 備	●稼動時間、使用頻度にリンクして劣化する部位の整備 ●経過年数にリンクして劣化する部位の整備 合計7分類
特別保全	診 断	●所定の稼動時間、経過年数到達時に実施する修理、オーバーホール要否の判定 合計2分類
	修 理	●所定の経過年数または稼動時間に到達した時点で定期的に部品交換 ●劣化状況を判定し、必要のつど部品交換 合計2分類
検 査		●各部の機能検査(適用保全方式の適正度バックチェック) ●法定検査 合計3分類
そ の 他		●故障対策 ●コンサルティング 合計4分類

表2 保全方式決定のパラメータ 昇降機の稼動状況と特性を表す要素として6種類を設定している。これによって、保全作業の内容と実施時期を決定する。

No.	パラメータ	内 容
1	機 種	昇降機の機種・用途
2	稼 動 時 間	昇降機の月平均走行時間と、納入時点からの累計走行時間
3	経 過 年 数	納入時点からの経過年数
4	使 用 環 境	建物の種類と特殊環境
5	機 器 ・ 装 置 型 式	仕様別の装置・部品番号
6	契 約 内 容	保証範囲、現地保全の回数指定など

項目を付加して保全指示書を自動作成している。

2.2 マイコン制御方式昇降機の保全方式

リレー制御方式昇降機の場合、制御機器の保全は接触器の劣化状況の目視確認や、手動操作での回路状態確認によって行っている。しかし、マイコン制御方式昇降機では制御部がマイコンになっているため、人間の五感による直接確認はできない。マイコン制御方式昇降機は、その自己診断機能によってマイコン内部に診断結果を蓄積する機能を持っている。この機能を利用して、蓄積された運行来歴の読み出し確認や、制御プログラムの機能

を確認して制御機器の保全を行っている。この作業はハンディターミナルを使用して行っている。

マイコン制御方式昇降機はこれら現地保全と、昇降機に取り付けた遠隔監視診断装置¹⁾との通信による遠隔監視診断保全を組み合わせた方式で保全を実施している。遠隔監視診断保全システムの構成を図1に、遠隔監視診断システム付きのエレベーター台数を図2に示す。

現在、これをさらに発展させた遠隔知的診断システム²⁾が実用段階に入っている。

いずれの保全方式も、保全成果の検証は毎年の昇降機保全検査によって行っている。これは、各部位の機能検査を行い、その昇降機に適用している保全方式が適切か否かについて検証を行い、その結果を以降の保全計画に反映する仕組みである。

2.3 修理方式

保全に対する顧客の要求は、最小のコストと時間での確な予防保全を実施することである。これに対応し、修理は部品ごとに定めた次の二つの方式によって管理している。

(1) 定期修理方式

決められた周期に従い、部品の状態に関係なく定期的

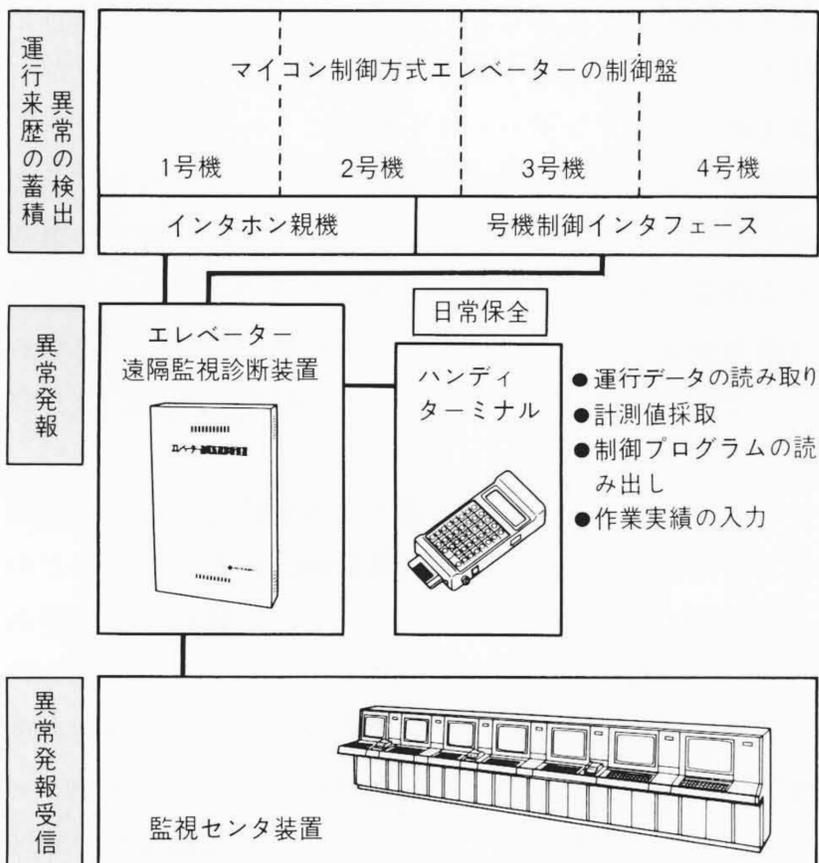


図1 遠隔監視診断保全システムの構成 マイコン制御方式エレベーターの自宅診断機能により、マイコン内部に蓄積した診断結果をハンディターミナルを使用して読み出し確認する。また、異常発生時には監視センタに発報する。監視センタとエレベーターかご内はインタホンによって直接通話ができる。

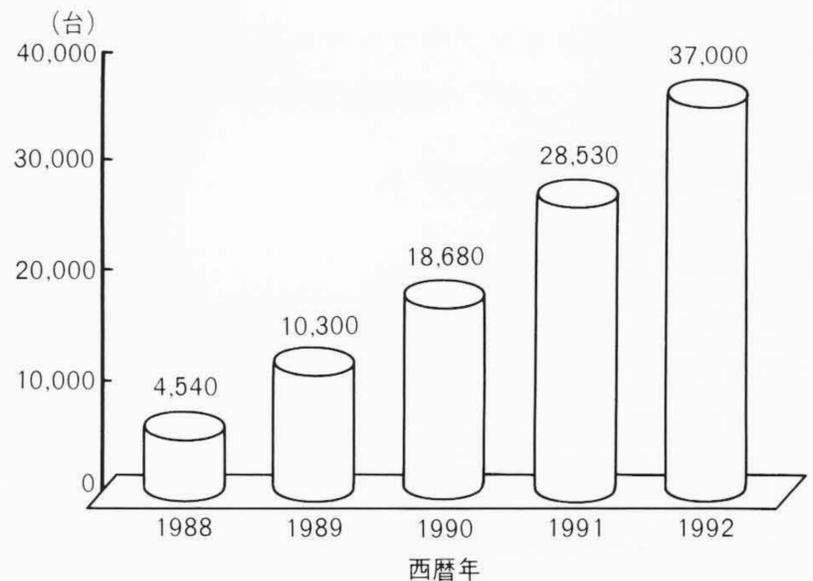


図2 遠隔監視診断システム付きエレベーターの台数推移
保全ツールとして遠隔監視診断装置を設置している。現在納入している新設エレベーターは、ほとんどのシステムを活用した保全を行っている。

に実施する修理方式である。修理対象は次の条件にあてはまる部品である。

- (a) 劣化診断が難しいもの
- (b) 寿命が明確なもの
- (c) 点検の作業コストを含めたトータル保全コストの比較で、定期交換方式が経済的なもの

定期修理作業の実施周期は、部品仕様ごとに使用可能年数と稼動可能時間で設定している。

(2) 適時修理方式

定期修理方式以外の部品は、適時修理方式によって管理している。修理対象部品の条件は次による。

- (a) 劣化度合いの判定が容易なもの
 - (b) 劣化の進行速度が遅く急激な機能低下のないもの
- 適時修理項目については、日常の点検や診断の結果に基づいて修理を実施している。

これらの修理方式は、部品ごとの稼動特性の経年変化の追跡調査、および修理撤去品の分析データの蓄積から得られたものである。

2.4 女性保全技術者

近年、昇降機の保全に対して、品質管理のほかに利用時の快適性を追求するニーズが強まってきている。こうしたニーズに対応して、外観点検、乗り心地、意匠部分の保全など、女性の感性を生かしたサービスを取り入れ、保全サービスの質的向上を図っている。そのため、新保全方式では計画段階から、男女の業務分担と組み合わせを考えた方式設計を行っている。

そのほか女性保全技術者の業務には、マイコン制御方

式昇降機のモニタリングやコンサルティングなどがあり、ソフトサービス面での業務拡張を進めている。

3 保全業務支援システム

3.1 情報ネットワーク

顧客からの種々の問い合わせに対しては、最新情報での即答が望まれるため、保全関係情報はデータベース化し、中央処理コンピュータに登録している。また、全国230か所のサービス拠点を結ぶオンラインネットワークによって、これらの情報を保全技術者が随時検索できる仕組みとしている。主な保全支援情報を表3に示す。

現地保全に必要なデータは拠点のオンライン端末からハンディターミナルに格納でき、現地での検索利用を可能としている。

3.2 保全作業計画システム

先の2.1項で述べた保全作業指示書は、年間計画として毎年中央処理コンピュータで出力し作成している。

登録項目が使用環境の変化や改造などによって変わった場合は、全拠点に設置したオンライン端末から保全技術者が随時データの更新を行っている。この中で、方式決定の要素となる項目を変更し、内容が変わる場合は追加指示書を自動発行している。これによって、ビルのテナント変更や使用形態の変化に即応した適切な保全サービスを行っている。

現地保全の作業結果は、その場でハンディターミナルに格納する。格納したデータを、帰社後サービス拠点のワークステーションに登録し、中央コンピュータに毎日

表3 主な保全情報 この情報は、サービス拠点のオンライン端末で随時検索できる。

No.	分類	内容
1	顧客情報	<ul style="list-style-type: none"> ●顧客台帳(ビル名称, 所在地, 顧客窓口, ほか) ●契約内容(契約種別, ほか) ●地図・入館経路(画像情報)
2	製品情報	<ul style="list-style-type: none"> ●製品仕様(構成部品仕様, ほか) ●改修来歴(改修内容, 実施時期) ●トラブル来歴(故障内容) ●稼動実績(走行時間)
3	作業情報	<ul style="list-style-type: none"> ●保全仕様 ●作業進ちょく管理(計画内容, 完了内容) ●作業時間管理(標準作業時間, 実績) ●修理計画
4	マネジメント情報 ほか	<ul style="list-style-type: none"> ●業績管理 ●見積もり(保守, 改修) ●部品在庫検索

入力している。これによって作業の進ちょく管理を行っている。作業の進ちょく状況はオンライン端末で、随時確認が可能である。

3.3 修理計画システム

先の2.3項で述べたように、昇降機の修理部品は定期修理方式と適時修理方式の対象部品で構成している。これらの部品の予定修理を確実に実施するため、更新計画を「修理計画システム」によって管理している。システム管理されている修理項目数は、昇降機1台当たり70~400項目である。

このシステムの主な機能は次のとおりである。

- (1) 定期修理項目は、月々の稼動時間と経過年数を基に機械計算で修理予定日を自動設定する。
- (2) 適時修理項目は、修理実施予定日を任意に設定する。
- (3) 昇降機ごとに、年間修理予定を修理指示書として出力する。
- (4) 修理計画内容はデータベース化され、オンライン端末で常時検索・計画の更新や実績登録が可能である。

以上の機能により、顧客の使用状況の変化を即時反映した計画としている。また、顧客の中期修繕計画資料の一つとして、5年間の昇降機修理計画を提供している。

3.4 メンテナンス スケジューリング システム

保全技術者は顧客ビルを毎月巡回して、所定の保全作業を実施する。このときの作業の内容は、各作業項目を月々に分割して実施するため毎回異なっている。また、保全の回数・インターバルも顧客によって異なるため、巡回コースは一定でなく、毎月のスケジューリングが必要となってくる。このスケジューリングは、顧客の要望する作業日や時間帯を最優先とする中で、限られた保全技術者が効率よく保全作業を行うための重要な業務である。これを支援するシステムが、「メンテナンス スケジューリング システム」である。

スケジューリングの際考慮すべき要件は、顧客指定事項をはじめ、保全技術者の勤休計画、技術レベルなどの人的要件、作業量配分のバランスなど9種類・70項目ある(図3参照)。

割り付けの際特に注意が必要なことは、保全技術者を地区ごとに均等に分散して巡回させるようにスケジュールを組むことである。これは、緊急時には最寄りの地区で保全作業を行っている保全技術者が出動するが、特定地域への集中的な配置では他の地域での緊急時に出動が遅れ、サービスの低下を来すためである。

システム実用化前は、毎月の保全作業の巡回計画は専

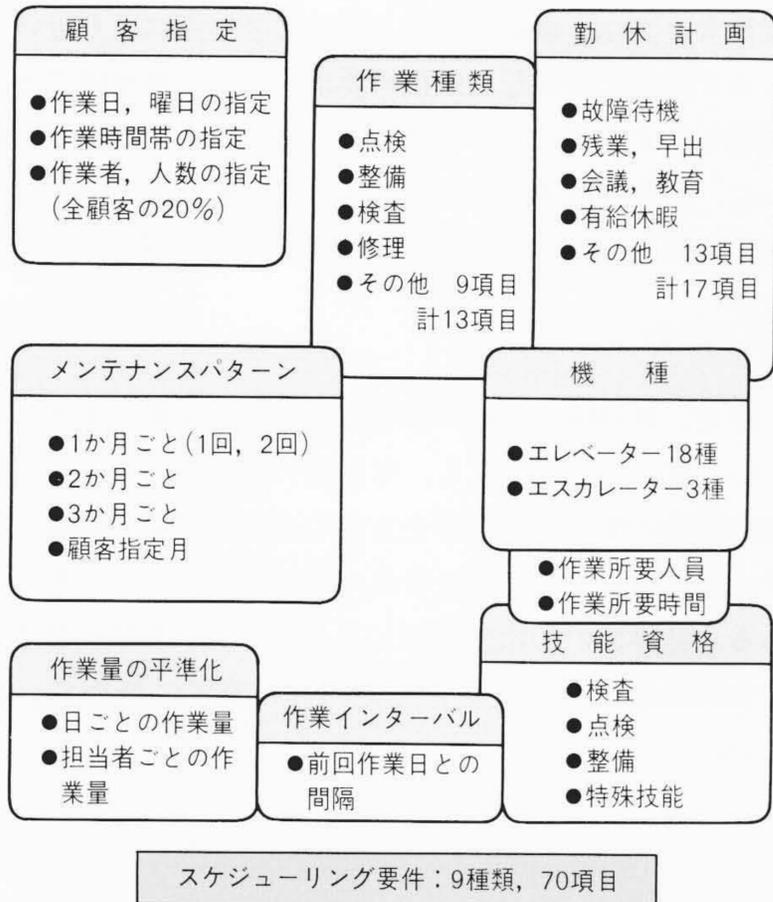


図3 スケジューリング要件 毎月の作業日は、顧客の要望を優先し、限られた人員で効率よく実施するため、考慮すべき要件9種類・70項目で決定している。

門の担当者が作成していた。すべての要件を満足するスケジュールを手作業で完成させるのには、熟練した担当者でも最低3日かかっていた。

メンテナンス スケジューリング システムは、このスケジュールを自動作成で実現したシステムである。このシステムはスケジューリング要件を優先ランク付けして目的戦略ネットに展開し、目的志向協調型高度AIツール³⁾(ES/KERNEL: Expert System/KERNEL)を使用してAIシステム化したものである。これによって、ワークステーション画面上で約5分間でスケジュールが自動割り付けされ、最終確認、調整によってスケジューリングが完了する(図4参照)。

このシステムの特長は次のとおりである。

- (1) スケジュール作成担当者の経験的ノウハウを目的志向協調型高度AIツールによって知識ベース化し、自動スケジューリングを可能とした。これによって良質のメンテナンススケジュールの作成が短時間で可能となった。
- (2) 自動作成したスケジュールは、ワークステーションの画面上で容易に調整できる。このとき、調整した内容の一部を学習機能に蓄積し、新たな知識として追加する

20係 03班 2月 ビル保 V08-00		1 月	2 火	3 水	4 木	5 金
目立	藤ハイ001T1	卯ビル002T1	山海堂001T1	成ビル001T1		
太郎	藤ハイ002T1		ABC001M1			
	四和銀001T1		ABC002M1			
	四和銀002T1		山の手0013A			
	卯ビル001T1		萩ビル003T1			
中根	五越デ0011A	五越デ0051B	亥ビル001T1	申ビル0011A		
	五越デ0021A	五越デ0061T1	未ビル001K1	申ビル0021A		
	五越デ0031A	五越デES1T1	梅銀行001K1	申ビル003K1		
	五越デ0031B	五越デES2T1	いろは001T1			
	五越デ0041B	五越デES4T1	申ビル0011A			
森川	中野商0012B	子ビル001T1	Aビル001#A			
	中野商002T1	丑ビル001K1	Aビル002#A			
	中野商003T1		Aビル003#A			
	中野商004T1		Aビル004#A			
	中野商005T1					
鴨下	山本	3341196	下妻	550340	570	570
博充	五越デ0011A	五越デ0051B	天川企001T1	国井ビ001K2		
	五越デ0021A	五越デ0061T1	山本MS001K1			
	五越デ0031A	五越デES1T1	鴨原ハ002T1			
	五越デ0031B	五越デES2T1	桑原二001T1			
	五越デ0041B	五越デES4T1	桑原二002T1			
下妻	五越デES52A	五越デESAT1	Aビル001#A			
	五越デES62A		Aビル002#A			
	五越デES72A		Aビル003#A			
	五越デES8T1		Aビル004#A			
	五越デES9T1					
和夫	中根	502	8	283237	570	570
山本	中野商0012B	子ビル001T1	山海堂001T1	成ビル001T1		
	中野商002T1	丑ビル001K1	ABC001M1			
	中野商003T1		ABC002M1			
	中野商004T1		山の手0013A			
	中野商005T1		萩ビル003T1			
吉明	森川	3361194	目立	3891131	570	570

図4 自動割り付け中のワークステーション画面 画面左の割り付け対象顧客群が、自動的に各日程表に移動し、5分間で割り付けを完了する。割り付け後の調整は、物件を直接指定し移動して行う。

ことによって、より効率的なメンテナンススケジュールへと拡張できる。

(3) ハンディターミナルから入力される作業実績と日々突き合わせることで、作業の進捗状況が随時確認できる。

このシステムによって、顧客の要望に合った保全日程の設定を実施している。また、保全技術者の日常の配置を適正化し、緊急時には最短時間での対応を図っている。

3.5 遠隔監視システム

ビル管理の機械化によってビルの無人化が進み、管理者不在の場合でも安心してエレベーターを利用できるような管理体制が要求されている。遠隔監視システム付きのエレベーターは、かご内の通話装置からの通話手段が常時確保されていて、監視センタの専門技術者との通話が可能である。

監視センタでは、24時間体制で遠隔監視を行っている。監視センタは、復旧にあたるサービス拠点により近いところで地域に密着した監視の要求が強く、各地区ごとに監視センタを開設し、監視している。現在は首都圏を中心に、北海道(札幌)、東北(仙台)、関越(高崎)、中部(名古屋)、関西(大阪)、九州(福岡)など全国で稼働している。

4 おわりに

以上、昇降機の最新の保全方式とその支援システムについて述べた。今後とも、昇降機の信頼性向上のための保全技術の開発と新規保全方式の構築、および関連システムの拡充によって保全事業の革新を進めていく考えである。昇降機の信頼性確保とともに、ソフトサービスをも含めた幅広い角度からその内容の充実に努めていきたい。

参考文献

- 1) 伊藤, 外: エレベーター遠隔監視診断システム, 日立評論, **70**, 10, 1021~1025(昭63-10)
- 2) 河野, 外: 遠隔知的診断システムを用いたエレベーターの予防保全, 日立評論, **75**, 7, 487~492(平5-7)
- 3) 鶴田, 外: 目的志向強調推論技術の開発とエレベーター保全員巡回問題への適用, 情報処理学会第43回全国大会発表論文(1991-10)
- 4) 浅田, 外: 日立エレベーターの保守管理, 日立評論, **47**, 2, 386~392(昭40-2)
- 5) 財団法人日本昇降機安全センター: 昇降機の維持及び運行の管理に関する規準