

東京ビルディング向け全階床エレベーター 行先予報システム“ELE-NAVI”の後付け改造工事

辻 聡司*
Satoshi Tsuji
谷山健二*
Kenji Taniyama
中谷匡志*
Masashi Nakaya

田口彰吾†
Shogo Taguchi

Retrofit Remodeling Work of Elevator Destination Oriented Allocation System "ELE-NAVI" for Tokyo Building

要 旨

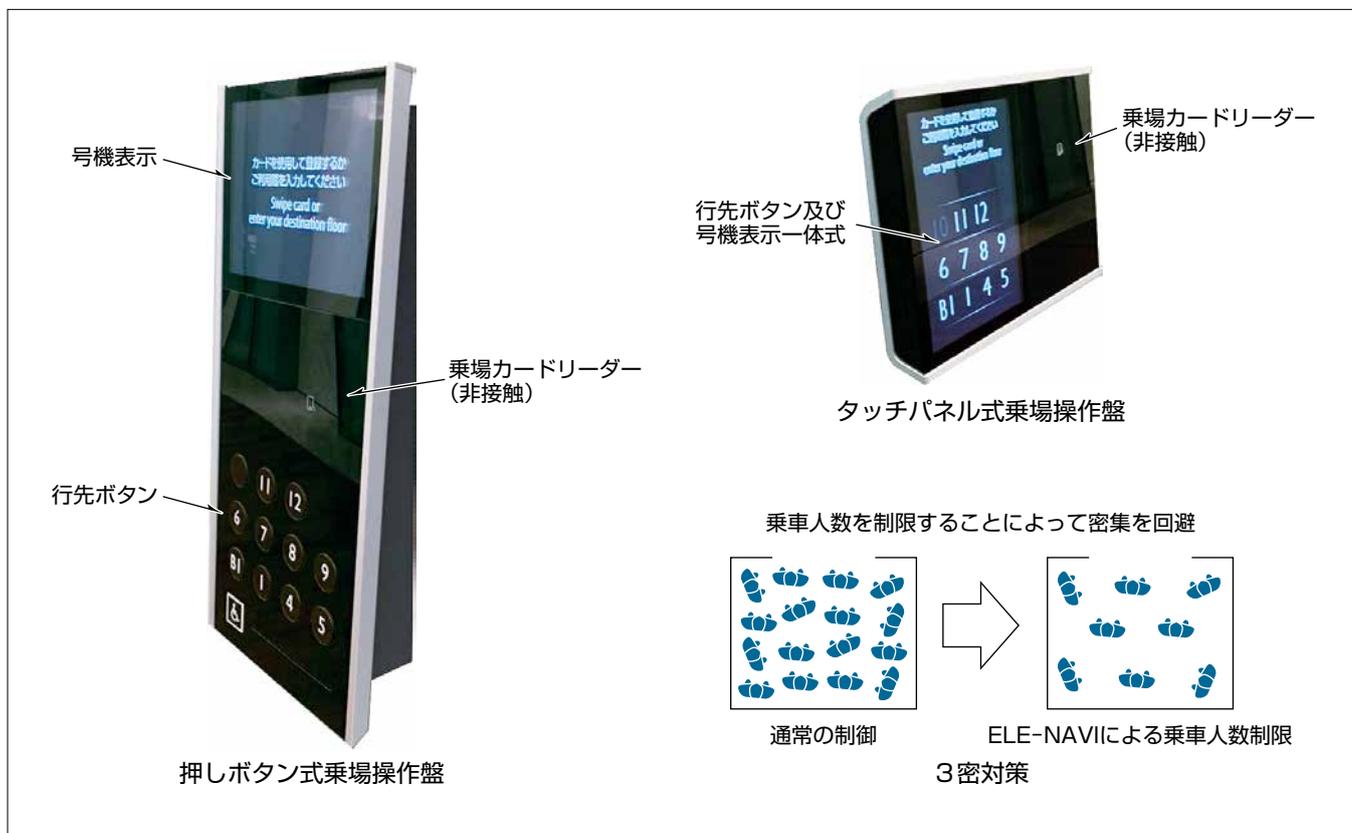
エレベーターの運行効率を向上させる手段として三菱電機のエレベーター行先予報システム“ELE-NAVI”は海外の大規模オフィスビルでは主流になっている。近年は国内のオフィスビル向けでも採用されるケースが増えている。2020年の東京ビルディング(東京都千代田区丸の内)向け全階床ELE-NAVIの後付け改造工事は、その代表事例である。

ELE-NAVIに必要な乗場操作盤には国内案件でも市場要求が高まっているタッチパネル式の乗場操作盤を導入した。タッチパネルの操作が困難な視覚障がい者への対応として、タッチパネル式操作盤のデザインと統一感を持たせた押しボタン式の乗場操作盤も導入した。

東京ビルディングの改造工事では世間で新型コロナウイルス

感染症(COVID-19)の拡大によって、感染を防止する動きが広まったことを受けて接触・密集を避ける対策を行った。全階床の乗場にカードリーダーを設置し、エレベーター利用者はカードを使用して非接触で照合を行い、主階床では利用者の行先階、利用者勤務階の乗場では主階床のかご呼びを自動登録することで行先ボタンに触れることなく、エレベーターを利用することを可能にした。

また、1台のかごに乗車する人数を少人数に制限することによって、3密(密集、密接、密閉)を回避することにした。人数制限によって運行効率が低下してしまうところを、運行効率の向上が見込めるELE-NAVIを併用することで運行効率を維持し、3密の回避を実現した。



エレベーター行先予報システム“ELE-NAVI”の乗場操作盤及び3密対策

タッチパネル式と押しボタン式の2種類の乗場操作盤を主階床を含む全階床に設置した全階床ELE-NAVIでは操作盤に乗場カードリーダーを組み込んでおり、カード照合によって操作部に触れることなく行先呼びが登録可能になっている。新型コロナウイルス感染症対策として、ELE-NAVIの乗車人数制限機能を利用して一つのかご内に乗車する人数を低く抑えると同時に運行効率を損なわない群管理を実現した。

1. ま え が き

高層ビルの運行効率向上への市場要求が高まり、2010年にエレベーター行先予報システムELE-NAVIを東京ビルディングに納入した。納入当初は出勤時の混雑緩和を目的に、主階床のセキュリティーゲートのカード照合によって、行先階を自動登録するシステムを採用した。また、主階床の乗場にはゲートで呼び登録ができなかった場合やカードを使用できない来客に備えて、乗場操作盤を設置し、利便性の向上を図った。その後、出勤時だけでなく、昼食時や退勤時の混雑を緩和するため、乗場操作盤を全階床に設置する全階床ELE-NAVIのシステムを開発し、2020年12月に後付け改造工事で全階床ELE-NAVIのシステムを納入した。

全階床に設置した乗場操作盤にはタッチパネル式乗場操作盤を採用し、タッチパネルの操作が困難な視覚障がい者への対応として押しボタン式乗場操作盤を併用する方式にした。

本稿では、全階床ELE-NAVIで、新たに採用した乗場操作盤(タッチパネル式/押しボタン式)、新型コロナウイルス感染症対策の技術に加えて、システム納入での成果について述べる。

2. 乗場操作盤の開発

2.1 タッチパネル式乗場操作盤のデザイン

東京ビルディング向けに今回採用したタッチパネル式乗場操作盤には、三菱電機の有償付加仕様であるタッチパネル式乗場操作盤の最新モデルの意匠を採用し、意匠デザインをアップグレードした。また、行先階登録時には、乗車号機に加えて、乗場レイアウトも表示している(図1)。これによって、利用者へ“どのエレベーターに乗車すればよいのか”、視覚的に情報を伝えることで、配車されたエレベーターへスムーズに誘導する効果が期待できる。



図1. 乗場操作盤登録時の液晶表示画面

2.2 押しボタン式乗場操作盤のデザイン

国内市場では、タッチパネル操作が困難な視覚障がい者やタッチパネル操作に不慣れな利用者を考慮し、押しボタン式の乗場操作盤を併設した。これについてもデザインを一新し、主力製品のタッチパネル式乗場操作盤にデザインを合わせて、統一感のある仕様にして新規投入した。

2.3 早期投入の道筋

建築との調和とスタイリッシュな形状を前提に開発されたタッチパネル式乗場操作盤を彷彿(ほうふつ)させるデザインコンセプトを実施するために、次に述べる手法の下、早期開発設計を実現した。

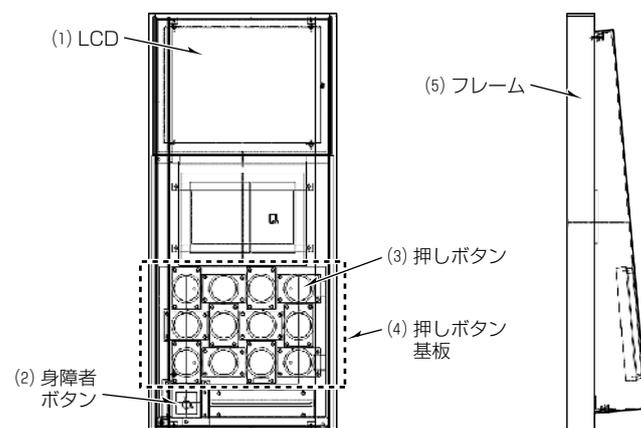
2.3.1 既存技術の応用・組合せによる設計

短期間での製品投入を目指すため、次に挙げる主な構成部品を筆頭に、新規設計部品を最小限にした開発設計を行った(図2)。

- (1) LCD(Liquid Crystal Display)：タッチパネル式乗場操作盤の液晶モジュールの流用
- (2) 身障者ボタン：海外向け乗場操作盤の押しボタンの流用
- (3) 押しボタン：国内向け押しボタンの応用設計
- (4) 押しボタン基板：量産品の基板で最小レイアウトを実現
- (5) フレーム：タッチパネル式乗場操作盤と同質の金属フレーム採用

2.3.2 仕様対応力の考慮

様々な顧客ニーズや提案に応じて、デザインや構造変更を行えるように、変更可能要素を備えた開発設計(拡張性の高い設計)で提案を行い、ブラッシュアップしながら製品を作り上げていくことで短期間での製品投入を実現した。今回開発の主な変更可能要素は次のとおりである。



主要部品図面のうち16/31枚を既存図面から流用適用した。

図2. 変更要素を最小限にした実装検討

- (1) LCD：液晶モジュールを適用することで、コンテンツの変更に柔軟に対応可能
- (2) インジカバー：アクリル材料を選定することによって、筐体(きょうたい)サイズやボタン形状の変更に対応可能
- (3) 押しボタン基板：安価かつボタン意匠面のカラーバリエーションに対応ができる汎用基板を選定
- (4) 押しボタン意匠：表面仕上げ・カラーの変更が可能なボタンにして、さらに新型コロナウイルス感染症対応として抗ウイルス機能に対応できるボタンを選定
- (5) 筐体：既設エレベーター改造工事後付け対応可能になるように壁貼りタイプの筐体を採用

3. 新型コロナウイルス感染症対策

3.1 非接触呼び登録

エレベーターに乗車する際は、乗場とかごでボタンを操作する必要があります。新型コロナウイルス感染症の拡大に伴って接触による感染のリスクが常在している。東京ビルディングに導入した乗場操作盤はカードリーダーを内蔵しており、セキュリティーカードを照合することによって非接触で行先階を自動登録することを可能にした。セキュリティーカードにはあらかじめ所有者の勤務階が登録されており、主階床で照合した際には勤務階を行先階として自動登録し、勤務階での照合では主階床を自動登録できる。この機能によって操作盤に触れることなく目的の階まで移動できる。

3.2 かご内乗車率低減

エレベーターは基本的に乗場呼びが発生した階に1台のかごを割り当てて、そのかごが利用者を乗せて出発するまでは次のかごを割り当てることはない。このとき、一つのかごにできるだけ多くの利用者を乗車させて出発した方が運行効率の向上が見込める。

一方でコロナ禍の影響によって3密を避ける動きが高まり、エレベーターでもかご内の乗車人数を制限したいという要求が出てきた。

ELE-NAVIでは乗車前に利用者一人一人の行先階をあらかじめ把握し、同じ行先階の利用者を同じかごに振り分けて、各かごが停止する階床数を削減することで運行効率を向上させることができるシステムである。また、一つのかごへの乗車人数があらかじめ設定されており、設定された人数に達すると即座に別のかごを割り当てる仕組みになっている。そのため乗場呼びの発生した階に対して同時に複数のかごを割り当てることができる。

東京ビルディングでは3密対策として、全階床ELE-

NAVI導入後の乗車人数を定員の1/3に制限した。この設定変更によってかご内の同乗者数は減らすことができるものの、一度に輸送できる利用者が減少し、運行効率は低下してしまう。その低下分を全階床ELE-NAVIによる運行効率向上で補うことによって、運行効率を損なうことなく3密を回避できる群管理方式を実現した。

4. 全階床ELE-NAVI納入前後の比較と効果検証

4.1 比較方法

ELE-NAVIを全階床に納入した結果、輸送にどのような影響を及ぼしたか調査した。納入前は2020年11月16日(月)~20日(金)、納入後は2020年12月21日(月)~25日(金)で、エレベーターの運行データを収集し、乗客の流れを推定した。なお、時差出勤や在宅勤務が推奨されていた時期に納入したため、大きな混雑は発生していない状況での比較になっている。

4.2 効果検証

推定乗客流から待ち時間を算出し、集計した結果を表1に示す。集計値は4.1節で述べた平日5日間での平均値である。出勤時、昼食時前半、昼食時後半、退勤時の各時間帯で、最も混雑する30分間を抽出した。乗車人数は、当該時間帯での累計乗客数である。したがって、同じ人物であっても、二度乗車すれば2人としてカウントする。平均待ち時間は、全乗客の待ち時間の平均値である。長待ち率は、60秒以上エレベーターを待った人の割合である。60秒は、イライラ度が急激に増すしきい値として用いられている。

また、乗車人数制限機能の効果を確認するため、上方向混雑時間帯である出勤時と昼食時後半に関して、主階床から上方向へ出発する際の積載量(定格積載量に対するパーセンテージ)の比率を図3に示す。対象エレベーターの定員は24人のため、かご内の乗客が4人で積載量は17%程度、6人で25%程度、8人で33%程度、10人で42%程度になる。少ない積載量で出発した比率が高いほど、同乗者が少ない状態で出発できた回数が多く、快適なエレ

表1. 運行データから算出した交通集計

時間帯		日中	出勤時	昼食時前半	昼食時後半	退勤時
乗車人数(人)	納入前	5,077	256	417	427	211
	納入後	5,145	236	462	422	198
平均待ち時間(秒)	納入前	12.7	14.5	15.2	13.2	17.1
	納入後	11.3	8.4	15.8	14.3	16.1
長待ち率(%)	納入前	0.68	1.89	1.32	1.33	0.91
	納入後	0.30	0.25	0.94	0.69	0.15

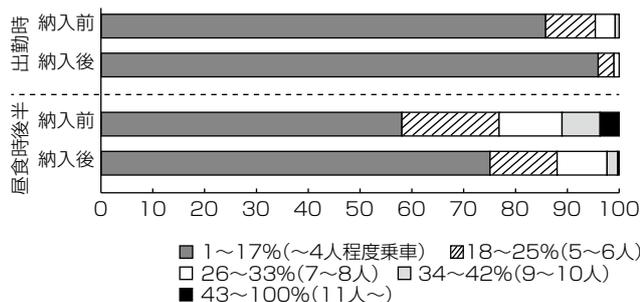


図3. 主階床から上方向走行時の積載量の比率

ベーターであることを表す。例えば、昼食時後半であれば、ELE-NAVI納入前は、11人以上乗車が約3.7%あったのに対して、納入後は約0.3%になり、密集場面が発生する可能性を低減できていることが分かる。乗車人数制限に相当する33%を超える要因としては、乗場操作盤の操作から乗客数を推定して制限しているのに対して、乗客の体重のばらつき、秤(はかり)の誤差、乗場操作盤を操作せずに相乗りする乗客がいたこと、一時的な混雑によって人数制限を超過して乗車したこと等の影響によるものと考えられる。

4.3 考 察

表1から、出勤時で、乗車人数の減少効果もあるとはいえ、平均待ち時間を大きく短縮できた。ELE-NAVIの行先階別に配車する機能は、出発階が単一で、行先階が複数になる上方向混雑時間帯で、特に有効である。

一方、上方向混雑時間帯である昼食時後半で、平均待ち時間の増加が見られるが、図3から、乗車人数制限機能の影響と考えられる。今後、乗客が増えて輸送能力が足りなくなったときには、制限人数を緩和し、待ち時間を優先することも考慮する必要がある。

全体的には、長待ち率と同乗者数の両方を低減できていることから、よりストレスフリーな運行になったことがうかがえる。

5. 後付け改造工事での工事期間短縮

今回実施した全階床ELE-NAVIを後付け改造する工事では乗場・昇降路・制御装置での改造が発生するため、エレベーターを停止しての作業が避けられない。しかしながら、東京ビルディングは稼働中のビルであり、エレベーターを停止することは利用者のサービス低下に直結する。そのため、可能な限りエレベーターの停止期間を短縮できるように、施工前の検討を行った。

(1) 昇降路内改造の先行着手

電源装置や信号変換器など昇降路内設置の汎用機器につ

いては改造部品を先行出荷し、平日の夜間やテナント休日の土日を利用して据付け作業を実施した。

(2) 制御装置改造作業の簡素化

改造部品のユニット化及び機器間接続用電線のハーネス化を行い、改造の省人化と効率化を実現した。

(3) 設計及び工事担当部門共同による検証作業

設計部門が作成した現地試験要領書を基に、設計部門と工事部門が合同で現地試験を実施することで、短時間で複雑な動作検証を完了した。

この結果、通常であればエレベーター全台停止を数日間要する大規模な工事であったが、最終システム切替えの際も全台停止することなく2日間で完了した。今回のケースを基に工事期間の利用者への影響を最小限に抑えることで、既存ビルへの納入を推し進めていくことが可能になる。

6. システム納入後の利用者調査

全階床ELE-NAVI納入後、利用者へのアンケート調査を行い、このシステムについての評価を確認したところ、半数以上の利用者から乗場操作盤のデザインと乗車号機のレイアウト表示の見やすさについて良好な評価を得た。一方、乗場で行先呼びを登録した際に乗車号機の表示時間が短くて認識しづらいという指摘があった。表示時間を長くすると、次の利用者が登録可能になるまでの時間が遅れて登録待ちが発生するため、必ずしも長い方が良いわけではない。この現場では管理者・利用者立会いの下、最適な表示時間になるようにチューニングを実施した。

7. む す び

今回納入した全階床ELE-NAVIでは意匠性の高い乗場操作盤を採用し、運行効率を高水準に維持したまま新型コロナウイルス感染症対策として、3密を回避できた。また、事前に施工計画を細部まで練りこむことで、稼働中のエレベーターへの全階床ELE-NAVI納入工事を利用者への影響を最小限にして完了させることができた。

新型コロナウイルス感染症の影響は今後も継続することが考えられるため、3密対策と運行効率の両立を目指して利用者の人数や混雑度に応じて、乗車人数を自動チューニングできる新群管理システムの開発を進めていく。

参 考 文 献

- (1) 鈴木直彦, ほか: セキュリティシステム連動・エレベーター行き先予報システム, 三菱電機技報, 85, No.2, 102~106 (2011)
- (2) 谷山健二, ほか: エレベーター先行予報システムとタッチパネル式乗場操作盤, 三菱電機技報, 89, No.9, 500~503 (2015)