

テクノロジーマップの整備に向けた調査研究
(アナログ規制の見直しに向けた技術実証等) における技術実証

技術実証報告書

実証類型番号 4 :

センサー、AI 解析等を活用した設備の状態の定期点検の実証

一般財団法人日本建築設備・昇降機センター

令和 6 年 2 月 16 日

目次

1	技術実証の概要	3
1.1	目的	3
1.2	対象業務（法令）	3
1.3	全体像	3
1.4	実施体制・期間	7
1.4.1	実施体制	7
1.4.2	実施期間	7
2	技術実証内容の詳細	8
2.1	技術実証の方法	8
2.2	実施場所等	17
2.3	実施条件等	20
3	技術実証の結果	21
3.1	結果の評価ポイント・方法	21
3.2	結果及び評価・分析	40
	用語集	73

1 技術実証の概要

1.1 目的

昇降機の保守点検¹では、各メーカーにて開発した保守点検ツールを使用することでデジタル化された確認方法が先行してとられている。一方で現在、昇降機の定期検査²は平成 20 年国土交通省告示第 283 号³（以下、「告示第 283 号」という。）に基づいて実施されているが、目視、触診等、測定方法が限定されるものについては、保守点検ツールを使用することができない。本実証では、定期検査においても、既開発の保守点検ツールを活用することで、目視や測定にて確認している結果と同等の判断が可能であることの技術実証を行う。

また、保守点検ツールを活用することにより、従来目視等で判定していた項目に関してデジタル化することで、確認項目のエビデンス強化が期待できると共に、次のような効果が期待できる。

【期待される効果】

安全性向上：制御盤、回転物等の確認において、感電や巻き込まれ等の危険性を軽減
効率化：検査時間削減による合理化

1.2 対象業務（法令）

建築基準法第 12 条及び建築基準法施行規則第 6 条、第 6 条の 2 に係る建築設備等の定期検査・点検

1.3 全体像

「告示第 283 号」別表⁴第 1 に定められた(い)検査項目、(ろ)検査事項、(は)検査方法、(に)判定基準において、本実証では、保守点検ツールを活用することにより判断が可能と考えられる検査項目を対象とする。今回選定した全 8 項目を、表 1 から表 5 に示す。また、図 1 に昇降機の自動制御に係る制御システムの全体像を示す。なお、「告示第 283 号」別表第 2～第 6 の昇降機の型式においても、それぞれの別表に定められた(い)検査項目、(ろ)検査事項、(は)検査方法、(に)判定基準においての取り扱いは共通とする。なお、表 1 から表 5 に示す本実証における 8 項目に関し、告示に記載の表現で判別するためには、(い)検査項目と

¹ 昇降機の適切な維持管理に関する指針の解説や、保守会社にて定めた点検項目に対して確認する点検

² 国土交通大臣が「告示第 283 号」で定めた検査項目を実施するもの

³ 告示 283 号：昇降機の定期検査報告における検査及び定期点検における点検の項目、事項、方法及び結果の判定基準並びに検査結果表を定める件

⁴ 別表第 1：ロープ式エレベーター

別表第 2：油圧エレベーター

別表第 3：段差解消機

別表第 4：いす式階段昇降機

別表第 5：エスカレーター

別表第 6：小荷物専用昇降機

(ろ) 検査事項を含む必要があるが、記載が長くなり、本文の説明がわかりにくくなる。そこで、本報告の2章以降では8項目を下記のように記載する。なお、下記の(1)から(8)の番号は、表1から表5中の番号と対応している。

- (1) 制御器(接触器、運転制御用基板)
- (2) 巻上機(ブレーキ制動力の状況)
- (3) 巻上機(ブレーキ保持力の状況)
- (4) 速度
- (5) 地震時等管制運転装置
- (6) かごの戸のスイッチ
- (7) 上部リミット(強制停止)スイッチ
- (8) 下部リミット(強制停止)スイッチ

「告示第283号」共通の(は)検査方法は、以下のとおりである。

- (1) 目視により確認する
- (2) 触診により確認する
- (3) 聴診により確認する
- (4) 測定する
- (5) 設置の状況を確認する
- (6) 作動の状況を確認する
- (7) テストハンマーによる打検又は緩み確認マークの位置等の点検により確認する
- (8) 次に掲げる方法のいずれかによる(規定されている検査方法のいずれかで基準を満たしているか確認するもの)

例：ブレーキの保持力の状況

- (イ) ブレーキをかけた状態において、トルクレンチにより確認する。
- (ロ) ブレーキをかけた状態において、電動機にトルクをかけ確認する。
- (ハ) かごに荷重を加え、かごの位置を確認する。

表 1 機械室に係る検査項目

(い)検査項目			(ろ)検査事項	(は)検査方法	(に)判定基準
(1)	制御器	接触器、継電器及び運転制御用基板	作動の状況	昇降機を運転し、作動の状況を確認する。	昇降機が正常に作動しないこと。
(2)	巻上機	ブレーキ	制動力の状況	かごの無積載上昇時(巻胴式にあってはかごの無積載下降時)のブレーキの制動を確認する。	ブレーキが作動しないこと又はかごが停止しないこと。
(3)	巻上機	ブレーキ	保持力の状況	次に掲げる方法のいずれかによる。 イ ブレーキをかけた状態において、トルクレンチにより確認する。 ロ ブレーキをかけた状態において、電動機にトルクをかけ確認する。 ハ かごに荷重を加え、かごの位置を確認する。	平成 12 年建設省告示第 1429 号(以下「制御器告示」という。)第 1 第一号の規定に適合しないこと。
(4)	速度		かごの上昇時及び下降時の速度の状況	無負荷運転時のかごの速度を瞬間式回転速度計又は電子式速度表示装置(以下単に「瞬間式回転速度計」という。)により測定する。	定格速度の 125% を超えていること。

表 2 共通に係る検査項目

(い)検査項目		(ろ)検査事項	(は)検査方法	(に)判定基準
(5)	地震時等管制運転装置(特殊告示第 1 第四号に掲げるエレベーターを除く。)	作動の状況	作動の状況を確認する。	平成 20 年国土交通省告示第 1536 号第 2 第三号(かごの定格速度が 240m 以上の乗用エレベーター及び寝台用エレベーターにあっては、特殊告示第 1 第五号)の規定に適合しないこと。

表 3 かご室に係る検査項目

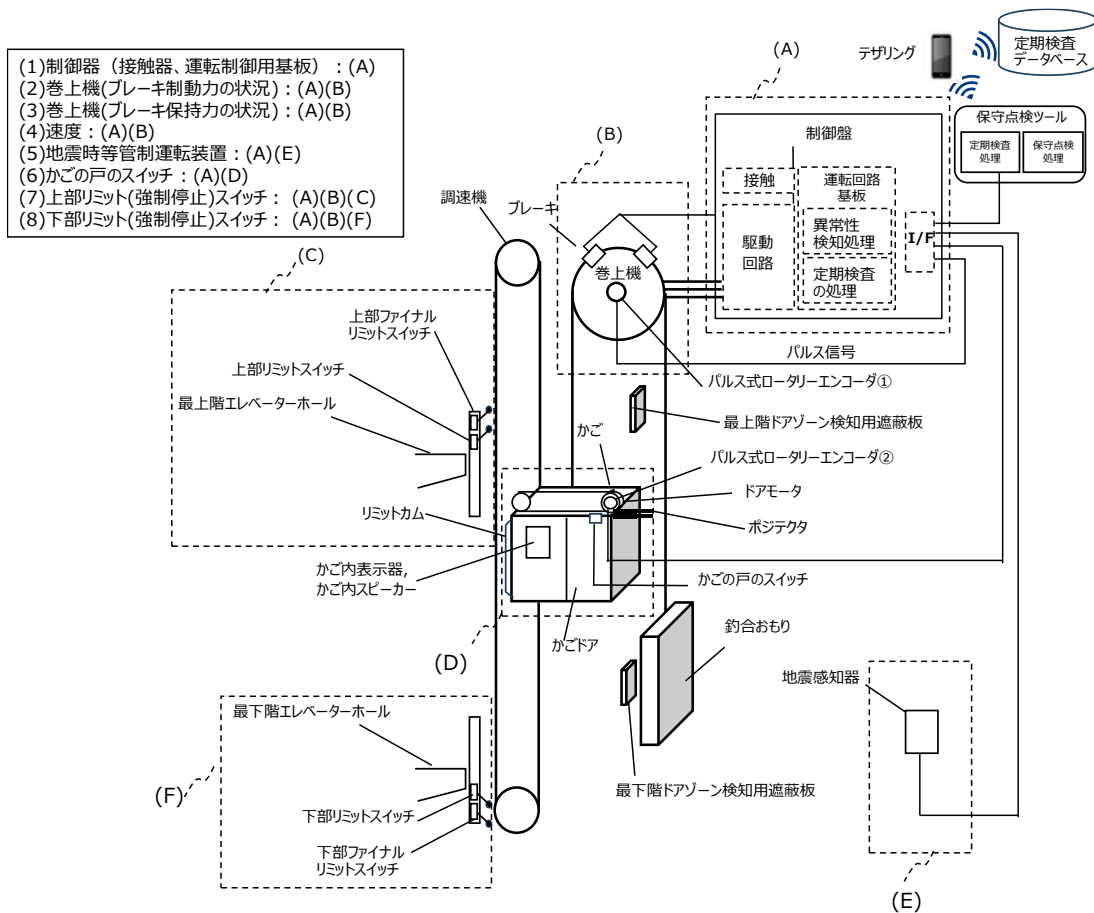
(い)検査項目		(ろ)検査事項	(は)検査方法	(に)判定基準
(6)	かごの戸のスイッチ	スイッチの作動の状況	次に掲げる方法のいずれかによる。 イ 途中階においてかごを停止させ、かごの戸を開いた後、徐々に戸を閉め、作動の位置を目視により確認し又は測定する。 ロ かごの戸が開いた状態において動かないことを確認した後、スイッチの作動の位置を目視により確認し又は測定する。	制御器告示第 1 第二号若しくは第三号の規定に適合しないこと又は作動の位置が両引き戸若しくは上下戸にあつては 75mm、片引き戸、上げ戸若しくは下げ戸にあつては 50mm を超えていること。

表 4 かご上に係る検査項目

(い)検査項目		(ろ)検査事項	(は)検査方法	(に)判定基準
(7)	上部ファイナルリミットスイッチ及びリミット(強制停止)スイッチ	リミットスイッチの作動の位置	スイッチの作動の位置がドアゾーン内であることを確認する。	ドアゾーン内で作動しないこと。

表 5 ピットに係る検査項目

(い)検査項目		(ろ)検査事項	(は)検査方法	(に)判定基準
(8)	下部ファイナルリミットスイッチ及びリミット(強制停止)スイッチ	リミットスイッチの作動の位置	スイッチの作動の位置を確認する。	ドアゾーン内で作動しないこと。



1.4 実施体制・期間

1.4.1 実施体制

事業者名	実施業務・役割
一般財団法人日本建築設備・昇降機センター	実証事業の運営、コンサルティング
株式会社日立ビルシステム（一般財団法人日本建築設備・昇降機センターからの再委託先）	実証する検査項目の選定、実証方法の検討、人的定期検査の実施、保守点検ツールを使用した実証実験の実施、結果の分析・取りまとめ

1.4.2 実施期間

令和 5 年 11 月 7 日から令和 6 年 2 月 16 日

2 技術実証内容の詳細

2.1 技術実証の方法

本実証においては、個別領域として8項目を設定する。本実証では、株式会社日立ビルシステム（以下「日立ビルシステム」という。）にて開発済みの保守点検ツールを用いるため、まずは当該保守点検ツールにおける、本実証に係る部分についての概要を、実証内容の詳細とともに以下に述べる。

なお、本実証では既開発の保守点検ツールを活用するため、開発・準備期間はない。

(1) 制御器（接触器、運転制御用基板）

(ア) 実証内容の詳細

図 1. (A)の「制御盤」部分でのデータを用いて制御器(接触器、運転制御用基板)の検査のデジタル化を実現する。運転制御用回路基板からの指令に対して接触器が作動するまでの時間を計測し、この時間がエレベーターの制御タスク周期を鑑みて適切であることを確認する。また運転制御の入出力データを基にエレベーターが正常に作動していることを監視診断する。実証時には、エレベーターを動かして、接触器の投入指令から接点投入までの時間を計測し、正常に作動していることを確認する。また、運転制御の異常性検出処理判定結果を基に、昇降機が正常に作動していることを確認することで、接触器、継電器及び運転制御用基板の作動状況を確認する。

(イ) 活用した要素技術

- ・パルス式ロータリーエンコーダ①
- ・ポジテクタ

(ウ) 活用した技術・システムの内容

図 2 に活用した技術・システムの全体像を示す。接触器の作動状況の判定は、エレベーター自体の異常の判定としても用いられるため、制御盤内のマイコンで処理される。エレベーターの運転指令がされた時刻と、接触器が作動した時刻がそれぞれ計測され、所定の時間で接触器が作動しているかの判定が行われる。

また、エレベーターの作動状況の監視診断においては、これらの情報に加えて、パルス式ロータリーエンコーダ①の情報と、かごに設けられたポジテクタの情報が用いられる。パルス式ロータリーエンコーダ①では、巻上機の回転量を計測する。巻上機の回転量とシーブの径から、かごの移動量が算出できるため、かごの位置が算出できる。さらに、かごの位置を検出するために、かごにはポジテクタが備えられ、昇降路には遮蔽板が備えられている。パルス式ロータリーエンコーダ①でかごの位置を算出すると、どのタイミングで、遮蔽板でポジテクタの信号が変化させられるかが推定できる。この推定したタイミングと、実際のタイミングの差を判断することで、エレベーターが想定どおりに作動しているかが判定でき、タイミングがずれている場合は、エレベーターの運動制御に異常があると判定できる。このような判定を、運動制御の移動性検出にて行い、異常がある場合は、エラーを出力する。このエラー出力は、制御盤内にエラー情報として蓄積されるため、この情報を保守点検ツールで読み出すことで、運転制御に対する異常の有無を判断できる。

本システムでは、接触器の作動判定の時間を評価するが、その時間としては、エレベ

ーターの作動制御の時間を計測する。エレベーターの制御は、本実証で用いる機種では 40ms でタスクが制御されているため、計測精度は±40ms となる。

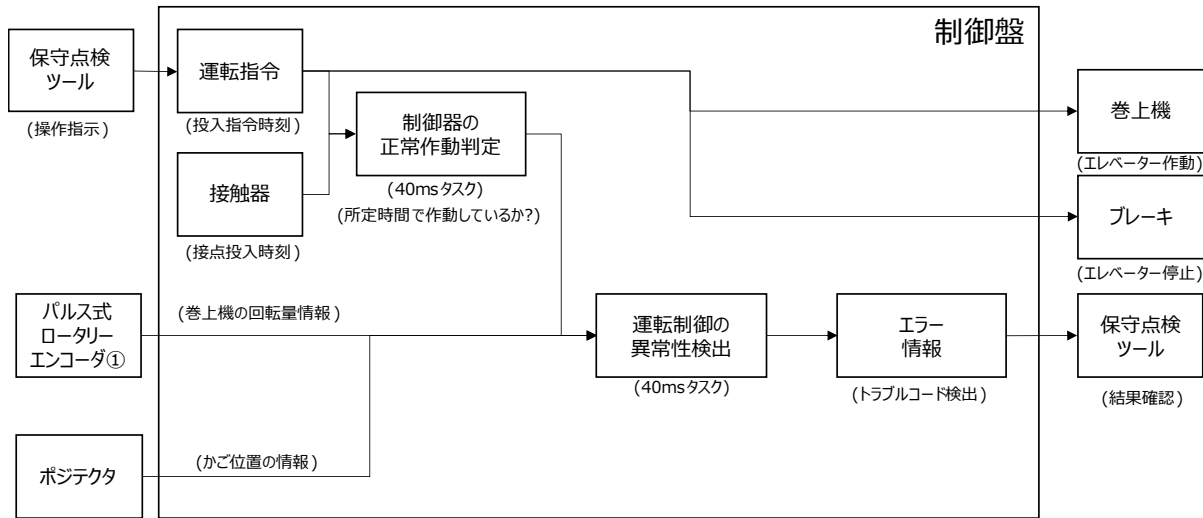


図 2 活用したシステムの図：制御器（接触器、運転制御用基板）

(2) 巻上機(ブレーキ制動力の状況)

(ア) 実証内容の詳細

図 1. (A)の「制御盤」の運転回路基板の部分及び(B)で示す巻上機に取り付けられた「パルス式ロータリーエンコーダ①」の部分でのデータを用いて巻上機(ブレーキ制動力の状況)の検査のデジタル化を実現する。(A)からブレーキ制動力試験指令を出し、(B)のパルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値からブレーキの制動状況を確認する。実証時には、無負荷上昇時にかごを非常停止させ、非常停止時の速度と制動距離を、巻上機に取り付けたパルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値からブレーキの制動状況を確認する。

(イ) 活用した要素技術

- ・パルス式ロータリーエンコーダ①

(ウ) 活用した技術・システムの内容

図 3 に活用した技術・システムの全体像を示す。ブレーキの制動力試験は、保守点検ツールによる UCMP 試験モードで実施する。UCMP の試験では、まず、かごを所定の速度で作動させ、その状態でブレーキを作動させることで非常制動を行う。この非常制動時の直前の速度と、非常制動からかごが停止するまでの移動距離を、パルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値から算出する。この算出した値を保守点検ツールにて確認し、基準を満足しているかを確認する。このように、UCMP の試験では、かごの非常制動を行い、非常制動からかごが停止するまでの工程に対する試験を実施するため、巻上機(ブレーキ制動力の状況)の検査に必要な、ブレーキの制動によりかごが静止したかの判定も可能である。なお、本実証で用いる巻上機・ブレーキ型式と、それに対する大臣認定番号は下記のとおりである。

- ・大臣認定番号：DBU-77A 巻上機：L/MF60U-DJ、ブレーキ：GDB-140A

・大臣認定番号：DBU-76A 巻上機：L/MF100U-DJ、ブレーキ：GDB-170A
 ・大臣認定番号：DBU-87A 巻上機：MF100R-CJ、ブレーキ：ECB-240M-F
 本システムでは、パルス式ロータリーエンコーダ①を用いるが、これを用いる場合の計測精度について述べる。パルス式ロータリーエンコーダ①の1パルス当たりのかごの走行距離は、

$$1 \text{ パルスあたり走行距離} = \text{シーブ径} / \text{ローピング} / \text{パルス数}$$

保守点検ツールには1mm単位の計測結果を表示する。これは、巻上機(ブレーキ制動力の状況)の検査ではかごが停止したか否かの判断が必要なため、1mm単位の計測結果があれば十分な精度で検査が可能であることを踏まえて設計されたものである。なお、本実証においては、パルス式ロータリーエンコーダ①は、パルス数8192のものを用いている(例：多摩川精機製 TS5246N581)。

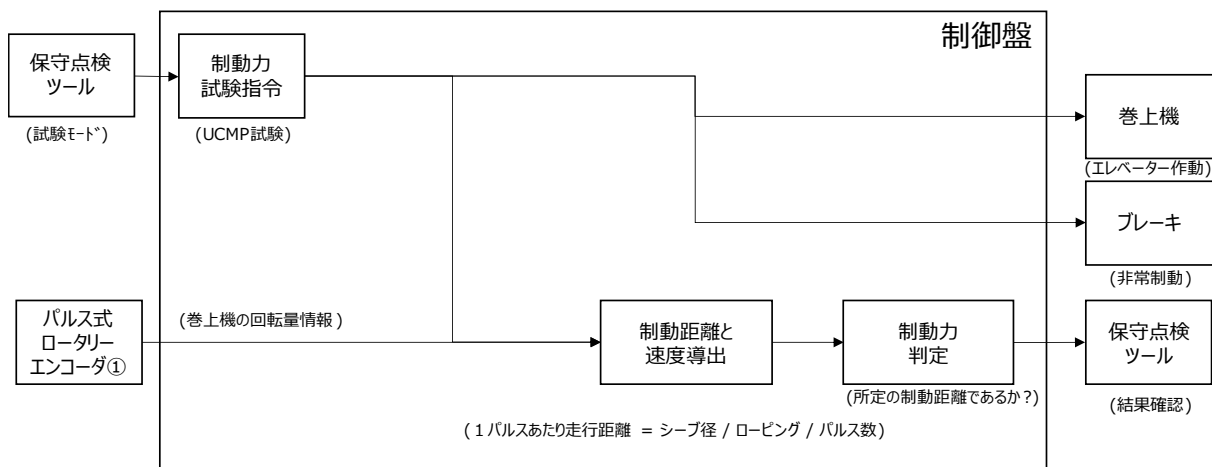


図 3 活用したシステムの図：巻上機(ブレーキ制動力の状況)

(3) 巻上機(ブレーキ保持力の状況)

(ア) 実証内容の詳細

図 1. (A)の「制御盤」の運転回路基板及び(B)で示す巻上機に取り付けられた「パルス式ロータリーエンコーダ①」の部分でのデータを用いて巻上機(ブレーキ保持力の状況)の検査のデジタル化を実現する。(A)からブレーキ保持力試験指令を出し、(B)のパルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値からブレーキの保持力状況を確認する。実証時には、ブレーキ制動状態で、電動機にトルクをかけた時に、かごが動かないことを巻上機に取り付けたパルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値から計測することで、ブレーキ保持力の状況を確認する。

(イ) 活用した要素技術

- ・パルス式ロータリーエンコーダ①

(ウ) 活用した技術・システムの内容

図 4 に活用した技術・システムの全体像を示す。ブレーキの保持力試験は、ブレーキが作動し、かごが静止されている状態で実施する。ブレーキが作動している状態で、巻上機のモータに電流を流し、トルクを付与する。トルクが所定の大きさになるように電流を流した状態を維持し、そのときのかごの移動量を計測する。かごの移動量は、パルス式ロータ

リーエンコーダ①のパルス値から計測する。

本システムでは、パルス式ロータリーエンコーダ①を用いるが、これを用いる場合の計測精度について述べる。パルス式ロータリーエンコーダ①の1パルス当たりのかごの走行距離は、シーブ径、ローピング、パルス式ロータリーエンコーダ①のパルス数より次の式にて算出される。

$$1 \text{ パルスあたり走行距離} = \text{シーブ径} / \text{ローピング} / \text{パルス数}$$

保守点検ツールには1mm単位の計測結果を表示する。巻上機(ブレーキ保持力の状況)の検査では、判定基準が「平成12年建設省告示第1429号第1第一号の規定に適合しないこと。」となっている。この判定のためには1mm単位の計測結果があれば検査が可能であることを踏まえて、保守点検ツールへの表示内容は設計されたものである。なお、本実証においては、パルス式ロータリーエンコーダ①は、パルス数8192のものを用いている(例：多摩川精機製 TS5246N581)。

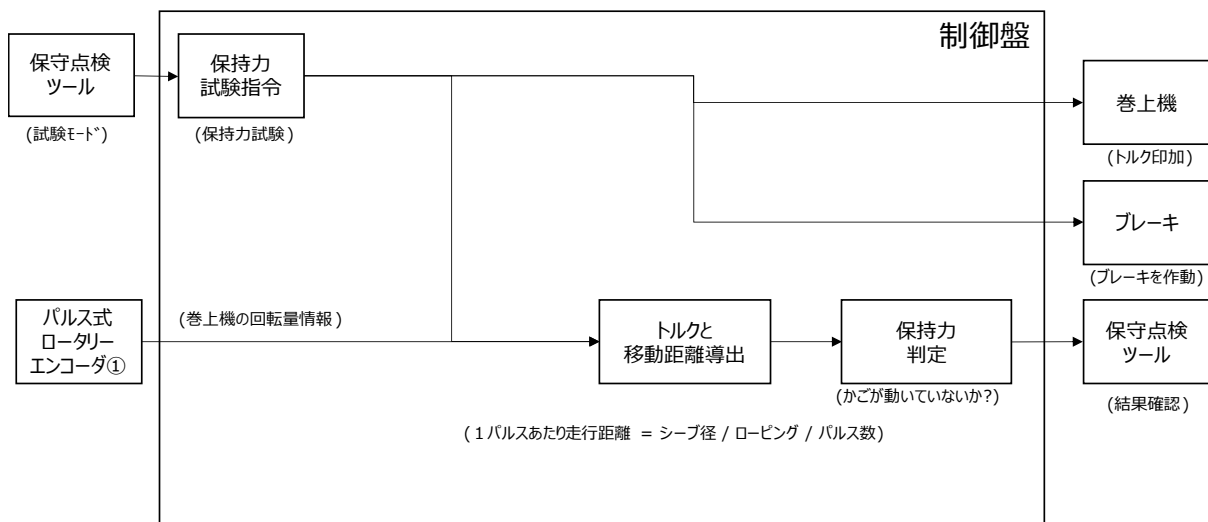


図 4 活用したシステムの図：巻上機(ブレーキ保持力の状況)

(4) 速度

(ア) 実証内容の詳細

図 1. (A)の「制御盤」の運転回路基板及び(B)の「巻上機」の部分でのデータを用いて速度の検査のデジタル化を実現する。パルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値を基に速度を計測する。実証時には、かご内無負荷状態で上昇/下降させた時の速度を、巻上機に取り付けたパルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値から測定することで、上昇時及び下降時の速度を確認する。

(イ) 活用した要素技術

- ・パルス式ロータリーエンコーダ①

(ウ) 活用した技術・システムの内容

図 5 に活用した技術・システムの全体像を示す。速度は、かごを上昇及び下降させ、その時のパルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値から算出する。

本システムでは、パルス式ロータリーエンコーダ①を用いるが、これを用いる場合の計測

精度について述べる。パルス式ロータリーエンコーダ①の1パルス当たりのかごの走行距離は、シーブ径、ローピング、パルス式ロータリーエンコーダ①のパルス数より次の式にて算出される。

$$1 \text{ パルスあたり走行距離} = \text{シーブ径} / \text{ローピング} / \text{パルス数}$$

このパルス式ロータリーエンコーダ①から算出される走行距離を用いて速度を算出する。速度は、所定時間内に、パルス式ロータリーエンコーダ①のパルス数から算出した走行距離から求める。保守点検ツールには 1m/min 単位の計測結果を表示する。これは、速度の検査では定格速度の 125%を超えているかの判断が必要なため、1m/min 単位の計測結果があれば、例えば定格速度が 30m/min 以上のエレベーターにおいては十分な精度で検査が可能であることを踏まえて設計されたものである。なお、本実証においては、パルス式ロータリーエンコーダ①は、パルス数 8192 のものを用いている(例：多摩川精機製 TS5246N581)。

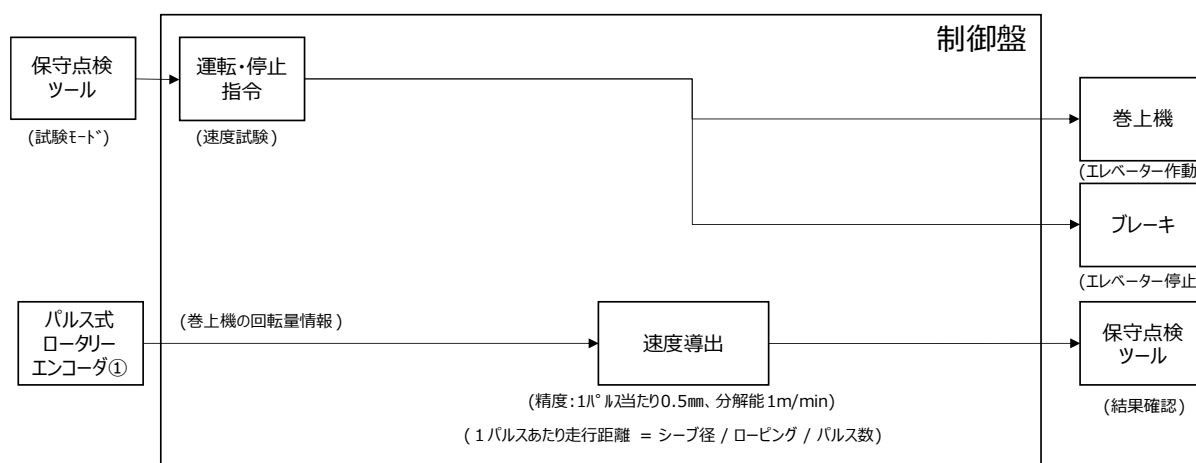


図 5 活用したシステムの図：速度

(5) 地震時等管制運転装置

(ア) 実証内容の詳細

図 1. (A)及び(E)の部分でのデータを用いて地震時等管制運転装置の検査のデジタル化を実現する。(A)の運転回路基板に地震感知器作動時の信号を模擬入力することで、(E)の地震感知器が作動したことを模擬する。実証時には、現地で保守点検ツールを制御盤に接続、かご内に昇降機等検査員（以下、「検査員」という。）を配置し、走行中に地震感知器作動時の信号を制御盤の運転回路上に模擬入力、地震時管制運転の作動を確認する。

(イ) 活用した要素技術

特になし

(ウ) 活用した技術・システムの内容

図 6 に活用した技術・システムの全体像を示す。地震時管制運転は、制御盤に地震感知器から信号が入力されることで、通常の運転から地震時管制運転に移行する。そこで、地震感知器から制御盤に入力される信号を模擬した信号を、保守点検ツールで生成し、制御盤に入力する。これにより、制御盤では、地震時管制運転に移行し、各

種の運転制御が行われる。

本システムは、検査の効率化のためにデジタル化を実施するもので、地震時管制運転時の各機器の作動確認は検査員が実施する。よって、検査自体は従来と同様のため、検査精度は従来と同等となる。

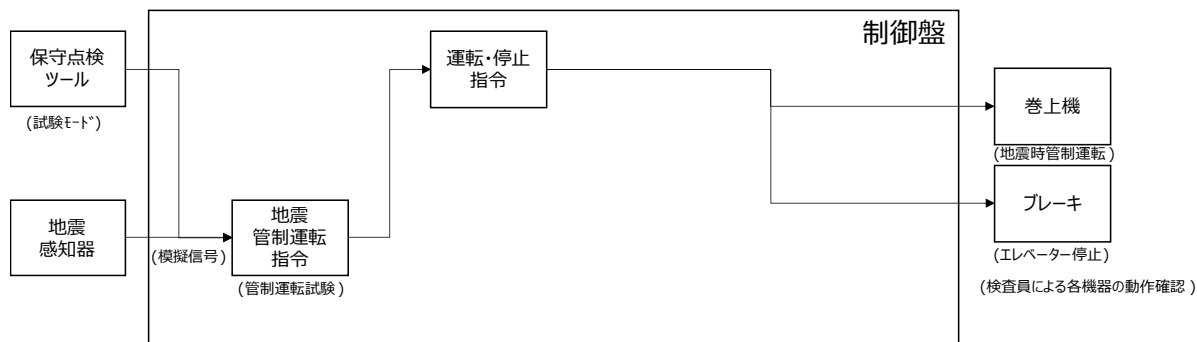


図 6 活用したシステムの図：地震時等管制運転装置

(6) かごの戸のスイッチ

(ア) 実証内容の詳細

図 1. (A) 及び(D)の部分でのデータを用いてかごの戸のスイッチの検査のデジタル化を実現する。ドアモータに取り付けたパルス式ロータリーエンコーダ②のパルス値を基に、かごの戸のスイッチ作動の位置を確認する。実証時には、任意の階でドアを開閉させ、開閉時のかご戸のスイッチの作動位置を、ドアモータに取り付けたパルス式ロータリーエンコーダ②のパルス値から測定することで、かごの戸のスイッチの作動位置を確認する。

(イ) 活用した要素技術

- ・パルス式ロータリーエンコーダ②

(ウ) 活用した技術・システムの内容

図 7 に活用した技術・システムの全体像を示す。かごの戸のスイッチは、かごの戸を開閉させたときのスイッチの作動状況を、ドアモータに取り付けたパルス式ロータリーエンコーダ②のパルス値から算出することで検査を行う。まず、かごの戸の試験指令が出されると、ドアモータが作動し、かごの戸が開閉する。このとき、パルス式ロータリーエンコーダ②のパルス値と、かごの戸のスイッチの状態が計測される。かごの戸のスイッチが ON となった位置から、ドアが閉じ切ってドアモータが回転しなくなる位置までのパルス数を算出し、そのパルス数から、かごの戸のスイッチが作動したときの位置を算出する。保守点検ツールには、0.1mm 単位の計測結果を表示する。これは、かごの戸のスイッチの検査では、判定基準が「制御器告示第 1 第二号若しくは第三号の規定に適合しないこと又は作動の位置が両引き戸若しくは上下戸にあっては 75mm、片引き戸、上げ戸若しくは下げ戸にあっては 50mm を超えていること。」となっているため、かごの戸のスイッチの作動位置の計測精度としては 0.1mm あれば十分であることを踏まえて設計されたものである。なお、本実証においては、パルス式ロータリーエンコーダ②は、パルス数 2800 のものを用いている(例：光洋電子工業製 TRD-42H 2800 P8-7341)。

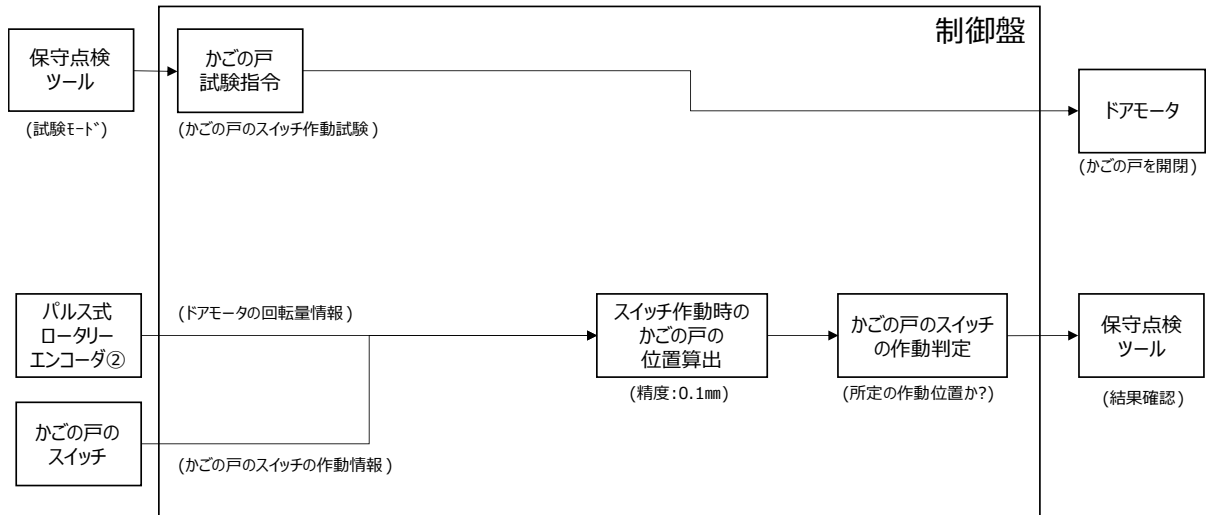


図 7 活用したシステムの図：かごの戸のスイッチ

(7) 上部リミット(強制停止)スイッチ

(ア) 実証内容の詳細

図 1. (A)、(B) 及び(C)の部分でのデータを用いて上部リミット(強制停止)スイッチの検査のデジタル化を実現する。パルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値を基に、上部リミット(強制停止)スイッチの作動の位置を確認する。実証時には、保守点検ツールを制御盤に接続し、上部リミット(強制停止)スイッチの試験指令が出されると、上部リミット(強制停止)スイッチが作動により停止するまでかごを低速で移動させ、巻上機に取り付けたパルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値から上部リミット(強制停止)スイッチの作動位置を測定し、作動位置がドアゾーン内であることを確認する。

(イ) 活用した要素技術

- ・パルス式ロータリーエンコーダ①

(ウ) 活用した技術・システムの内容

図 8 に活用した技術・システムの全体像を示す。上部リミット(強制停止)スイッチは、かごを上昇させて、上部リミット(強制停止)スイッチが作動したときのかごの位置を、巻上機に取り付けたパルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値から算出することで検査を行う。まず、上部リミット(強制停止)スイッチの試験指令が出されると、かごが低速で上昇する。かごは、最上階の位置を越えて、リミットカムが上部リミット(強制停止)スイッチに接触するまで上昇する。このときのパルス値から、かごの走行距離を算出する。この距離を、かごが最上階にあるときのデータと比較することで、上部リミット(強制停止)スイッチの作動位置を算出する。そして、この作動位置が最上階のドアゾーン内となる所定値以内であることを判定する。

本システムでは、パルス式ロータリーエンコーダ①を用いるが、これを用いる場合の計測精度について述べる。パルス式ロータリーエンコーダ①の1パルスあたりのかごの走行距離は、シープ径、ローピング、パルス式ロータリーエンコーダ①のパルス数より次の式にて算出される。

$$1 \text{ パルスあたり走行距離} = \text{シープ径} / \text{ローピング} / \text{パルス数}$$

保守点検ツールには 1mm 単位の計測結果を表示する。上部リミット(強制停止)スイッチの検査では、ドアゾーン内で作動したかを判定する必要がある。このためには、上部リミット(強制停止)スイッチが作動したときのかごの位置とドアゾーンとの関係を判定する必要がある。ドアゾーンには一定の幅があるため、この判定のためには、かごの位置に関して 1mm 単位の計測結果があれば検査が可能であることを踏まえて、保守点検ツールへの表示内容は設計されたものである。なお、本実証においては、パルス式ロータリーエンコーダ①は、パルス数 8192 のものを用いている(例：多摩川精機製 TS5246N581)。

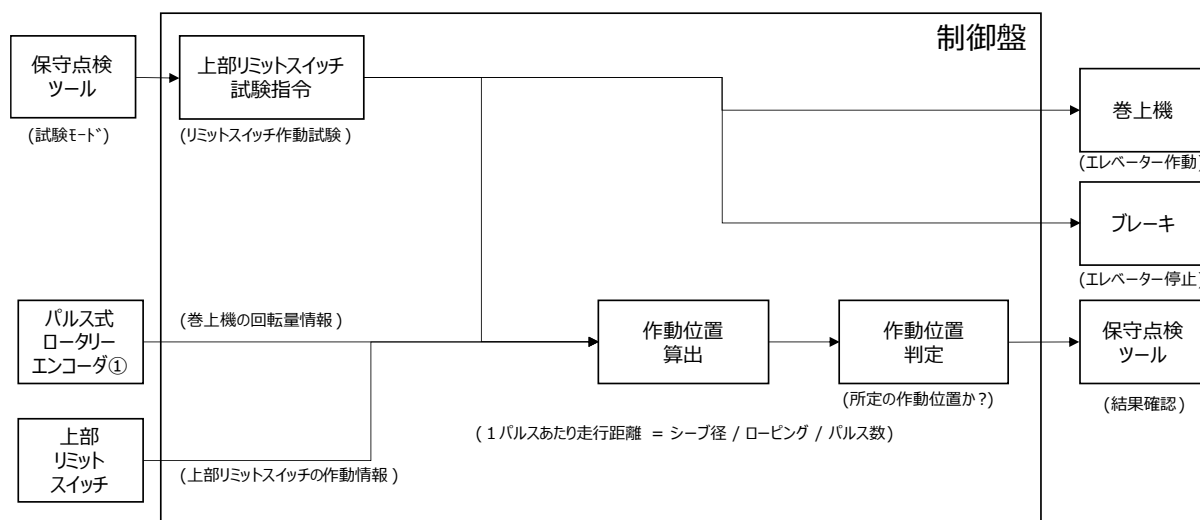


図 8 活用したシステムの図：上部リミット(強制停止)スイッチ

(8) 下部リミット(強制停止)スイッチ

(ア) 実証内容の詳細

図 1. (A) (B) 及び(F)の部分でのデータを用いて下部リミット(強制停止)スイッチの検査のデジタル化を実現する。パルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値を基に、下部リミット(強制停止)スイッチの作動の位置を確認する。実証時には、保守点検ツールを制御盤に接続し、診断(点検)運転を行い、下部リミット(強制停止)スイッチ作動で停止するまでかごを低速で移動させ、巻上機に取り付けたパルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値から測定、リミットスイッチの作動の位置がドアゾーン内であることを確認する。

(イ) 活用した要素技術

- ・パルス式ロータリーエンコーダ①

(ウ) 活用した技術・システムの内容

図 9 に活用した技術・システムの全体像を示す。下部リミット(強制停止)スイッチは、かごを下降させて、下部リミット(強制停止)スイッチが作動したときのかごの位置を、巻上機に取り付けたパルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値から算出することで検査を行う。まず、下部リミット(強制停止)スイッチの試験指令が出されると、かごが低速で下降する。かごは、最下階の位置を越えて、リミットカムが下部リミット(強制停止)スイッチに接触するまで下降する。このときのパルス値から、かごの走行距離を算出する。この距離を、かごが最下階にあるときのデータと比較することで、下部リミット(強制停止)スイッチの作動位置

を算出する。そして、この作動位置が最下階のドアゾーン内となる所定値以内であることを判定する。

本システムでは、パルス式ロータリーエンコーダ①を用いるが、これを用いる場合の計測精度について述べる。パルス式ロータリーエンコーダ①の1パルス当たりのかごの走行距離は、シーブ径、ローピング、パルス式ロータリーエンコーダ①のパルス数より次の式にて算出される。

$$1 \text{ パルスあたり走行距離} = \text{シーブ径} / \text{ローピング} / \text{パルス数}$$

保守点検ツールには1mm単位の計測結果を表示する。下部リミット(強制停止)スイッチの検査では、ドアゾーン内で作動したかを判定する必要がある。このためには、下部リミット(強制停止)スイッチが作動したときのかごの位置とドアゾーンとの関係を判定する必要がある。ドアゾーンには一定の幅があるため、この判定のためには、かごの位置に関して1mm単位の計測結果があれば検査が可能であることを踏まえて、保守点検ツールへの表示内容は設計されたものである。なお、本実証においては、パルス式ロータリーエンコーダ①は、パルス数8192のものを用いている(例：多摩川精機製 TS5246N581)。

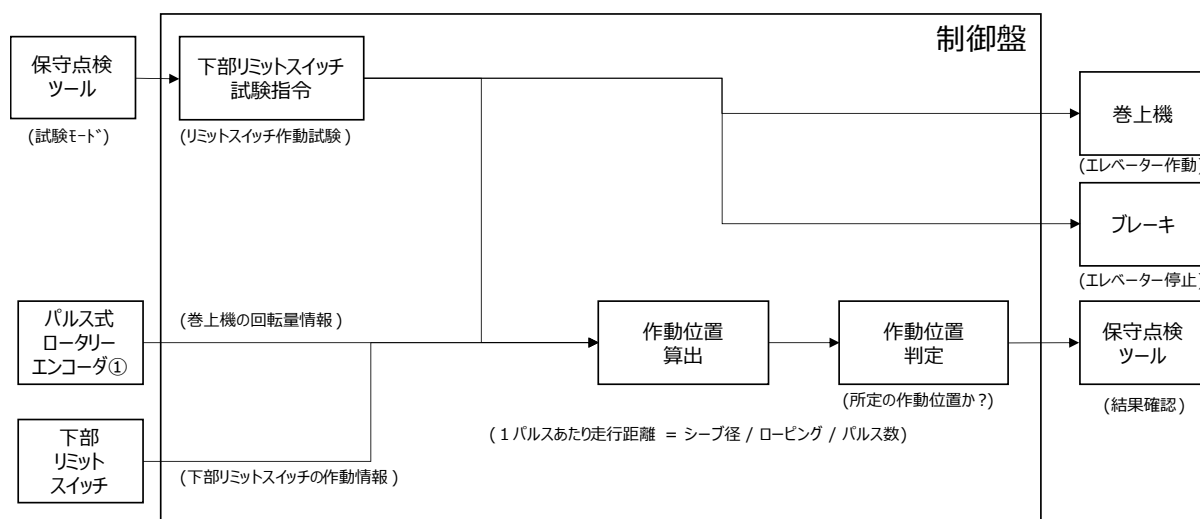


図 9 活用したシステムの図：下部リミット(強制停止)スイッチ

2.2 実施場所等

本実証は、株式会社日立ビルシステム 亀有総合センター（住所：東京都足立区中川 4-16-29）にて実施した。実証に用いたエレベーターの概要を表 6、スケジュールを表 7 に示す。実証においては、各日とも 9 時から 17 時までエレベーターを用いた実証を実施するとともに、実施内容の確認やデータの確認等をその後の時間または別日に実施した。デジタル化手法による実証の様子を図 10 から図 12 に示す。

表 6 実証に用いたエレベーターの概要

項目		機械室有り	機械室無し	
号機名		9 号機	G-1 号機	G-2 号機
製造年		1972 年 ※2013 年に リニューアル	2014 年	2014 年
型式		B72-9-CO60	UAP-15-CO45	UAR-9-2S90
製造番号		T21794-01	Q51538-01	Q80950-01
仕様	定格速度	60m/min	45m/min	90m/min
	積載	600kg	1,000kg	600kg
	階床	6	5	5
	ドアの種類	両開き	両開き	片開き

表 7 実証スケジュール(実証日はいずれも 2023 年内)

項目		9号機 (機械室有り)		G-1号機 (機械室無し)		G-2号機 (機械室無し)		
		従来	デジタル化	従来	デジタル化	従来	デジタル化	
立ち合い日(デモ日)		-	-	-	11/24	11/24	-	
実証日	(1)	制御器(接触器、運転制御用基板)	12/13	12/14	12/13	12/14	-	-
	(2)	巻上機(ブレーキ制動力の状況)	12/13	12/13	12/13	12/18	-	-
	(3)	巻上機(ブレーキ保持力の状況)	12/22	12/22	-	-	12/13	12/13
	(4)	速度	11/20	11/20	11/22	11/22	-	-
	(5)	地震時等管制運転装置	11/20	11/20	-	-	11/22	11/22
	(6)	かごの戸のスイッチ	12/13	12/18	-	-	12/13	11/20
	(7)	上部リミット(強制停止)スイッチ	12/13	12/14	12/13	12/14	-	-
	(8)	下部リミット(強制停止)スイッチ	12/13	12/14	12/13	12/14	-	-



図 10 実証の様子：[デジタル化手法]乗り場での保守点検ツールを用いた検査の様子



図 11 実証の様子：[デジタル化手法]機械室での保守点検ツールを用いた検査の様子



図 12 実証の様子：[デジタル化手法]かご内での保守点検ツールを用いた検査の様子

2.3 実施条件等

本実証においては、新たな技術開発は行わず、日立ビルシステムが既に活用中の保守点検ツールを用いた。当該保守点検ツールは、日立ビルシステムが実務での点検の効率化のために用いているものであり、日立ビルシステムが管理するすべてのエレベーターに対して適用できるものではない。保守点検ツールが適用可能な機種は、エレベーターの制御がマイコン化され、エレベーターの内部情報の把握が容易になった機種であり、その適用範囲は順次広めていっているものの、現存するすべての機種に対して適用可能となっているわけではない。

また、本実証は、日立ビルシステムの設備を用いて実施した。日立ビルシステムの設備は、教育用に準備された施設のため、本来の用途である教育としての活用が優先される。本実証に用いるための調整を行ったものの、使用可能な日時や時間には制限があり、その制限の中で実施した。

以上の 2 点の制約のため、全ての実証項目に対し、同じ機種を用いることができない場合や、実証の日時が異なる場合があった。本実証の目的は従来手法とデジタル化手法の比較検証であるため、各項目の比較を同じ機種で実施することを最優先として日時の調整を行い、実証を実施した。

3 技術実証の結果

3.1 結果の評価ポイント・方法

本実証の対象とする8項目に関し、結果の評価ポイントと評価方法を述べる。いずれの項目とも、検査員による従来手法での検査と、保守点検ツールを使用したデジタル化手法での検査を実施した。

検査員による検査では、8項目に関して、実機にて検査員が通常どおりの目視検査を行い、検査結果、検査時の方法、検査に要する時間等を確認した。なお、計測を伴う項目に関しては、人による測定誤差を考慮し、検査員2名が各5回検査を行い比較実証した。

保守点検ツールを使用した検査では、8項目に関して、実機にて検査を行い、上記の検査員による検査と同等以上の判断ができるかを評価した。評価の観点として、成立性、代替可能性と合理性を設定した。

成立性とは、本実証で用いる手法が特殊なものではなく、一般的に入手可能な汎用品等(部品及びデジタル機器)で構成されたデジタル化手法を用いて、検査が実現できるか否かに関する観点である。本実証では日立ビルシステムで用いている一般的に入手可能な部品及びデジタル機器で構成された保守点検ツールを用いて、デジタル化手法による検査が可能かを評価した。

代替可能性とは、本実証で用いる手法により、検査員による検査の代替が可能か否かに関する観点である。ここでは、保守点検ツールで得られる結果が、検査員による結果と同等以上であるかを確認し、代替が可能か否かを評価した。

合理性とは、本実証で用いる手法により、検査時間を短縮できるか否かに関する観点である。従来手法と保守点検ツールを用いた検査の時間を比較し、保守点検ツールを用いた検査が従来手法より検査時間を短縮できるかを確認し、合理性があるかを評価した。

これらの内容について、実証の対象とする8項目に関し、表8に全体概要を示し、検査員による検査手法の詳細とともに、以下に述べる。

表 8 評価ポイントの全体概要

No.	項目	成立性の評価ポイント	代替可能性の評価ポイント	合理性の評価ポイント
(1)	制御器（接触器、運転制御用基板）	一般に入手可能な汎用品等で構成されていること （センサーのみでなく、保守点検ツールも含む）	同等の検査ができること	従来手法より短い時間で検査ができること
(2)	巻上機(ブレーキ制動力の状況)		同等以上の精度での検査ができること	
(3)	巻上機(ブレーキ保持力の状況)		同等の検査ができること	
(4)	速度		同等以上の精度での検査ができること	
(5)	地震時等管制運転装置		同等の検査ができること	
(6)	かごの戸のスイッチ		同等以上の精度での検査ができること	
(7)	上部リミット(強制停止)スイッチ		同等以上の精度での検査ができること	
(8)	下部リミット(強制停止)スイッチ		同等以上の精度での検査ができること	

(1) 制御器（接触器、運転制御用基板）

(ア) 検査員による検査手法

制御器の作動の状況の検査は、検査員がエレベーターを運転して複数の項目を確認する。以下に、検査の手順を示す。下記の検査でいずれも異常が無い場合に、エレベーターが正常に作動していると判定する。

- ① 各階運転を実施し、各階のドアの開閉状態を検査する。開閉状態の検査では、異音の有無を確認する。検査の様子を図 13 に示す。
- ② 上昇方向での運転と、下降方向での運転のそれぞれにおいて、かごの床位置と、各階の床位置との段差に異常が無いかを検査する。
- ③ 全行程の往復運転を実施し、走行中の異音の有無を検査する。走行中の異音としては、接触器及び巻上機の異音の有無を検査する。

図 14 に、各階にかごが停止した状態での、かごの床と各階の床位置との段差の計測方法を示す。また、図 15 に実証の様子を示す。段差の計測は、2 本のスケールを用いて実施する。スケールの目盛りは 1mm 単位であるため、計測精度は±0.5mm となる。このような段差の検査については、従来検査では常に実施しているわけではなく、所定の段差以内であることを確認しているのみである。今回は、デジタル化による検査の効果を確認するために、検査員による計測も実施する。

(イ) 成立性の評価ポイントと評価方法

従来の検査員による検査では、エレベーターの運転を実施して、ドアの開閉状態、各階の段差の有無、走行中の異音の有無を検査している。これを、一般に入手可能な汎用品等を用いてデジタル化し、同等の検査が可能である場合に、成立性を有すると言える。

本実証で用いるパルス式ロータリーエンコーダ①は市販品である。したがって、実証結果において、従来手法と同等の検査ができることが確認された場合、成立性を有すると判断できる。

(ウ) 代替可能性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、エレベーター作動時の異常の有無を、エラーの有無という形で評価できる。エレベーターの作動時にチェックするエラーとは、接触器やかごの位置など、検査員が確認する項目以外にも多岐にわたるとともに、検査員による検査では判断が困難な、接触器の作動時間も含まれている。このように、検査員が確認する定期検査項目以外の内容が確認できることや、人では判断が困難な項目(接触器の作動時間等)に関するエラーの有無もデジタル化手法では確認できることから、従来手法と同等以上の検査能力をデジタル化手法は有すると考えられる。したがって、従来と同等の検査ができた場合、代替可能性を有すると判断できる。

(エ) 合理性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、検査員に代わりエレベーターを作動させて検査を実施するため、検査に要する時間が短縮できると考えられる。したがって、従来手法よりも短い時間で検査できることが確認された場合、合理性を有すると判断できる。



図 13 実証の様子：[従来手法]昇降機の作動状態の検査

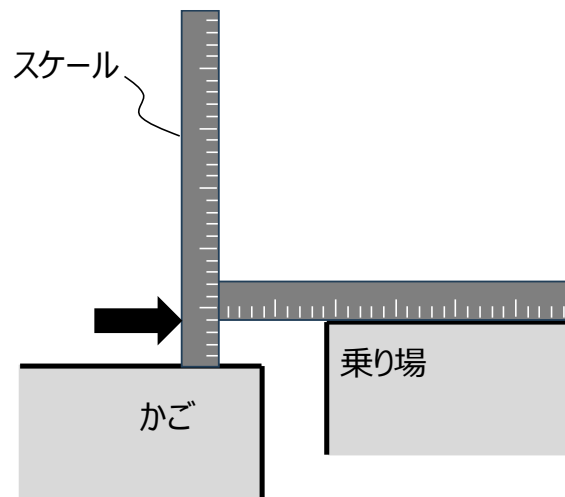


図 14 段差の計測手法



図 15 実証の様子：[従来手法]段差の計測

(2) 巻上機(ブレーキ制動力の状況)

(ア) 検査員による検査手法

ブレーキ制動力の状況の検査では、非常制動をかけてから、かごが静止するまでの距離を計測する。これを実現するための手順(図 16 にフローチャートを記載)について、以下に示す。

- ① かごを無負荷状態にして、最上階で停止させ、かごの外でかごを昇降できるように設定する。
- ② その状態でかごを少し上昇させる。かごが上昇し、昇降路上部のリミットスイッチに

至るとかごは停止するので、動かなくなるまで少しずつ上昇させる(図 17)。

- ③ かごが停止した状態で、かごの床位置と、乗り場の床位置の距離を計測する。
- ④ 再びかごを少し下降させる。
- ⑤ 連続でかごを上昇させる。すると、かごがリミットスイッチを切って非常制動する。
- ⑥ 非常制動によりかごが静止した状態で、再度かご床位置と、乗り場の床位置の距離を計測する。この距離と、先ほどの距離との差を、制動距離として記録する。

このような手順をとると、まず、かごを少しずつ上昇させることで、リミットスイッチの作動位置を、かご床位置と乗り場位置の差という形で取得できる。また、連続で上昇させてリミットスイッチによって強制的にかごを停止させたときは、リミットスイッチの作動位置から、制動力により静止するまでに走行した距離が生じるため、それを含めた距離を、かご床位置と乗り場位置の差という形で取得できる。これらの差を取ることで、制動力により静止するまでに走行した距離が取得できる。

(イ) 成立性の評価ポイントと評価方法

従来の検査員による検査では、前節で述べたように、非常制動時の距離を計測することで、制動力の状況に異常が無いかを判断している。これを、一般に入手可能な汎用品等を用いてデジタル化し、同等の検査が可能である場合に、成立性を有すると言える。

本実証で用いるパルス式ロータリーエンコーダ①は市販品である。したがって、実証結果において、従来手法と同等の検査ができることが確認された場合、成立性を有すると判断できる。

(ウ) 代替可能性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、制動力試験時の速度と制動距離を確認できる。UCMP 試験モードでの検査は、従来の検査員による検査と比較し、制動時のかご速度が大きく、制動距離は長いため、制動距離の大小での比較はできない。一般に、制動距離は速度の2乗に比例して伸びるため、試験結果の評価においては、この速度の差を鑑みた評価が必要である。特にデジタル化の手法では、試験時のエレベーターのかごの運転操作と計測を自動化できるため、試験の再現に関するばらつきと、計測に関するばらつきを減少させられると考えられる。したがって、従来と同等以上の精度での検査ができた場合、代替可能性を有すると判断できる。

(エ) 合理性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、検査員に代わりエレベーターを作動させて検査を実施するため、検査に要する時間が短縮できると考えられる。したがって、従来手法よりも短い時間で検査できることが確認された場合、合理性を有すると判断できる。

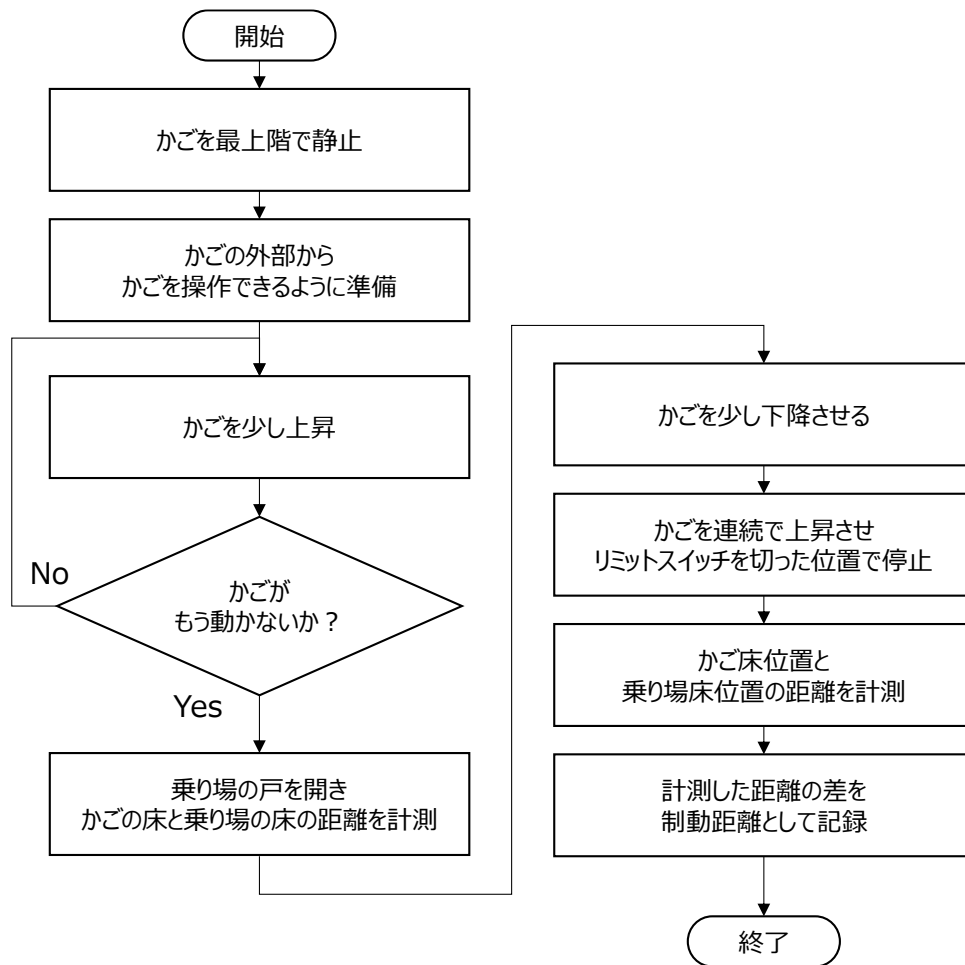


図 16 検査の手順：巻上機(ブレーキ制動力)



図 17 実証の様子：[従来手法]かごの運転の様子

(3) 巻上機(ブレーキ保持力の状況)

(ア) 検査員による検査手法

ブレーキ制動力は、所定の負荷がかかった状態で、ブレーキが正しくかごを静止させ続けられるかを評価する。これを実現するための手順を以下に示す。

- ① かごを任意の階で静止させる。
- ② かごに錘を所定の量だけ載せる。(図 18 に錘を載せた様子を示す)。
- ③ 錘を載せ終わったら、検査員はかごから降りる。
- ④ 一定時間かごを観察し、かごが同じ位置で静止し続けているか否かを確認する。

(イ) 成立性の評価ポイントと評価方法

従来の検査員による検査では、かごが同じ位置で静止し続けているかを確認することで、ブレーキ保持力の状況に異常が無いかを判断している。これを、一般に入手可能な汎用品等を用いてデジタル化し、同等の検査が可能である場合に、成立性を有すると言える。

本実証で用いるパルス式ロータリーエンコーダ①は市販品である。したがって、実証結果において、従来手法と同等の検査ができることが確認された場合、成立性を有すると判断できる。

(ウ) 代替可能性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、保持力試験時のかごの移動量を数値として確認できる。したがって、従来と同等の検査ができた場合、代替可能性を有すると判断できる。

(エ) 合理性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、検査員に代わりエレベーターを作動させて検査を実施するため、検査に要する時間が短縮できると考えられる。したがって、従来手法よりも短い時間で検査できることが確認された場合、合理性を有すると判断できる。



図 18 実証の様子：[従来手法]かご内へ錘を載せた状態

(4) 速度

(ア) 検査員による検査手法

今回の実証では、機械室有りのエレベーターにおける速度の検査では、瞬間式回転速度計を用いた。瞬間式回転速度計には回転部と表示部があり、回転部の周速を表示部で確認できるものである。この回転部を、エレベーターの運転によって回転する調速機のプーリに押し当てて計測する。これを実現するための手順(図 19 にフローチャートを記載)について、以下に示す。

- ① 機械室の有るエレベーターにおいて、調速機のプーリに瞬間式回転速度計を押し付けられるように準備する。
- ② 瞬間式回転速度計を調速機のプーリに押し付ける。調速機のプーリに押し付ける場合は図 20 のようになる。
- ③ この状態でエレベーターを作動させる。すると、調速機のプーリとともに瞬間式回転速度計の回転部が回転し、表示部に速度が表示される。
- ④ かごを上昇させ、検査員は表示された速度を読み取る。
- ⑤ かごを下降させ、検査員は表示された速度を読み取る。

⑥ 検査後にエレベーターを通常状態に復帰し、検査を終了する。

なお、今回の実証では、機械室の無いエレベーターにおける速度の検査では、瞬間式回転速度計を用いることができないため、かご速度を計測できる電子式速度表示装置を用いた。電子式速度表示装置は、図 21、図 22 のようにかご内に設置し、かごを昇降させ、速度を計測した。

なお、本実証では、瞬間式回転速度計としては小野測器製：EC-900 を用いた。また、電子式速度表示装置としては、日立ビルシステムで開発したものをを用いた。

(イ) 成立性の評価ポイントと評価方法

従来の検査員による検査では、瞬間式回転速度計又は電子式速度表示装置を用いて速度の検査を実施している。これを、一般に入手可能な汎用品等を用いてデジタル化し、同等の検査が可能である場合に、成立性を有すると言える。

本実証で用いるパルス式ロータリーエンコーダ①は市販品である。したがって、実証結果において、従来手法と同等の検査ができることが確認された場合、成立性を有すると判断できる。

(ウ) 代替可能性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、速度試験時のかごの速度を数値として確認できる。また、検査員による計測で回転計を用いる場合は、シーブまたは調速機のプリーへの押し付けという作業が必要であるため、計測によるばらつきが生じる可能性があるのに対し、デジタル化手法での速度の計測は自動でできるため、計測に関するばらつきを減少させられると考えられる。したがって、従来と同等以上の精度での検査ができた場合、代替可能性を有すると判断できる。

(エ) 合理性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、検査員に代わりエレベーターを作動させて検査を実施するため、検査に要する時間が短縮できると考えられる。したがって、従来手法よりも短い時間で検査できることが確認された場合、合理性を有すると判断できる。

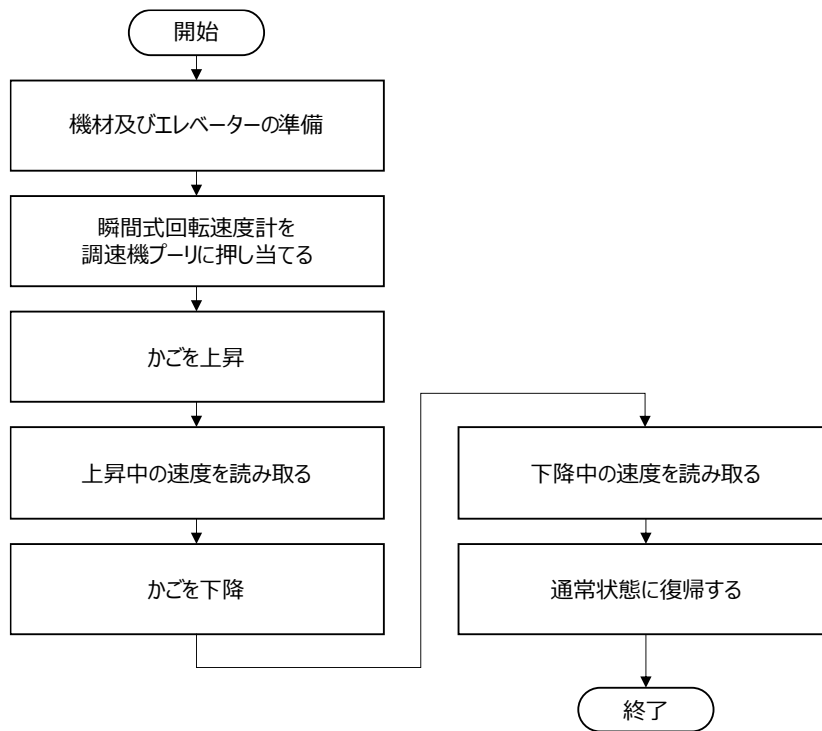


図 19 検査の手順：速度



図 20 実証の様子：[従来手法]速度

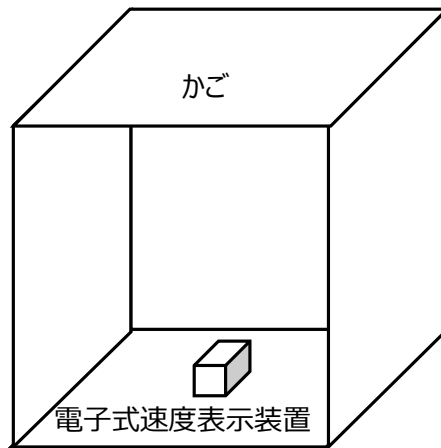


図 21 電子式速度表示装置による検査



図 22 実証の様子：[従来手法]速度

(5) 地震時等管制運転装置

(ア) 検査員による検査手法

地震時等管制運転装置の検査では、機械室やピット等に設置された地震感知器を反応させることで、地震時等管制運転装置を作動させ、そのときのかご内での地震時管制運転を確認する。以下に検査の手順を示す。

- ① 検査員の1人がかごに乗る。
- ② かごに乗った検査員が、かごを検査可能な任意の階に移動させる。
- ③ もう1人の検査員が地震感知器が設置された場所にて待機する。(図 23)
- ④ 設置された地震感知器を手動で反応させる(図 24、図 25)。

- ⑤ 地震感知器が反応すると、エレベーターは地震時管制運転を行うため、かご内の検査員が地震時管制運転が実施されたかを確認する。

(イ) 成立性の評価ポイントと評価方法

従来の検査員による検査では、地震感知器を人が反応させることで、地震時等管制運転装置が作動し、地震時管制運転が実施されたかを確認している。これを、一般に入手可能な汎用品等を用いてデジタル化し、同等の検査が可能である場合に、成立性を有すると言える。

地震時等管制運転装置の検査は、保守点検ツールのみで実現できる。したがって、実証結果において、従来手法と同等の検査が実施できることが確認された場合、成立性を有すると判断できる。

(ウ) 代替可能性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、地震時の地震感知器の信号を模擬することで、地震感知器の設置場所に移動することなく地震時管制運転を再現する。一方で、地震時管制運転がなされたかの確認は、従来検査と同様に検査員がかご内で行う。そのため、地震時管制運転の検査そのものは従来手法と同様である。したがって、従来と同等の検査ができた場合、代替可能性を有すると判断できる。

(エ) 合理性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、検査員に代わりエレベーターを作動させて検査を実施するため、検査に要する時間が短縮できると考えられる。したがって、従来手法よりも短い時間で検査できることが確認された場合、合理性を有すると判断できる。



図 23 実証の様子：[従来手法]ピットでの準備



図 24 実証の様子[従来手法]地震感知器を反応させる作業(機械室有り)



図 25 実証の様子[従来手法]地震感知器を反応させる作業(機械室無し)

(6) かごの戸のスイッチ

(ア) 検査員による検査手法

かごの戸のスイッチの検査では、任意の階でかごを静止した状態で、かごの戸を開閉し、かごの戸のスイッチの作動位置を計測する。これを実現するための手順(図 26 にフローチャートを記載)について、以下に示す。

- ① かごを最下階以外の任意の階で静止させる。
- ② かご内に作業者が乗り、乗り場の検査員がかごの戸のスイッチが検査できる位置までかごを少し下降させる。
- ③ 検査員が乗り場側の戸を開く。検査員の前に、かごの戸の駆動部分が見える状態になっているので、その状態でかごの戸のスイッチの検査を行う。
- ④ かごの戸を手動で開き、かごの戸のスイッチが作動する位置を確認する。
- ⑤ かごの戸を手動で閉じ、かごの戸のスイッチの状態が変化することを確認する。
- ⑥ 再度かごの戸を開き、スイッチが作動する位置でかごの戸の位置を保持する。
- ⑦ かごの戸の位置を保持した状態で戸がどの程度開いているかを計測する(図 27、図 28)。

(イ) 成立性の評価ポイントと評価方法

従来の検査員による検査では、かごの戸のスイッチが作動する位置で、戸がどの程度開いているかを計測している。これを、一般に入手可能な汎用品等を用いてデジタル化し、同等の検査が可能である場合に、成立性を有すると言える。

本実証で用いるパルス式ロータリーエンコーダ②は市販品である。したがって、実証結果において、従来手法と同等の検査ができることが確認された場合、成立性を有すると判断できる。

(ウ) 代替可能性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、かごの戸のスイッチの試験時のかごの戸の移動量を数値として確認できる。かごの戸の移動量は、0.1mm 単位で確認するため、従来のスケールによる検査精度よりも向上することが期待できる。したがって、従来と同等以上の精度での検査ができた場合、代替可能性を有すると判断できる。

(エ) 合理性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、検査員に代わりエレベーターを作動させて検査を実施するため、検査に要する時間が短縮できると考えられる。したがって、従来手法よりも短い時間で検査できることが確認された場合、合理性を有すると判断できる。

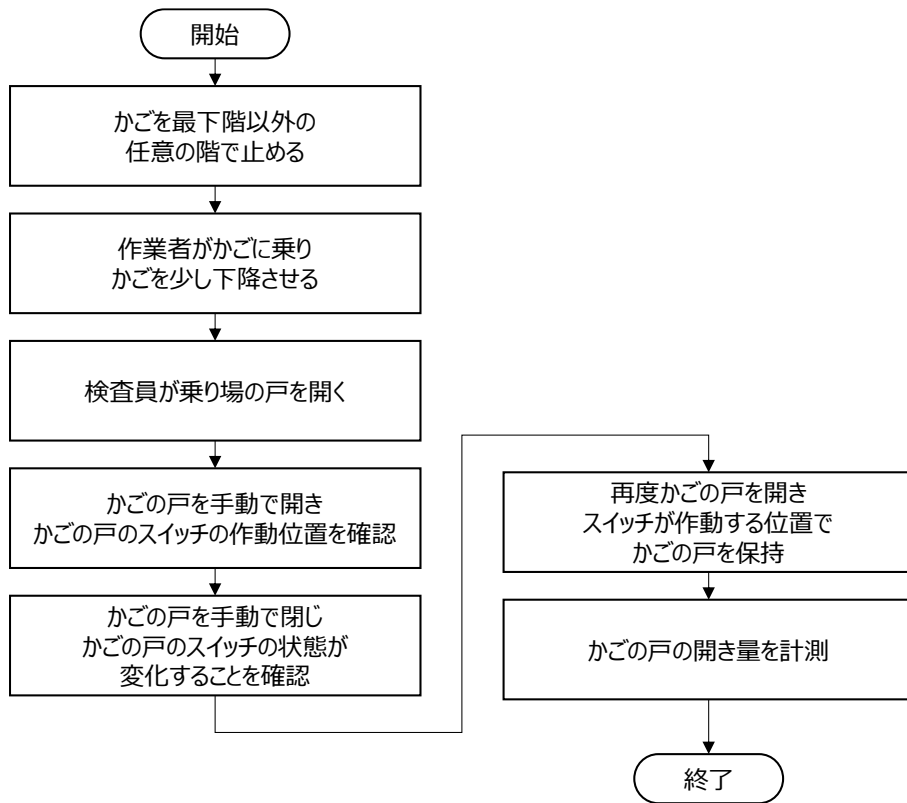


図 26 検査の手順：かごの戸のスイッチ

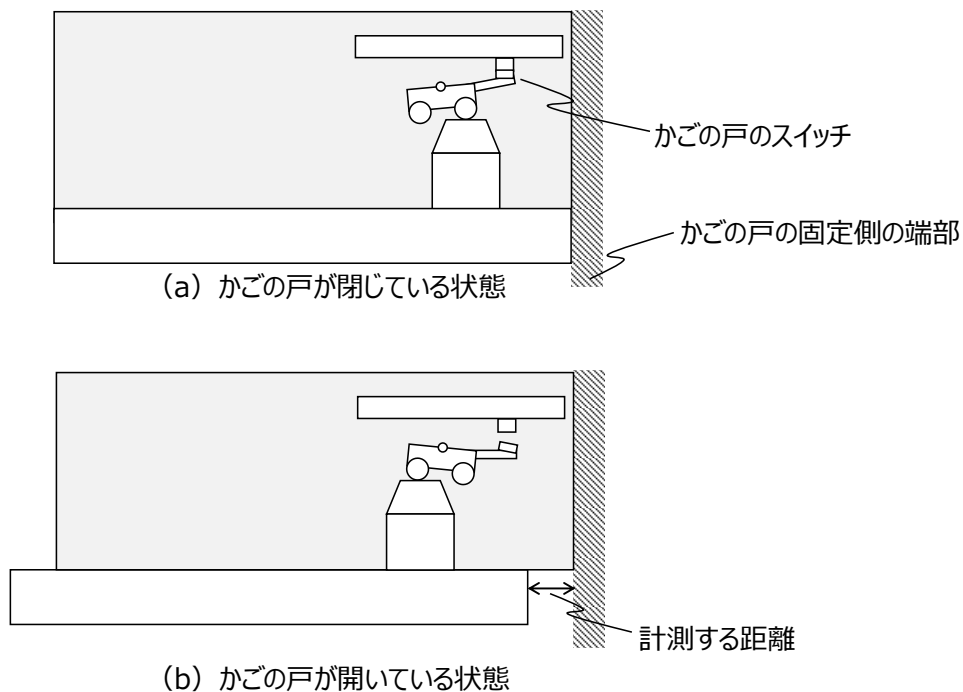


図 27 かごの戸のスイッチの検査方法



図 28 実証の様子：[従来手法]かごの戸のスイッチ

(7) 上部リミット(強制停止)スイッチ

(ア) 検査員による検査手法

上部リミット(強制停止)スイッチの検査では、かごを上昇させて上部リミット(強制停止)スイッチを作動させたときのかごの床と乗り場の床の距離を計測する。これを実現するための手順(図 29 にフローチャートを記載)について、以下に示す。

- ① かごを最上階で静止させる。
- ② かごの昇降をかごの外で制御できるように準備をする(図 30)。
- ③ かごをわずかに上昇させ、停止させる。
- ④ かごが上部リミットスイッチに至るまで繰り返す。かごが上昇して上部リミット(強制停止)スイッチが作動すると、上昇させる操作をしてもかごが動かなくなる。
- ⑤ 乗り場の戸を開き、かごの床と乗り場の床の距離を計測する。

(イ) 成立性の評価ポイントと評価方法

従来の検査員による検査では、上部リミット(強制停止)スイッチ作動時のかごの床と乗り場の床の距離を計測することで、スイッチの作動位置に異常が無いかを判断している。これを、一般に入手可能な汎用品等を用いてデジタル化し、同等の検査が可能である場合に、成立性を有すると言える。

本実証で用いるパルス式ロータリーエンコーダ①は市販品である。したがって、実証結果において、従来手法と同等の検査ができることが確認された場合、成立性を有すると判断できる。

(ウ) 代替可能性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、上部リミット(強制停止)スイッチ試験時のかご位置を確認でき

る。この検査では、従来の検査員による検査と比較すると、パルス式ロータリーエンコーダ①のパルス値に基づいて上部リミット(強制停止)スイッチの作動位置を確認すること、試験自体は自動で行われることから、試験の再現性が高いと言える。そのため、デジタル化の手法では、試験の再現に関するばらつきと、計測に関するばらつきを減少させられると考えられる。したがって、従来と同等以上の精度での検査ができた場合、代替可能性を有すると判断できる。

(工) 合理性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、検査員に代わりエレベーターを作動させて検査を実施するため、検査に要する時間が短縮できると考えられる。したがって、従来手法よりも短い時間で検査できることが確認された場合、合理性を有すると判断できる。

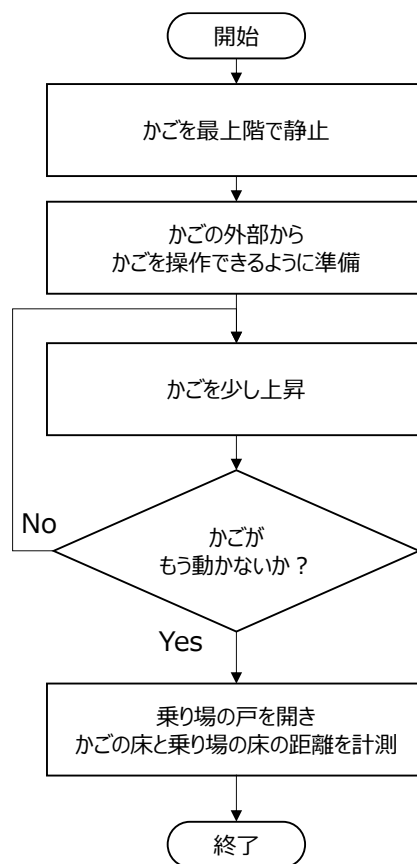


図 29 検査の手順：上部リミット(強制停止)スイッチ



図 30 実証の様子：[従来手法]かご上作業

(8) 下部リミット(強制停止)スイッチ

(ア) 検査員による検査手法

下部リミット(強制停止)スイッチの検査では、かごを下降させて下部リミット(強制停止)スイッチを作動させたときのかごの床と乗り場の床の距離を計測する。これを実現するための手順(図 31 にフローチャートを記載)について、以下に示す。

- ① かごを最下階で静止させる。
- ② かごの昇降をかごの外で制御できるように準備をする。
- ③ かごをわずかに下降させ、停止させる。これを、かごが下部リミット(強制停止)スイッチに至るまで繰り返す。かごが下降して下部リミット(強制停止)スイッチが作動すると、下降させる操作をしてもかごが動かなくなる。
- ④ 乗り場の戸を開き、かごの床と乗り場の床の距離を計測する(図 32)。

(イ) 成立性の評価ポイントと評価方法

従来の検査員による検査では、下部リミット(強制停止)スイッチ作動時のかごの床と乗り場の床の距離を計測することで、スイッチの作動位置に異常が無いかを判断している。これを、一般に入手可能な汎用品等を用いてデジタル化し、同等の検査が可能である場合に、成立性を有すると言える。

本実証で用いるパルス式ロータリーエンコーダ①は市販品である。したがって、実証結果において、従来手法と同等の検査ができることが確認された場合、成立性を有すると判断できる。

(ウ) 代替可能性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、下部リミット(強制停止)スイッチ試験時のかご位置を確認でき

る。この検査では、従来の検査員による検査と比較し、パルス式ロータリーエンコーダ①の
パルス値に基づいて下部リミット(強制停止)スイッチの位置を確認し、試験自体は自動
で行われるため、試験の再現性が高い。そのため、デジタル化の手法では、試験の再現に
関するばらつきと、計測に関するばらつきを減少させられると考えられる。したがって、従来と
同等の検査ができた場合、代替可能性を有すると判断できる。

(工) 合理性の評価ポイントと評価方法

保守点検ツールでは、検査員に代わりエレベーターを作動させて検査を実施するため、
検査に要する時間が短縮できると考えられる。したがって、従来手法よりも短い時間で検
査できることが確認された場合、合理性を有すると判断できる。

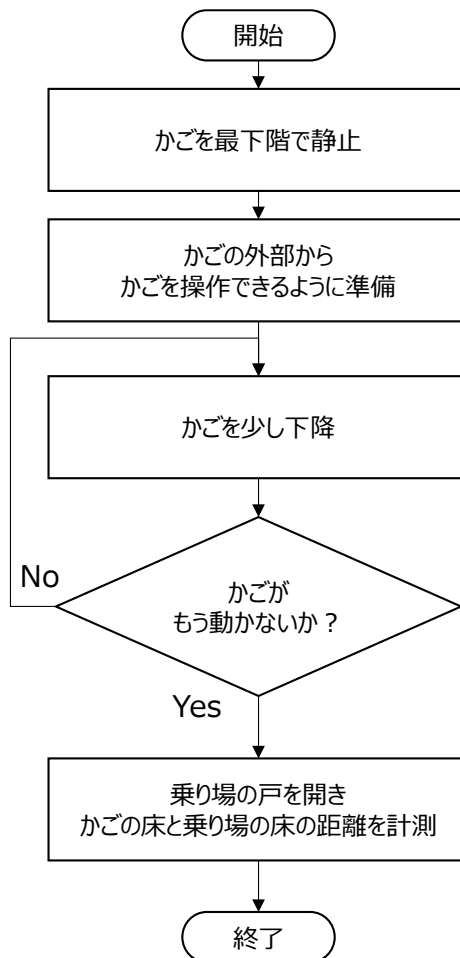


図 31 検査の手順：下部リミット(強制停止)スイッチ



図 32 実証の様子：[従来手法] かごの床と乗り場の床の距離の計測

3.2 結果及び評価・分析

本実証の対象とする8項目に関し、結果と評価・分析した内容（成立可能性、代替可能性、合理性）を(1)～(14)に、安全性に関する評価を(14)に示す。また、アナログ規制の見直しに資すると判断した項目に関し、法令の改定案を(10)に示すとともに、デジタル技術の今後の活用に関する検討内容を(11)～(14)に示す。そして、これらの検討を踏まえた総合評価を(15)に示す。

(1) 制御器（接触器、運転制御用基板）

(ア) 実施結果

表 9、表 10 に制御器（接触器、運転制御用基板）の異常の有無の検査結果を示す。従来手法が全て異常無しなのに対し、デジタル化手法でも全てが異常無しとなっている。

また、表 11 に従来手法では計測ができない接触器の応答時間に関する計測結果を示す。

また、表 12、表 13 に各階の段差の計測結果を示す。各階の段差は、エレベーターの作動の都度変動するため、表 12 と表 13 の値の比較のみでは検査員による従来手法での計測とデジタル化手法での計測を比較できない。比較のためには、従来手法での計測と、デジタル化手法での計測を同じタイミングで実施する必要がある。日立ビルシステムで用いるツールで各階の段差を計測する場合、最下階から最上階まで各階運転で上昇しながら計測し、最上階に至ると、各階運転で下降しながら計測する。この計測は連続で行われるため、デジタル化手法での検査中に各階の段差を従来手法で計測することはできない。一方、デジタル化手法で計測完了後に、最下階でエレベーターは静止するが、静止状態では、段差は変化しないため、静止後に最下階の段差を従来手法で計測することは可能である。つまり、デジタル化手法での検査において、最後に最下階に来たときに計測した値と、その後の静止状態に対して、従来手法で計測した場合の結果は

比較できる。この条件での段差の計測結果を表 14 に示す。なお、本計測は試験日程の都合上、機械室有りのエレベーターのみで実施した。

また、従来手法での検査時間とデジタル化手法での検査時間を表 15 に示す。表 15 には、表 12、表 13 で実施した各階での段差の計測を実施した時間も含まれている。

なお、告示第 283 号における制御器の判定基準は「昇降機が正常に作動しないこと。」であるが、デジタル化手法でも判定が正しくできているかを客観的に評価する必要がある。今回、日立ビルシステムで使用した機種はマイコンでの処理により異常を検出することが可能である。当該機種では、運転や接触器等の動きが平常時と異なった動きをした場合、マイコンにより異常状態を検出し、その状態に応じて運転を制御して安全性を確保している。この検出した異常を保守点検ツールでは読み出すことが可能となっている。そのため、異常状態の発生要因を記録し、保守点検ツールを接続することにより異常状態（トラブルコード）を表示させ、故障状態の確認が可能となる。今回の実証では、いずれの場合でも異常状態が生じず、トラブルコードがないことを確認した。なお、確認が可能な異常状態として、下記に例を記載する。

- ① 電源異常
- ② ブレーキ異常
- ③ 位置検出異常
- ④ ドア異常等

(イ) 評価結果

表 9、表 10 の結果より、デジタル化手法では従来手法と同等の検査ができたことが確認できる。また、表 11 の結果より、従来手法では検査ができない接触器の応答時間を、デジタル化手法では検査できることが確認できた。段差の計測においては、表 12 及び表 13 は、従来手法とデジタル化手法では、異なる状態の段差を計測している可能性があるため、結果の評価はできないが、同一の状態の段差の評価を行った表 14 の結果より、従来手法とデジタル化手法は同等の精度での検査ができることが確認できた。よって、制御器（接触器、運転制御用基板）に関するデジタル化手法は成立可能性及び代替可能性を有することが確認できた。また、表 15 の結果より、従来手法より短い時間で検査ができたことが確認できる。よって制御器（接触器、運転制御用基板）に関するデジタル化手法は合理性を有することが確認できた。

(ウ) 結果の分析

評価結果より、デジタル化の効果が確認できたため、本項目はアナログ規制の見直しに資すると判断する。

表 9 制御器（接触器、運転制御用基板）の異常の有無の検査結果(機械室有り)

No.	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	異常無し	異常無し	異常無し
2	異常無し	異常無し	異常無し
3	異常無し	異常無し	異常無し
4	異常無し	異常無し	異常無し
5	異常無し	異常無し	異常無し

表 10 制御器（接触器、運転制御用基板）の異常の有無の検査結果(機械室無し)

No.	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	異常無し	異常無し	異常無し
2	異常無し	異常無し	異常無し
3	異常無し	異常無し	異常無し
4	異常無し	異常無し	異常無し
5	異常無し	異常無し	異常無し

表 11 接触器の応答時間(単位：ms)(デジタル化手法のみ)

	機械室有り	機械室無し
1 回目	40	40
2 回目	40	40
3 回目	40	40
4 回目	40	40
5 回目	40	40

表 12 段差の計測結果(機械室有り) (単位 : mm)

運転方向	測定階	従来手法(検査員 A)					従来手法(検査員 B)					デジタル化手法				
		一回目	二回目	三回目	四回目	五回目	一回目	二回目	三回目	四回目	五回目	一回目	二回目	三回目	四回目	五回目
UP	6	2	1	1	1	1	3	4	4	3	3	0	0	-2	-1	-1
	5	1	0	2	0	1	1	1	2	2	3	1	1	-1	-1	0
	4	2	2	2	1	1	3	2	2	3	4	0	0	-1	-1	0
	3	1	2	2	2	1	2	4	4	4	4	0	0	1	1	2
	2	-2	-1	0	0	0	-1	1	1	-2	1	0	0	-1	-1	0
DN	5	2	1	0	0	-1	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0
	4	2	2	2	1	1	4	4	4	3	3	0	0	0	1	1
	3	3	2	2	1	2	4	4	4	4	4	0	0	1	1	2
	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	-1	-1	-1
	1	-2	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0

表 13 段差の計測結果(機械室無し) (単位 : mm)

運転方向	測定階	従来手法(検査員 A)					従来手法(検査員 B)					デジタル化手法				
		一回目	二回目	三回目	四回目	五回目	一回目	二回目	三回目	四回目	五回目	一回目	二回目	三回目	四回目	五回目
UP	5	2	0	0	0	1	0	1	1	2	1	1	0	0	-2	2
	4	2	-1	0	-1	0	1	2	0	2	0	-2	0	0	-1	-1
	3	1	-1	-1	-1	-1	1	0	2	3	0	1	-1	0	1	2
	2	0	0	1	1	0	1	1	2	2	3	0	1	0	0	0
DN	4	2	2	2	1	1	4	4	4	3	3	0	0	0	1	1
	3	3	2	2	1	2	4	4	4	4	4	0	0	1	1	2
	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	-1	-1	-1
	1	-2	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0

表 14 従来手法とデジタル化手法による同一状態での
段差計測結果(機械室有り)(単位：mm)

運 転 方 向	測 定 階	従来手法(検査員 A)					デジタル化手法				
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
DN	1	-1	-1.5	0	-0.5	-1	-1	-2	0	-1	-1

表 15 制御器（接触器、運転制御用基板）の異常の有無の
検査時間（5回実施時の中央値）（単位：秒）

種別	従来手法(検査員 A)			デジタル化手法		
	準備	検査	復帰	準備 ^{※1}	検査	復帰 ^{※2}
機械室有り	-	530	-	20	200	10
機械室無し	-	480	-	20	180	10

※1 アプリ起動処理 ※2 アプリ終了処理

(2) 巻上機(ブレーキ制動力の状況)

(ア) 実施結果

表 16、表 17 に巻上機（ブレーキ制動力の状況）の検査における速度及び距離の計測結果を示す。表 16、表 17 に示す値は、保守点検ツールに表示された数値をそのまま転記している。また、従来手法での検査時間とデジタル化手法での検査時間を表 18 に示す。巻上機（ブレーキ制動力の状況）の検査では、非常制動時の速度が異なるために 3.1(2)(ウ)にも記載したが、そのままでは比較できない。非常制動時の制動距離は、速度の 2 乗に比例することから、制動時の速度が異なるデジタル化手法での検査データに関しては、速度の 2 乗の値とそのときの制動距離に関する散布図を作成した(図 33、図 34)。そして、近似直線を求め、近似直線に対する制動距離の誤差を求めた(表 19、表 20)。この結果から、距離の計測値の最大値、最小値、平均値を求めた(表 21、表 22)。最後に、従来手法とデジタル化手法の誤差率を求めた(表 23)。

(イ) 評価結果

表 16、表 17、表 19 から表 22、図 33、図 34 の内容は、表 23 に集約されるものであり、表 23 に対して評価を記載する。表 23 の結果より、デジタル化手法では従来手法より誤差率が低くなっていることから、同等以上の精度での検査ができたことが確認できる。よって、巻上機(ブレーキ制動力の状況)に関するデジタル化手法は成立可能性及び代替可能性を有することが確認できた。また、表 18 の結果より、従来手法より短い時間で検査ができたことが確認できる。よって巻上機(ブレーキ制動力の状況)に関するデジタル化手法は合理性を有することが確認できた。

(ウ) 結果の分析

評価結果より、デジタル化の効果が確認できたため、本項目はアナログ規制の見直し

に資すると判断する。

表 16 巻上機（ブレーキ制動力の状況）の検査における速度及び距離の計測結果（機械室有り）（単位：速度(m/min) 距離(mm)）

No.	計測項目	従来手法(検査員 A)	従来手法(検査員 B)	デジタル化手法
1	速度	15	15	47.033
	距離	88	96	137
2	速度	15	15	48.265
	距離	92	87	146
3	速度	15	15	47.844
	距離	95	92	142
4	速度	15	15	48.680
	距離	94	88	157
5	速度	15	15	48.531
	距離	94	93	155

表 17 巻上機（ブレーキ制動力の状況）の検査における速度及び距離の計測結果（機械室無し）（単位：速度(m/min) 距離(mm)）

No.	計測項目	従来手法(検査員 A)	従来手法(検査員 B)	デジタル化手法
1	速度	5	5	52.679
	距離	60	57	229
2	速度	5	5	52.632
	距離	59	57	226
3	速度	5	5	52.528
	距離	58	57	221
4	速度	5	5	52.418
	距離	58	57	219
5	速度	5	5	52.320
	距離	58	57	218

表 18 巻上機（ブレーキ制動力の状況）の
検査時間（5回実施時の中央値）（単位：秒）

種別	従来手法(検査員 A)			デジタル化手法		
	準備※1	検査	復帰※2	準備※3	検査	復帰※4
機械室有り	210	100	300	10	60	10
機械室無し	175	70	300	20	120	10

※1 最上階移動、検査のためのかご上作業等 ※2 初期状態への復帰

※3 アプリ起動処理 ※4 アプリ終了処理

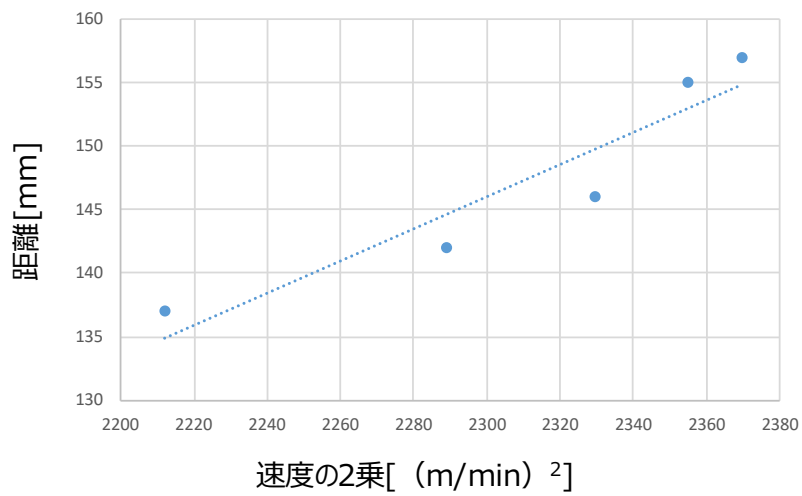


図 33 巻上機（ブレーキ制動力の状況）のデジタル化手法での検査における
計測結果のばらつき（機械室有り）

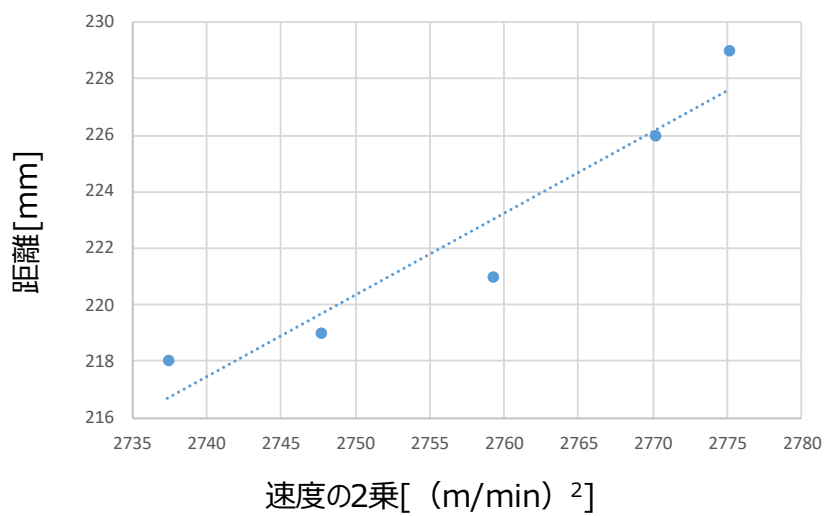


図 34 巻上機（ブレーキ制動力の状況）のデジタル化手法での検査における
計測結果のばらつき（機械室無し）

表 19 巻上機（ブレーキ制動力の状況）の検査における検査時の速度ばらつきを考慮した距離の誤差（機械室有り）

距離 [mm]	速度 [m/min]	速度の 2 乗	近似直線から算出した距離[mm]	誤差 [mm]
137	47.033	2,212.1	135	2
146	48.265	2,329.5	150	-4
142	47.844	2,289.0	145	-3
157	48.680	2,369.7	155	2
155	48.531	2,355.3	153	2

表 20 巻上機（ブレーキ制動力の状況）の検査における検査時の速度ばらつきを考慮した距離の誤差（機械室無し）

距離 [mm]	速度 [m/min]	速度の 2 乗	近似直線から算出した距離[mm]	誤差 [mm]
229	52.679	2,775.1	228	1
226	52.632	2,770.1	226	0
221	52.528	2,759.2	223	-2
219	52.418	2,747.6	220	-1
218	52.320	2,737.4	217	1

表 21 巻上機（ブレーキ制動力の状況）の従来手法での検査における距離の計測結果

項目	機械室有り	機械室無し
最大値	96	60
最小値	87	57
平均値	91.9	57.8

表 22 巻上機（ブレーキ制動力の状況）のデジタル化手法での検査における距離の計測結果

項目	機械室有り	機械室無し
試験速度における近似曲線からの差の最大値	2	1
試験速度における近似曲線からの差の最小値	-4	-2
平均値	147.4	222.6

表 23 巻上機（ブレーキ制動力の状況）の検査における誤差率

項目	機械室有り		機械室無し	
	従来手法	デジタル化手法	従来手法	デジタル化手法
誤差率 ※(最大値－最小値)/平均値	9.8%	4.1%	5.2%	1.3%

(3) 巻上機(ブレーキ保持力の状況)

(ア) 実施結果

表 24、表 25 に巻上機（ブレーキ保持力の状況）の検査における滑り量の検査結果を示す。また、従来手法での検査時間とデジタル化手法での検査時間を表 26 に示す。

(イ) 評価結果

表 24、表 25 の結果より、デジタル化手法では従来手法と同等の検査ができたことが確認できる。よって、巻上機(ブレーキ保持力の状況)に関するデジタル化手法は成立可能性及び代替可能性を有することが確認できた。また、表 26 の結果より、従来手法より短い時間で検査ができたことが確認できる。よって巻上機(ブレーキ保持力の状況)に関するデジタル化手法は合理性を有することが確認できた。

(ウ) 結果の分析

評価結果より、デジタル化の効果が確認できたため、本項目はアナログ規制の見直しに資すると判断する。

表 24 巻上機（ブレーキ保持力の状況）の検査における滑り量の検査結果（機械室有り）

No	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	滑り無し	滑り無し	0mm
2	滑り無し	滑り無し	0mm
3	滑り無し	滑り無し	0mm
4	滑り無し	滑り無し	0mm
5	滑り無し	滑り無し	0mm

表 25 巻上機（ブレーキ保持力の状況）の検査における滑り量の検査結果（機械室無し）

No.	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	滑り無し	滑り無し	0mm
2	滑り無し	滑り無し	0mm
3	滑り無し	滑り無し	0mm
4	滑り無し	滑り無し	0mm
5	滑り無し	滑り無し	0mm

表 26 巻上機（ブレーキ保持力の状況）の
検査時間（5 回実施時の中央値）（単位：秒）

種別	従来手法(検査員 A)			デジタル化手法		
	準備 ^{※1}	検査	復帰 ^{※2}	準備 ^{※3}	検査	復帰 ^{※4}
機械室有り	40	270	40	20	80	10
機械室無し	40	360	50	20	80	10

※1 かご内でのスイッチ操作、かご内設置物の退避 ※2 初期状態への復帰

※3 アプリ起動処理 ※4 アプリ終了処理

(4) 速度

(ア) 実施結果

表 27、表 28 に速度の計測結果を示す。また、従来手法での検査時間とデジタル化手法での検査時間を表 29 に示す。

(イ) 評価結果

表 27、表 28 の結果を見ると、従来手法とデジタル化手法の両方で、計測結果が全て一致しているわけではないことがわかる。エレベーターの速度は、電気的ノイズや走行時のレールとの摩擦などの影響を受けるため、毎回厳密に一致するわけではない。そのため、速度を計測する場合は、計測によるばらつきに、エレベーター自体の速度のばらつきが重なった値が取得されることになる。このとき、エレベーターの速度自体のばらつきは、前述のような機械的または電気的要因であるため、一定の範囲内であると考えられる。そのため、複数回計測した場合、もし計測によるばらつきが同等ならば、取得した値のばらつきも同等になる。

機械室有りの結果を見ると、検査員 A は全ての結果が 60m/min 以下となっている。一方、検査員 B は全ての結果が 60m/min を超えている。このことから、検査員が複数回計測した場合のばらつきだけでなく、人による計測のばらつきがあることがわかる。これに対し、デジタル化手法では 59 m/min または 60m/min の計測結果となっている。

1m/min のばらつきはあるものの、デジタル化手法であることから人による計測のばらつきは存在せず、この差はエレベーター自体の速度のばらつきとデジタル化手法での計測のばらつきによるものである。このように、人によるばらつきがデジタル化手法では存在しないことから、計測結果全体を見ると、デジタル化手法によるばらつきは従来手法よりも小さいことがわかる。このことから、デジタル化手法は従来手法と同等以上の精度での検査ができたと言える。

機械室無しの検査では、従来手法の検査は多少のばらつきがあるものの、いずれも約45m/minである。このエレベーターは定格速度が45m/minのため、検査員はこれらの結果を見た場合に、45m/minであると判断する。一方、デジタル化手法での検査結果はいずれも45m/minとなっている。計測値の分解能が異なるが、検査では、定格速度の125%を超えていないことを判定すれば良いので、この分解能であっても検査には支障がない。そのため、デジタル化手法は従来手法と同等の判断ができたと言える。

以上の結果より、速度に関するデジタル化手法は成立可能性及び代替可能性を有することが確認できた。また、表 29 の結果より、従来手法より短い時間で検査ができたことが確認できる。よって速度に関するデジタル化手法は合理性を有することが確認できた。

(ウ) 結果の分析

評価結果より、デジタル化の効果が確認できたため、本項目はアナログ規制の見直しに資すると判断する。

表 27 速度の計測結果（機械室有り）（単位：m/min）

No.	運転方向	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	UP	59.0	60.65	59
	DN	59.0	60.65	59
2	UP	59.9	60.80	59
	DN	60.0	60.70	59
3	UP	59.8	60.70	59
	DN	60.0	60.60	59
4	UP	59.7	61.15	60
	DN	59.7	60.70	59
5	UP	59.6	60.75	59
	DN	59.7	60.70	59

表 28 速度の計測結果（機械室無し）（単位：m/min）

No.	運転方向	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	UP	44.95	44.85	45
	DN	45.10	45.10	45
2	UP	44.95	45.00	45
	DN	45.15	45.10	45
3	UP	44.90	45.00	45
	DN	45.00	45.10	45
4	UP	45.20	44.95	45
	DN	45.10	45.10	45
5	UP	44.90	44.90	45
	DN	45.10	45.00	45

表 29 速度の検査時間（5回実施時の中央値）（単位：秒）

種別	従来手法(検査員 A)			デジタル化手法		
	準備	検査	復帰	準備 ^{※1}	検査	復帰 ^{※2}
機械室有り	-	380	-	20	60	10
機械室無し	-	300	-	20	70	10

※1 アプリ起動処理 ※2 アプリ終了処理

(5) 地震時等管制運転装置

(ア) 実施結果

表 30、表 31 に地震時等管制運転装置の検査結果を示す。また、従来手法での検査時間とデジタル化手法での検査時間を表 32 に示す。

(イ) 評価結果

表 30、表 31 の結果より、いずれの手法においても良という検査結果が得られたことがわかる。検査結果が良ということは、いずれの手法においても、通常の運転モードから、地震時管制運転への移行が正常に行われたことを意味する。このことから、デジタル化手法では従来手法と同等の検査ができたことが確認できた。よって、地震時等管制運転装置に関するデジタル化手法は成立可能性及び代替可能性を有することが確認できた。

また、表 32 の結果より、従来手法より短い時間で検査ができたことが確認できた。よって地震時等管制運転装置に関するデジタル化手法は合理性を有することが確認できた。

(ウ) 結果の分析

評価結果より、デジタル化の効果が確認できたため、本項目はアナログ規制の見直しに資すると判断する。

表 30 地震時等管制運転装置の検査結果（機械室有り）

No.	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	良	良	良
2	良	良	良
3	良	良	良
4	良	良	良
5	良	良	良

表 31 地震時等管制運転装置の検査結果（機械室無し）

No.	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	良	良	良
2	良	良	良
3	良	良	良
4	良	良	良
5	良	良	良

表 32 地震時等管制運転装置の検査時間（5 回実施時の中央値）（単位：秒）

種別	従来手法(検査員 A)			デジタル化手法		
	準備※1	検査	復帰※2	準備※3	検査	復帰※4
機械室有り	30	100	20	10	70	-
機械室無し	60	70	30	10	70	-

※1 地震感知器設置箇所への移動(機械室またはピット) ※2 初期状態への復帰
 ※3 アプリ起動処理 ※4 地震時管制運転実施でアプリ自動終了のため復帰時間は無し

(6) かごの戸のスイッチ

(ア) 実施結果

表 33、表 34 にかごの戸のスイッチの作動位置の計測結果を示す。また、従来手法での検査時間とデジタル化手法での検査時間を表 35 に示す。表 35 のデジタル化手法での検査は、表 12、表 13 で実施した各階の段差計測と同時に計測されることから、表 15 のデジタル化手法での検査時間に含まれるため、実質的には 0 であるが、単体で計測した場合の参考として()で示す。

(イ) 評価結果

かごの戸のスイッチの物理的な位置は変動しないため、表 33、表 34 に示す値の変動は計測によるものである。表 33、表 34 の結果を見ると、従来手法での計測結果には 0.5mm の精度での値が記録されている。これは、従来手法において計測に用いるスケールが 1mm 刻みのため、表示される目盛りの間を読み取り、この変動が生じたものである。また、従来手法では、かごの戸のスイッチが作動したタイミングを目視で確認し、その状態でかごの戸の隙間を保持して計測を行う。しかし、かごの戸のスイッチの作動のタイミングを目視で確認する場合は、いつスイッチが接触したかを見極める場合に変動が生じる可能性があり、さらに、スイッチが接触したタイミングでドアの位置を保持する必要があるなど、スイッチの接触位置を定める過程で変動が生じる可能性もある。これらのことから、従来手法での計測においては、計測自体の誤差と、状態の再現に関する誤差の発生が考えられる。一方、デジタル化手法での計測結果は、0.1mm ほどの値が記録されている。これは、日立ビルシステムで用いている保守点検ツールの仕様であり、パルス式ロータリーエンコーダ②の値を距離に換算したものである。かごの戸のスイッチの作動位置を、パルス式ロータリーエンコーダ②で計測する場合、スイッチの ON/OFF が切り替えられた時のドア位置と、ドアが閉じ終わった時のドア位置を、それぞれ求め、その差からかごの戸のスイッチの作動位置を求めている。このように 2 か所の位置を求めてからスイッチの作動位置を算出するため、それぞれの位置算出時の計測誤差の影響により変動が生じたものである。一方、スイッチの ON/OFF のタイミング自体はデジタルデータで把握できるため、人によるスイッチ作動タイミングの見極めは不要であり、状態の再現に関する誤差の発生は考えられない。

以上より、デジタル化手法による計測では、計測値の変動は従来手法よりも小さく、かつ、計測すべき状態の再現に関する変動も生じない。表 30 及び表 31 を見ると従来手法では、検査員によっては計測値が変動しない場合もあるが、検査員 A と検査員 B の両名の結果を見ると、計測値が変動することがわかる。これは、計測誤差だけでなく、人によるスイッチ作動タイミングの見極めの影響も含まれると考えられる。デジタル化手法においては、このような人による変動が生じないことから、従来手法に対してデジタル化手法では計測値の変動が小さいと言える。よって、デジタル化手法では従来手法と同等以上の精度での検査ができたことが確認できた。よって、かごの戸のスイッチに関するデジタル化手法は成立可能性及び代替可能性を有することが確認できた。また、表 35 の結果より、従来手法より短い時間で検査ができたことが確認できた。よってかごの戸のスイッチに関するデジタル化手法は合理性を有することが確認できた。

(ウ) 結果の分析

評価結果より、デジタル化の効果が確認できたため、本項目はアナログ規制の見直しに資すると判断する。

表 33 かごの戸のスイッチの作動位置の計測結果（機械室有り）（単位：mm）

No.	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	10.0	10.5	10.8
2	10.0	10.0	11.1
3	10.0	10.0	11.0
4	10.0	10.0	10.9
5	10.0	10.0	10.8

表 34 かごの戸のスイッチの作動位置の計測結果（機械室無し）（単位：mm）

No.	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	10.0	10.0	10.0
2	9.5	10.0	10.0
3	10.0	10.0	10.1
4	10.0	10.0	10.1
5	10.0	10.0	10.1

表 35 かごの戸のスイッチの検査時間（5回実施時の中央値）（単位：秒）

種別	従来手法(検査員 A)			デジタル化手法		
	準備 ^{※1}	検査	復帰 ^{※2}	準備 ^{※3}	検査	復帰 ^{※4}
機械室有り	25	30	20	(20)	(20)	(10)
機械室無し	45	40	30	(20)	(20)	(10)

※1 かご内に移動して手動でかご位置を操作 ※2 初期状態への復帰

※3 アプリ起動処理 ※4 アプリ終了処理

※デジタル化手法での時間は、表 12、表 13 で実施した各階の段差計測と同時に計測されることから、実質的には 0 であるが、単体で計測した場合の参考として()書きで示す。

(7) 上部リミット(強制停止)スイッチ

(ア) 実施結果

表 36、表 37 に上部リミット(強制停止)スイッチの作動位置の計測結果を示す。また、従来手法での検査時間とデジタル化手法での検査時間を表 38 に示す。

(イ) 評価結果

上部リミット(強制停止)スイッチの物理的な位置は変化しないものの、スイッチによる強制停止距離は摩擦による過渡現象であり変動しうる。表 36、表 37 による結果には、強制停止による距離の変動と計測のばらつきがすべてのケースで含まれる。表 36、表 37 の結果では、従来手法では計測毎の値の変動が大きいのに対し、デジタル化手法では値の変動が小さい。従来手法では、スケールを用いて距離を計測しているため、計測精度は±1mm であるが、それ以上の変動であり、計測による誤差だけではないと考えられる。図 29 の検査手順では、作業手順内に、かごを少しずつ上昇させることを、かごが動かなくなるまで繰り返す部分がある。これは、かごを上部リミット(強制停止)スイッチに接触させて停止させることで、上部リミット(強制停止)スイッチが作動したときのかご位置を求めるためであるが、少しずつ上昇させるという動きは、検査員の上昇スイッチの ON/OFF で行うものであるため、1 回の ON/OFF での移動量は均一ではない。そのため、上部リミット(強制停止)スイッチが作動したときのかご位置も、上昇スイッチの ON/OFF の影響で変動する。この変動の影響が計測結果に表れているものと考えられる。

これを踏まえると、デジタル化手法では従来手法と同等以上の精度で計測できたと言える。よって、上部リミット(強制停止)スイッチに関するデジタル化手法は成立可能性及び代替可能性を有することが確認できた。また、表 38 の結果より、従来手法より短い時間で検査ができたことが確認できた。よって上部リミット(強制停止)スイッチに関するデジタル化手法は合理性を有することが確認できた。

(ウ) 結果の分析

評価結果より、デジタル化の効果が確認できたため、本項目はアナログ規制の見直しに資すると判断する。

表 36 上部リミット(強制停止)スイッチの作動位置の計測結果 (機械室有り) (単位 : mm)

No.	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	54	68	43
2	50	61	43
3	50	56	43
4	57	56	42
5	54	52	42

表 37 上部リミット(強制停止)スイッチの作動位置の計測結果(機械室無し)(単位:mm)

No.	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	38	33	46
2	46	55	46
3	53	42	46
4	47	43	46
5	55	47	45

表 38 上部リミット(強制停止)スイッチの検査時間(5回実施時の中央値)(単位:秒)

種別	従来手法(検査員 A)			デジタル化手法		
	準備 ^{※1}	検査	復帰 ^{※2}	準備 ^{※3}	検査	復帰 ^{※4}
機械室有り	210	50	300	20	150	10
機械室無し	175	45	300	20	145	10

※1 最上階へ移動、かご上での試験準備作業 ※2 初期状態への復帰

※3 アプリ起動処理 ※4 アプリ終了処理

(8) 下部リミット(強制停止)スイッチ

(ア) 実施結果

表 39、表 40 に下部リミット(強制停止)スイッチの作動位置の計測結果を示す。また、従来手法での検査時間とデジタル化手法での検査時間を表 41 に示す。表 41 のデジタル化手法での検査時間は、表 38 で実施した下部リミット(強制停止)スイッチの検査時間に含まれるため、下部リミット(強制停止)スイッチ単体での検査時間は実質的には 0 である。ここでは、参考として表 38 と同じ値を()書きで示す。

(イ) 評価結果

下部リミット(強制停止)スイッチの物理的な位置は変化しないものの、スイッチによる強制停止距離は摩擦による過渡現象であり変動しうる。表 39、表 40 による結果には、強制停止による距離の変動と計測のばらつきがすべてのケースで含まれる。表 39、表 40 の結果では、従来手法では計測毎の値の変動が大きいのに対し、デジタル化手法では値の変動が小さい。従来手法では、スケールを用いて距離を計測しているため、計測精度は $\pm 1\text{mm}$ であるが、それ以上の変動であり、計測による誤差だけではないと考えられる。図 31 の検査手順では、作業手順内に、かごを少しずつ下降させることを、かごが動かなくなるまで繰り返す部分がある。これは、かごを下部リミット(強制停止)スイッチに接触させて停止させることで、下部リミット(強制停止)スイッチが作動したときのかご位置を求めるためであるが、少しずつ下降させるという動きは、検査員の下降スイッチの ON/OFF で行うものであるため、1 回の ON/OFF での移動量は均一ではない。そのため、下部リミット(強制停止)スイッチが作動したときのかご位置も、下降スイッチの ON/OFF の影響で変動する。この変動の影響が計測結果に表れているものと考えられる。

これを踏まえると、デジタル化手法では従来手法と同等以上の精度で計測できたと言える。よって、下部リミット(強制停止)スイッチに関するデジタル化手法は成立可能性及び代替可能性を有することが確認できた。また、表 41 の結果より、従来手法より短い時間で検査ができたことが確認できた。よって下部リミット(強制停止)スイッチに関するデジタル化手法は合理性を有することが確認できた。

(ウ) 結果の分析

評価結果より、デジタル化の効果が確認できたため、本項目はアナログ規制の見直しに資すると判断する。

表 39 下部リミット(強制停止)スイッチの作動位置の計測結果(機械室有り) (単位: mm)

No.	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	43	47	29
2	46	46	29
3	49	52	30
4	36	40	30
5	44	38	29

表 40 下部リミット(強制停止)スイッチの作動位置の計測結果(機械室無し) (単位: mm)

No.	従来手法 (検査員 A)	従来手法 (検査員 B)	デジタル化手法
1	54	57	44
2	63	42	45
3	59	53	45
4	58	60	45
5	61	56	45

表 41 下部リミット(強制停止)スイッチの検査時間(5回実施時の中央値) (単位: 秒)

種別	従来手法(検査員 A)			デジタル化手法		
	準備 ^{※1}	検査	復帰 ^{※2}	準備 ^{※3}	検査	復帰 ^{※4}
機械室有り	210	50	300	(20)	(150)	(10)
機械室無し	175	65	300	(20)	(145)	(10)

※1 2階へ移動、かご上での試験準備作業 ※2 初期状態への復帰

※3 アプリ起動処理 ※4 アプリ終了処理

※デジタル化手法での時間は、表 38 で実施した上部リミット(強制停止)スイッチの計測と同時に計測されることから、実質的には 0 であるが、単体で計測した場合の参考として()書きで示す。

(9) 安全性の向上

表 42 に、従来手法における安全リスクを示す。デジタル化手法により、エレベーターの操作は保守点検ツールを用いて行われるため、従来手法において実施していた作業が不要となる。本実証においては、表 42 に示す安全リスクを伴う作業が不要となったことから、デジタル化手法により安全性が向上することがわかった。

表 42 検査項目に対する従来手法における安全リスク

No.	検査項目	安全リスクの内容
(1)	制御器（接触器、運転制御用基板）	・ドアの開閉状態の検査における挟まれ
(2)	巻上機(ブレーキ制動力の状況)	・かご位置の計測時のドア開閉に伴う挟まれ ・昇降路への転落
(3)	巻上機(ブレーキ保持力の状況)	・かごに錘を載せる作業時の錘の落下による身体の損傷
(4)	速度	・回転部付近での作業による回転物への挟まれ、巻き込まれ
(5)	地震時等管制運転装置	・ピットへの移動時の転落 ・可動部付近の確認による挟まれ
(6)	かごの戸のスイッチ	・通電部付近の作業における感電 ・可動部付近の確認による挟まれ
(7)	上部リミット(強制停止)スイッチ	・高所作業による落下、墜落 ・可動部付近の確認による挟まれ
(8)	下部リミット(強制停止)スイッチ	・高所作業による落下、墜落 ・可動部付近の確認による挟まれ

(10) アナログ規制の見直しに資すると判断した項目に関する法令の改定案

(ア) アナログ規制の見直しに資すると判断した項目

本実証を行った8項目に関し、評価結果の一覧を表43に示す。全ての項目で、成立可能性、代替可能性、合理性、安全性を有する結果となった。よって、8項目全てが、アナログ規制の見直しに資すると判断する。

表 43 評価結果の一覧

No.	項目	評価結果			
		成立可能性	代替可能性	合理性	安全性
(1)	制御器（接触器、運転制御用基板）	有り：一般に入手可能な汎用品で構成されたデジタル化手法により検査が可能。	有り：同等の検査ができる。	有り：従来手法より短い時間で検査ができる。	有り：安全リスクを有する作業が不要。
(2)	巻上機(ブレーキ制動力の状況)	有り：一般に入手可能な汎用品で構成されたデジタル化手法により検査が可能。	有り：同等以上の精度での検査ができる。	有り：従来手法より短い時間で検査ができる。	有り：安全リスクを有する作業が不要。
(3)	巻上機(ブレーキ保持力の状況)	有り：一般に入手可能な汎用品で構成されたデジタル化手法により検査が可能。	有り：同等の検査ができる。	有り：従来手法より短い時間で検査ができる。	有り：安全リスクを有する作業が不要。
(4)	速度	有り：一般に入手可能な汎用品で構成されたデジタル化手法により検査が可能。	有り：同等以上の精度での検査ができる。	有り：従来手法より短い時間で検査ができる。	有り：安全リスクを有する作業が不要。
(5)	地震時等管制運転装置	有り：一般に入手可能な汎用品で構成されたデジタル化手法により検査が可能。	有り：同等の検査ができる。	有り：従来手法より短い時間で検査ができる。	有り：安全リスクを有する作業が不要。
(6)	かごの戸のスイッチ	有り：一般に入手可能な汎用品で構成されたデジタル化手法により検査が可能。	有り：同等以上の精度での検査ができる。	有り：従来手法より短い時間で検査ができる。	有り：安全リスクを有する作業が不要。
(7)	上部リミット(強制停止)スイッチ	有り：一般に入手可能な汎用品で構成されたデジタル化手法により検査が可能。	有り：同等以上の精度での検査ができる。	有り：従来手法より短い時間で検査ができる。	有り：安全リスクを有する作業が不要。
(8)	下部リミット(強制停止)スイッチ	有り：一般に入手可能な汎用品で構成されたデジタル化手法により検査が可能。	有り：同等以上の精度での検査ができる。	有り：従来手法より短い時間で検査ができる。	有り：安全リスクを有する作業が不要。

(イ) 法令の改定案

本実証の対象となる法令等については、1.2 項で述べたものであり、これらを含めてデジタル化に向けた改定案を検討する。

本実証で対象とする8項目の検査項目に関しては、1.3 項の表1から表5に示している。これらの内容に関し、デジタル化した場合の「告示第283号」に関する記載内容の検討と改定案を表44から表51に示す。

なお、告示の改正までに至らないものについては、定期検査解説書において補足する形で検討する。

この検討表から、現行の記載内容を訂正せずデジタル化に適用できる定期検査項目は、表45（ブレーキ制動力の状況）、表46（ブレーキ保持力の状況）、表48（地震時等管制運転装置）、表49（かごの戸のスイッチ）、表50（上部リミットスイッチ）、表51（下部リミットスイッチ）の6項目と考えられる。また、表44（制御器）、表47（速度）に関しては、以下のとおり改定するか、解説に追加することが好ましいと考える。

表 44 制御器に関する改定案の検討

	現告示の記載		検討内容	改定案
(い) 検査項目	制 御 器	接 触 器、 継 電 器 及 び 運 転 制 御 用 基 板	－	－
(ろ) 検査事項	作動の状況		－	－
(は) 検査方法	昇降機を運転し、作動の状況を確認する。		現告示の記載で問題ない。	－
(に) 判定基準	昇降機が正常に作動しないこと。		正常に作動しないことをデジタル化手法で判定する基準が必要。	ドア開状態からドア閉後走行し着床後ドア開するまでの一連の動作ができないこと。 又は、現行の記載どおりとし、解説部分に“正常”の内容として上記を記載する。

表 45 巻上機(ブレーキ制動力の状況)に関する改定案の検討

	現告示の記載		検討内容	改定案
(い) 検査項目	巻上機	ブレーキ	－	－
(ろ) 検査事項	制動力の状況		－	－
(は) 検査方法	かごの無積載上昇時(巻胴式にあってはかごの無積載下降時)のブレーキの制動を確認する。		ブレーキの制動を確認する、という現告示の表現では、方法の限定はないため、現告示の記載で問題ない。	－
(に) 判定基準	ブレーキが作動しないこと又はかごが停止しないこと。		現告示の記載で問題ない。	－

表 46 巻上機(ブレーキ保持力)に関する改定案の検討

	現告示の記載		検討内容	改定案
(い) 検査項目	巻上機	ブレーキ	－	－
(ろ) 検査事項	保持力の状況		－	－
(は) 検査方法	<p>次に掲げる方法のいずれかによる。</p> <p>イ ブレーキをかけた状態において、トルクレンチにより確認する。</p> <p>ロ ブレーキをかけた状態において、電動機にトルクをかけ確認する。</p> <p>ハ かごに荷重を加え、かごの位置を確認する。</p>		<p>本実証における方法は、「ロ」に該当するため、現告示の記載で問題ない。</p>	－
(に) 判定基準	<p>平成12年建設省告示第1429号(以下「制御器告示」という。)第1第一号の規定に適合しないこと。</p>		<p>かごの位置が著しく変動しないものとする。との記載に対して、著しく変動するとはどの程度の量であるかを規定することが望ましい。ただし、検査方法のロで実施の場合、ブレーキの保持力が問題ない場合は、変動が0mmとなりそもそも変動していないので、現告示の記載で問題ない。</p>	－

表 47 速度に関する改定案の検討

	現告示の記載	検討内容	改定案
(い) 検査項目	速度	－	－
(ろ) 検査事項	かごの上昇時及び下降時の速度の状況	－	－
(は) 検査方法	無負荷運転時のかごの速度を瞬間式回転速度計又は電子式速度表示装置(以下単に「瞬間式回転速度計」という。)により測定する。	様々な方法が適用できるように規定した方が良い。	無負荷運転時のかごの速度を直接的、又は間接的(ロープ速度、巻上機回転、调速機回転、かご加速度の積分等)に測定する。 又は、現行の記載どおりとし、解説部分に電子式速度表示装置として、上記内容を記載する。
(に) 判定基準	定格速度の125%を超えていること。	現告示の記載で問題ない。	－

表 48 地震時等管制運転装置に関する改定案の検討

	現告示の記載	検討内容	改定案
(い) 検査項目	地震時等管制運転装置(特殊告示第1第四号に掲げるエレベーターを除く。)	－	－
(ろ) 検査事項	作動の状況	－	－
(は) 検査方法	作動の状況を確認する。	現告示の記載で問題ない。	－
(に) 判定基準	平成20年国土交通省告示第1536号第2第三号(かごの定格速度が240m以上の乗用エレベーター及び寝台用エレベーターにあっては、特殊告示第1第五号)の規定に適合しないこと。	現告示の記載で問題ない。	－

表 49 かごの戸のスイッチに関する改定案の検討

	現告示の記載	検討内容	改定案
(い) 検査項目	かごの戸のスイッチ	－	－
(ろ) 検査事項	スイッチの作動の状況	－	－
(は) 検査方法	次に掲げる方法のいずれかによる。 イ 途中階においてかごを停止させ、かごの戸を開いた後、徐々に戸を閉め、作動の位置を目視により確認し又は測定する。 ロ かごの戸が開いた状態において動かないことを確認した後、スイッチの作動の位置を目視により確認し又は測定する。	現行の記載でもデジタル化測定方法を妨げるものではないので、このまま適用可能である。	－
(に) 判定基準	制御器告示第1第二号若しくは第三号の規定に適合しないこと又は作動の位置が両引き戸若しくは上下戸にあっては75mm、片引き戸、上げ戸若しくは下げ戸にあっては50mmを超えていること。	現告示の記載で問題ない。	－

表 50 上部リミットスイッチに関する改定案の検討

	現告示の記載	検討内容	改定案
(い) 検査項目	上部ファイナルリミットスイッチ及びリミット(強制停止)スイッチ	－	－
(ろ) 検査事項	リミットスイッチの作動の位置	－	－
(は) 検査方法	スイッチの作動の位置がドアゾーン内であることを確認する。	現告示の記載で問題ない。確認方法を規定していないので、このまま適用可能である。 具体的な確認方法の例を解説で示しても良い。	－
(に) 判定基準	ドアゾーン内で作動しないこと。	現告示の記載で問題ない。	－

表 51 下部リミットスイッチに関する改定案の検討

	現告示の記載	検討内容	改定案
(い) 検査項目	下部ファイナルリミットスイッチ及びリミット(強制停止)スイッチ	－	－
(ろ) 検査事項	リミットスイッチの作動の位置	－	－
(は) 検査方法	スイッチの作動の位置を確認する。	現告示の記載で問題ない。確認方法を規定していないので、このまま適用可能である。 具体的な確認方法の例を解説で示しても良い。	－
(に) 判定基準	ドアゾーン内で作動しないこと。	現告示の記載で問題ない。	－

(11) 実現場での技術等の活用・導入にあたってのポイント

実現場にて、本実証に用いた技術を用いる場合、個々の作業の代替とすることで効果はあるが、その場合は都度、前後の準備作業が生じる。具体的には、今回用いた日立ビルシステムの保守点検ツールの場合、エレベーターの制御盤との通信を行うため、その通信接続のための準備と復帰の時間が必要である。これらの通信接続は、今回実証した8項目においては同じ作業であるため、デジタル化が可能な項目をまとめて実施するなど、デジタル化を踏まえた検査手順の構築も必要となる。

表 52 に、複数の検査を同時に実施した場合の作業時間を示す。ここでは、本実証で用いた保守点検ツールにて、連続して検査が可能となる項目について、これらを連続して検査した場合の所要時間を比較した。従来手法で検査する場合の時間に比べ、デジタル化手法で検査した場合に作業時間が削減できる結果となった。デジタル化手法の検査では、これまでの実証結果で示したように、従来手法より作業時間が減少する。これは、以下の要因によるものである。

- ① 検査に必要な情報をデータとして取得することで、検査員による計測の時間が削減。(例えば速度の検査では、速度計で検査することなく、速度の検査が可能となる。)
- ② 検査する状態に至るまでの作業の削減。(例えば、上部リミット(強制停止)スイッチの検査では、かごを手動で操作して上部リミット(強制停止)スイッチによりかごが停止した状態とするのではなく、自動でその状態を再現できる。)
- ③ 準備や復帰の作業の削減。(例えばブレーキ保持力の状況における錘の準備が不要となる。)

上記の要因のうち、③はデジタル化手法で複数の検査をする場合にも追加の効果がある。デジタル化手法での検査では、保守点検ツールの接続等の準備や、その復旧作業が存在する。そのため、複数の検査項目を連続して実施したほうが作業時間が削減できる。このことから、デジタル化手法を活用する場合には、その効果を最大限に発揮するための検査手順を検討した上で活用することが望ましいと考えられる。

表 52 複数検査の同時実施時の作業時間の比較[秒]

検査項目	所要時間	
	従来手法(検査員 A)	デジタル化手法
制御器(階床レベル測定)、 かごの戸のスイッチ	600	180
巻上機(ブレーキ保持力、制動力)、 速度、上部リミットスイッチ、 下部リミットスイッチ	2,330	360

(12) 実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性

(ア) 今回の実証を通じて、告示第 283 号の別表で規定される定期検査項目のうち、このままの記載でもデジタル化の適用が可能と思われる項目があることがわかった。告示には測定装置を規定していない項目もあるので、そのような項目は今でもデジタル化が適用可能ではないかと思われる。デジタル化を早く推進するためには、有資格者の検査員が適用可能と判断すればデジタル化したデータも適用可能なことを明確にする必要がある。デジタル化が可能であることに異論はないが、実際の適用に際しては、適用するデジタル化装置の性能をある程度評価すべきではないかとの意見もあり、議論が必要と考えられる。

(イ) 告示第 283 号の別表で規定される定期検査項目の判定基準には、“異常無いこと”等の定性的な表現が含まれている。デジタル化の適用を拡大するためには、判定基準を定性的なものから定量的なものに改定する必要がある。これには、長期間を要すると思われるので、定量化プロジェクト等を作るなどして、計画的に進めて行くことが必要である。

(13) アナログ規制の見直しにあたり留意すべき点

近年の昇降機には多数のセンサーやスイッチが存在し、これらのデータを用いて制御を行っている。そのため、これらのデータを活用することで、検査の効率化が可能と考えられる。一方、旧来の昇降機にはこれらのデータが存在していなかったり、データの取得のためには改修が必要となったりする場合がある。昇降機の本体は顧客の所有物であり、保守管理を行う事業者による勝手な改修は不可能である。よって、データの活用ができない昇降機が存在することを考慮し、従来の手法とデジタル化手法の両方の方法での検査を許容する必要がある。

また、上記のとおり、昇降機には多様な機種が存在するため、すべての機種に対するデジタル化の実証を必須とすることは、デジタル化の加速の障害となる可能性がある。既に点検のために用いている保守点検ツールの活用を推進することがデジタル化の加速につながると考えられるため、既存のツールの機能で活用可能なものは積極的に検査のデジタル化のために活用するとともに、当該機能によるデジタル化の是非についての審議を効率的に実施する体制構築が必要と考える。

(14) デジタル技術の今後の活用に関する検討

(ア) 定期検査データベースへのアクセスに関する検討

日立ビルシステムでは、定期検査の結果をデータベースに格納し管理している。図 35 にデータの格納の概念図を示す。定期検査の結果は、保守点検ツールに検査員が入力し、その内容が検査記録データベースに登録される。登録されたデータは、過去の検査結果も含めて、保守点検ツールまたは日立ビルシステムの業務用 PC にて表示することができる。本システムを用いて表示した画面の例を図 36 に示す(一部顧客情報に関する部分は黒塗りとしてある)。また、本システムでは、登録されたデータを報告書の体裁に成形して出力することもできる。出力した報告書の例を図 37 に示す。日立ビルシステムのように、定期検査データをデジタル化して保存することで、報告書の作成の効率化や、過去の検査結果の管理の効率化が図れると考えられる。

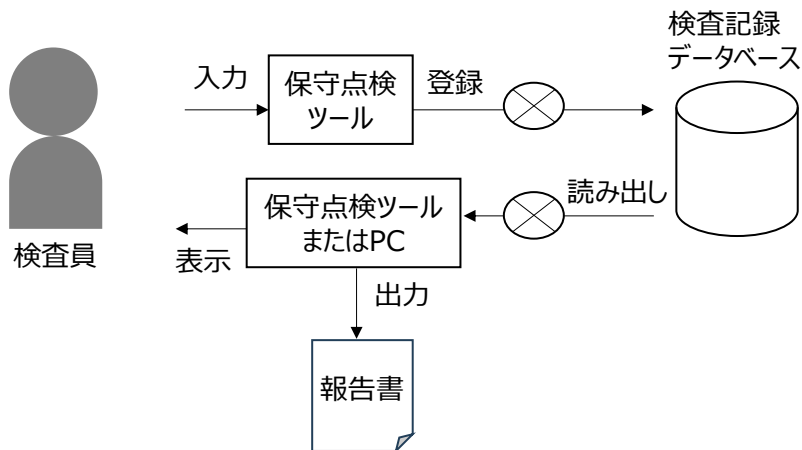


図 35 定期検査データベースへのアクセスの概略図

定期検査報告支援システム

検査実施結果 検査結果表入力

お客さま番号	枝番	帳種	号機	建物名称	セ#
1	1	ロープ	001		

実測値取込 前回結果取込 一覧 報告書 不具合 検査 別添 フォルダ印刷 登録

1機械室 2共通 3かご室 4かご上 5乗り場 6ピット 7非常用エレベーター 上記以外の検査項目 特記事項

該当検査に関与した検査者

個人番号/氏名	1	2	3
---------	---	---	---

番号	検査項目	検査結果					特記事項	別添	担当検査者			
		未入力	指摘無	要重点	要是正	抹消			既不適	未入力	1	2
1	機械室(機械室を有しないエレベーターにあっては、共通)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(1)	機械室への通路及び出入口の戸	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	特記	別添	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(2)	機械室内の状況並びに照明装置及び換気設備等	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	特記	別添	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(3)	機械室の床の貫通部	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	特記	別添	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(4)	救出装置	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	特記	別添	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(5)	制御器・開閉器及び遮断器	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	特記	別添	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

電動機主回路用接触器の主接点
主接点を目視により確認
フェールセーフ設計
●未 ●該当する ●該当しない

交換基準
未
イ. 製造者が指定する交換基準
著しい摩耗が有ること
ロ. やむを得ない事情により、

最終交換日(YYMMDD)
970328
11
11 著しい摩耗なし

図 36 日立ビルシステムにおける定期検査データの閲覧画面

別記第一号 (A 4)

主索又は鎖で吊るエレベーター 検査結果表
(第1第1項第1号に規定する昇降機)

(機械室有り)

当該検査に関与した検査者	氏名		検査者番号		
	代表となる検査者	その他の検査者			
			昇降機番号 1		
番号	検査項目	検査結果			担当検査者番号
		指摘なし	要重点点検	要是正	
1	機械室(機械室を有しないエレベーターにあつては、共通)				
(1)	機械室への通路及び出入口の戸	○			
(2)	機械室内の状況並びに照明装置及び換気設備等	○			
(3)	機械室の床の貫通部	○			
(4)	救出装置	○			
(5)	開閉器及び遮断器	○			
(6)	制御器 接触器、継電器及び運転制御用基板	電動機主回路用接触器の主接点 主接点を目視により確認 フェールセーフ設計 (該当する・ <u>該当しない</u>) 交換基準 ① 製造者が指定する交換基準 (著しい摩耗が有ること) ロ、やむを得ない事情により、 検査者が設定する交換基準 ()	○		
		ブレーキ用接触器の接点 接点を目視により確認 フェールセーフ設計 (該当する・ <u>該当しない</u>) 交換基準 ① 製造者が指定する交換基準 (著しい摩耗が有ること) ロ、やむを得ない事情により、 検査者が設定する交換基準 ()	○		
(7)	ヒューズ	○			
(8)	絶縁 電動機電機回路(300V以下 - 300V超)	MΩ			
	電動機回路 (<u>300V以下</u> ・ 300V超)	100.0 MΩ			
(9)	制御器等の回路の300Vを超える回路	MΩ			
	制御器等の回路の150Vを超え300V以下の回路	20.0 MΩ			
(10)	接地	○			
(11)	階床選択機				

図 37 格納したデータから作成した報告書の例

(イ) 定期検査データの自動保存及び行政機関への報告書自動作成の検討

本実証における検査では、検査結果を保守点検ツール上でデジタルデータとして取得できるため、このデータを自動的に定期検査結果に反映させる場合は、検査結果の入力作業の効率化も期待できる。図 38 に、保守点検ツールを用いた検査の実施から自動保存及び行政機関への報告までの流れについて、デジタル技術活用による効率化に関する概念図を示す。この場合、デジタル化が可能な検査項目に関しては、検査結果がデータベースに自動的に格納され、そのデータを用いて行政機関への報告書の作成も可能となる。

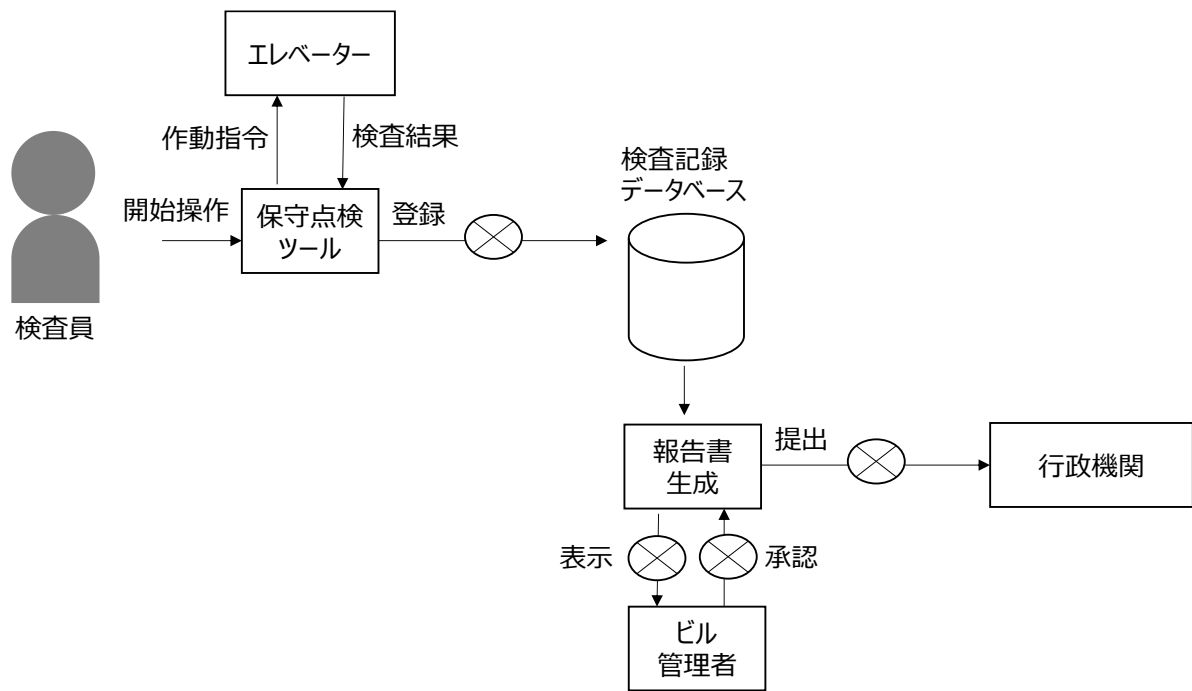


図 38 定期検査データを活用した行政機関への報告の概略図

(15) 総合評価

本実証の総合評価を以下に述べる。まず、本実証では、告示第 283 号別表第 1 に定められた(い)検査項目、(ろ)検査事項、(は)検査方法、(に)判定基準において、保守点検ツールを活用することにより判断が可能と考えられる 8 個の検査項目を対象とした。実証においては、成立性、代替可能性、合理性に関して従来手法とデジタル化手法を比較評価した。成立性に関しては、一般に入手可能な汎用品(部品及びデジタル機器)で構成されたデジタル化手法で検査が可能かを評価ポイントとし、当該手法で検査が可能であったことから、成立性を有することを確認した。代替可能性に関しては、デジタル化手法により、同等の検査又は同等以上の精度での検査ができるかを評価ポイントとし、検査結果において、いずれの項目でも同等の検査又は同等以上の精度での検査が可能であったことから、代替可能性を有することを確認した。合理性に関しては、デジタル化手法では、従来手法より短い時間で検査ができるかを評価ポイントとし、従来手法とデジタル化手法の検査時間を比較した結果、いずれの項目でもデジタル化手法では従来手法より短い時間で検査ができたことから、合理性を有することを確認した。また、実物を触らずに保守点検ツールの操作のみで検査が実現できるため、検査員の安全性も向上できると言える。よって、本実証で用いたデジタル化技術により、安全性の向上と、検査の効率化や検査精度向上などの効果が期待できると言える。今回の実証に用いた昇降機の機種及び仕様は一部のみであったが、その他機種や速度、積載、階床が異なる場合でも同様の機能は実現できるため、同様の機能を有する昇降機に対しては同じくデジタル化の効果が期待できると考えられる。

一方、デジタル化のための考え方や、その背景となる技術については、日立ビルシステムのような事業者を主体として検討する必要がある。デジタル化を加速するためには、技術的な検討を事業者が実施し、それを審議し告示を改定するなどのスキームと体制が必要と考える。

用語集

用語	定義・解説
制御盤	接触器・駆動回路基板・運転回路基板を収めた筐体。かごの運行を制御する。
接触器	駆動回路基板・運転回路基板を電氣的に開閉するための機器。
駆動回路基板	エレベーターの速度制御を行う基板。
運転回路基板	エレベーターの運転制御を行う基板。
異常検知処理	I/F より取得した各装置の状況を監視し、駆動及び運転の指令に対する出力の不一致を捉え、異常の有無を確認する処理部。
定期検査の処理	検査項目をデジタル化するための特定の制御を実行する処理部。
巻上機	制御盤の制御によりかごを昇降移動させる装置。
パルス式ロータリーエンコーダ①	巻上機の軸に直結し、かごの走行と同期させ回転することでパルス信号を発生させる。パルス信号から、かご速度・移動量を演算する。 ブレーキ：かごを制動する装置。
ブレーキ	かごを制動する装置。
調速機	かごの動きと連動して回転し、発生した遠心力で振り子が外方向に広がる性質を利用し、かごの速度を監視する装置。
かご	エレベーターの乗りかご。
かごドア	かごに設けられ、かごが到着する各階のドアゾーンにおいて開くことにより、かご内への乗客の乗降を可能とする。
ドアモータ	制御盤の制御によりかごドアを開閉させる装置。
パルス式ロータリーエンコーダ②	ドアモータの軸に直結し、ドア開閉と同期させ回転することでパルス信号を発生させる。パルス信号から、ドア速度・移動量を演算する。
かごの戸のスイッチ	かごドアの開端または閉端部に取り付けられ、かごドアの開閉状態を確認する装置。
かご内表示器	かご内に取り付けられ、かご位置などのエレベーター情報を表示する。
かご内スピーカー	かご内やかご上に取り付けられ、音声にて乗客に注意喚起アナウンスなどを行う装置。
ポジテクタ	各階に設けた遮蔽板を検出することで、かごがドアゾーン(ドア開閉可能な高さ)にあることを検出する。
最上階ドアゾーン検知用遮蔽板	最上階のドアゾーンを検出するための遮蔽板。
最下階ドアゾーン検知用遮蔽板	最下階のドアゾーンを検出するための遮蔽板。
上部ファイナルリミットスイッチ及び上部リミットスイッチ	かごの過昇を防止するための装置。かごが一定以上過昇した際にリミットカムにより作動し、かごを停止させる。

下部ファイナルリミットスイッチ及び下部リミットスイッチ	かごの過降を防止するための装置。かごが一定以上過降した際に、リミットカムにより作動し、かごを停止させる。
リミットカム	上部・下部に設けたリミットスイッチを作動させるためのカム装置。
地震感知器	地震による揺れを感知する装置。一定以上の揺れを感知した場合、かごを最寄階に停止させるなどの地震時管制運転を行う。
保守点検ツール	本実証で使用するのは、保守点検を行う目的で、再委託会社が独自に開発したアプリケーションをタブレット PC にインストールして使用するツール。
昇降機等検査員	建築基準法第 12 条の 3 に記載された建築設備等検査員資格者証の種類の一つである、昇降機等検査員資格者証の交付を受けた者のこと。
UCMP	戸開走行保護装置 (UCMP : Unintended Car Movement Protection) 駆動装置及び制御器に故障が生じ、かごの停止位置が著しく移動した場合、又はかご及び昇降路のすべての出入口の戸が閉じる前に、かごが昇降した場合に、自動的にかごを制する装置のこと。
UCMP 試験モード	戸開走行保護装置の試験のために保守点検ツールに設定された試験モード。
シーブ	巻上機内にあり、かごと錘が接続されたワイヤーロープが巻きかけられるもの。綱車。巻上機がシーブを回転させると、シーブとワイヤーロープ間の摩擦力によってロープが動き、かごが昇降する。
シーブ径	シーブの直径。
ローピング	エレベーターのロープの掛け方の方式のこと。1 : 1 ローピングまたは 2 : 1 ローピングなどが存在する。1 : 1 ローピングとは、かごの移動距離と巻上機でのロープの移動距離が等しくなるようにロープがかけられた状態のこと。2 : 1 ローピングとは、かごの移動距離に対し、巻上機でのロープの移動距離が 2 倍となるようにロープがかけられた状態のこと。
UP	かごの運転方向を示し上昇運転の意味である。
DN	かごの運転方向を示し下降運転の意味である。