

人を、想う力。街を、想う力。



Confidential

『長周期地震動の予測情報』を活用したエレベーター制御システム

丸の内運営事業部

contents

- エレベーターの地震対策
- 長周期地震動対策
- 予測情報を活用した地震対策

初期微動（P波）を感知し最寄階で戸開

地震時管制運転

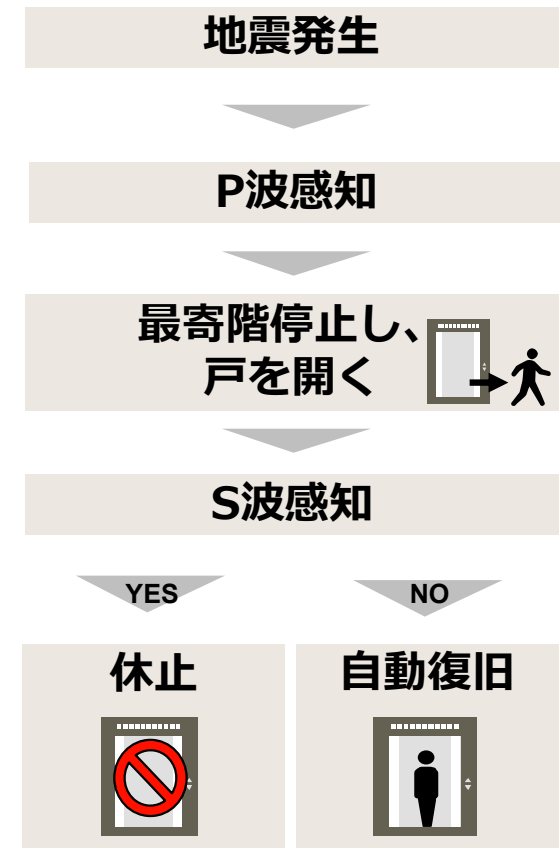
- 地震には初期微動（P波）と揺れの大きな主要動（S波）があり、P波はS波に比べて伝わる速度が速いため、S波に先駆けて訪れる。
- S波より数秒前にやってくるP波をセンサがキャッチし、最寄階に着床して戸を開きます。
- 最寄階停止後に、S波が小さい場合には、自動的に通常運転に戻る

P波とS波

地震波は主に2種類あり、速いスピード（秒速約7 km/s）で伝わる「P波」とそれよりもスピードの遅い（秒速約4 km/s）「S波」がある

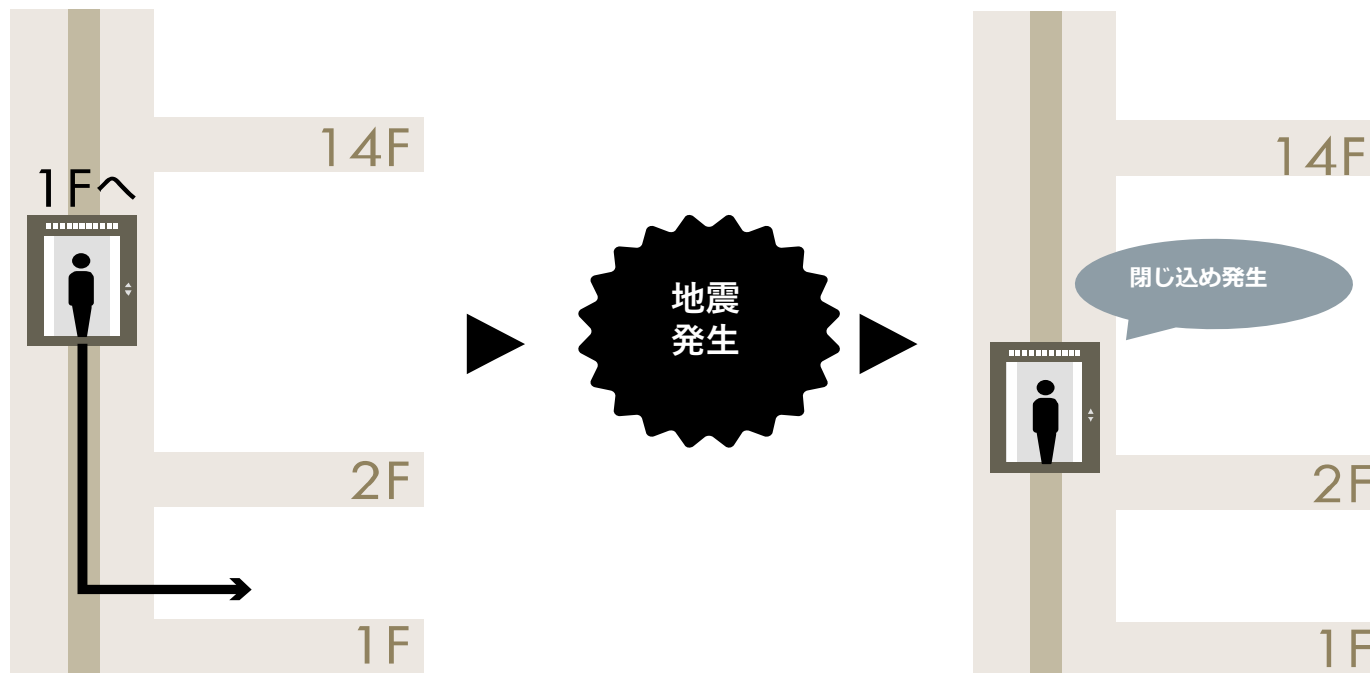


フローイメージ



通過階のあるエレベーターでは閉じ込めリスクがある

各階停止のエレベーターについては、P波による地震時管制運転開始後、最寄階に強制着床させるために要する時間は6秒程度と想定されているが、途中階を通過する高層建物用エレベーターについては、最寄階停止するまでに17秒程度有することから、最寄階停止する前にS波が到達してしまい閉じ込め事故の発生リスクがある。

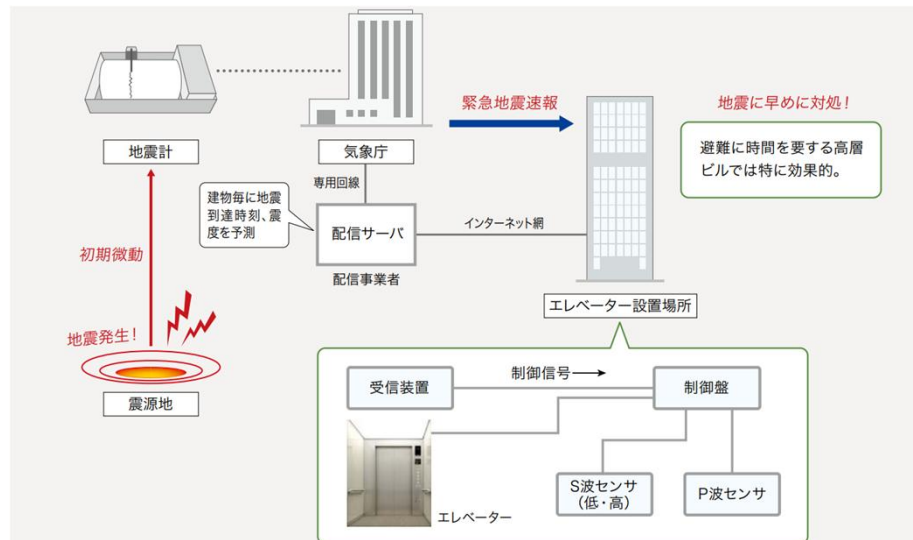


当社では2つのシステムを導入し、エレベーター制御と連動することで閉じ込めを防止

① 緊急地震速報利用地震管制運転

広範囲でいち早く揺れに対処

- 気象庁から配信される緊急地震速報を受信し、該当地点における予想震度が所定値（標準：震度3）以上と判定された場合に、エレベータを制御することにより、初期微動（P波）が到達するより早くエレベータを最寄階に停止させ、閉じ込めを防止
- 乗客の安全を確保し、機器の損傷を低減することを目的としている。



※三菱電機ビルソリューションズHPより

② 直下型地震情報伝達ネットワークによる管制運転

直下地震に、より早く情報を伝達

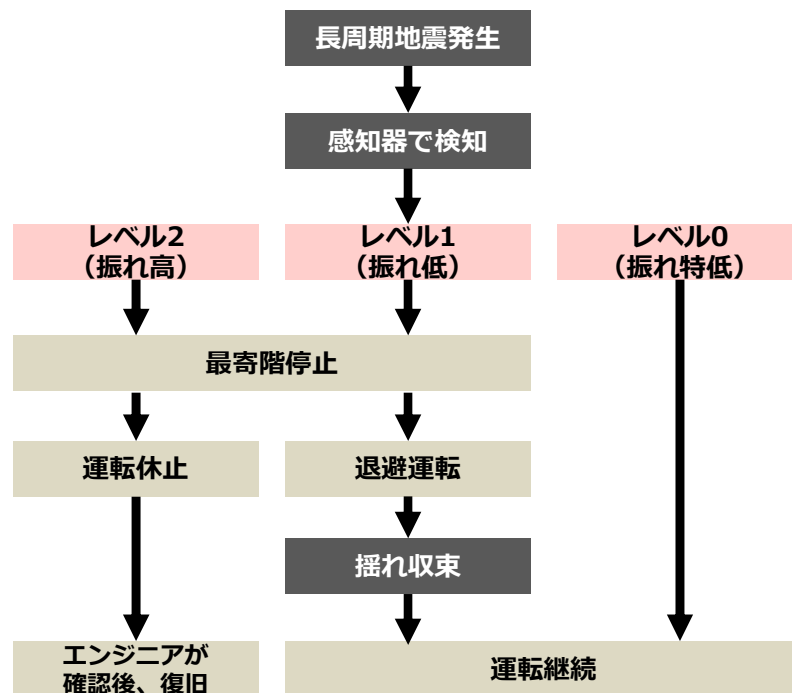
- 地震情報伝達ネットワーク（ミエルカ防災）は、首都直下型地震の主な震源地となりうる断層に近い施設に地震計を設置し、各施設で測定された地震のP波情報を丸の内の高層ビルへいち早く伝達。
- このP波情報を基に、丸の内の地震情報伝達ビルで同エリアでの主要動到達予測時間と主要動の大きさを計算し、閾値を超えた場合、エレベーター制御と連動させている。



これまでの対策

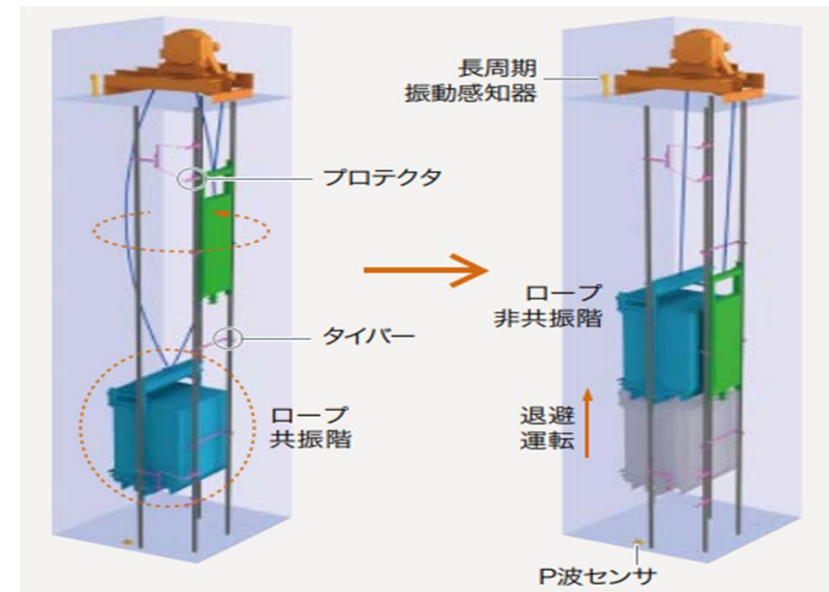
当社では、2009年以降の新築物件については、原則、長尺物振れ管制運転を導入し、乗客の閉じ込め防止・機器被害の低減防止に努めている。

運転フロー



長尺物振れ管制運転とは

- 長周期地震動は長周期で加速度が小さく、従来の地震感知器で検出できないため、長周期振動感知器にて、長周期地震動を検知し、ロープの揺れ幅をリアルタイムで推定、推定した揺れ幅に応じた管制運転を実施。
- 乗客の安全確保を優先し、乗客が避難した後は、「退避運転機能」により、ロープが共振しにくい階へエレベーターを自動的に退避させ、機器の被害を低減。
- また、ロープの揺れ幅が小さい場合には、建物の揺れが収束し所定の時間が経過した後に、自動的に通常運転に復帰



※三菱電機ビルソリューションズHPより

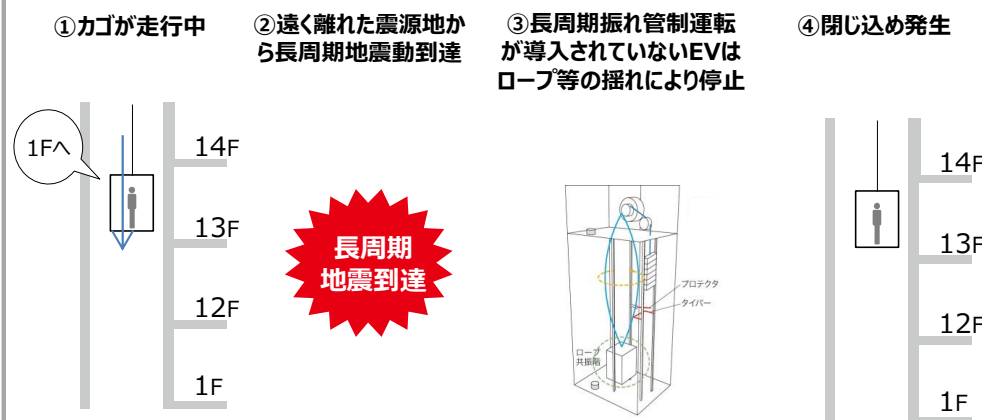
長尺物振れ管制運転未設置ビルでは閉じ込めが想定される

課題

- 加速度の小さい長周期地震動は従来の感知器では感知できないため、運航を継続する可能性があり、継続中に異常停止し、ピット内の故障が起きた際には閉じ込め事故につながる恐れがある。また、ピット内の損傷が大きい場合には長期停止の可能性もあり、超高層ビルでは運営上、致命的な被害が想定される。
- 防災センターでは長周期の揺れを感じにくく、ELV利用者に対してのリアクションが遅れてしまう。
- 中央防災会議の被害想定によると、最大で約2万1千人が閉じ込められると想定されている。閉じ込めには至らないエレベーターでも、地震時管制運転装置の作動によって運転を停止し、その後の復旧・再稼働には時間を要する。

「※南海トラフ巨大地震最大クラス地震における被害想定について」より

閉じ込めイメージ



被害想定

			地震動ケース	
			基本ケース	陸側ケース
エレベーター閉じ込め者数 (人)	8 時	事務所	約 6,200	約 7,600
		住宅	約 2,800	約 3,300
	12 時	事務所	約 16,900	約 20,800
		住宅	約 100	約 100
	18 時	事務所	約 8,200	約 10,000
		住宅	約 1,100	約 1,400
閉じ込めにつながり得る エレベーター停止建物棟数 (棟)	事務所		約 8,200	約 10,100
	住宅		約 10,200	約 12,800
	合計		約 18,500	約 22,900
閉じ込めにつながり得る エレベーター停止台数 (台)	事務所		約 23,200	約 28,200
	住宅		約 11,000	約 13,500
	合計		約 34,200	約 41,700

令和5年2月1日より緊急地震速報に長周期地震動階級を追加

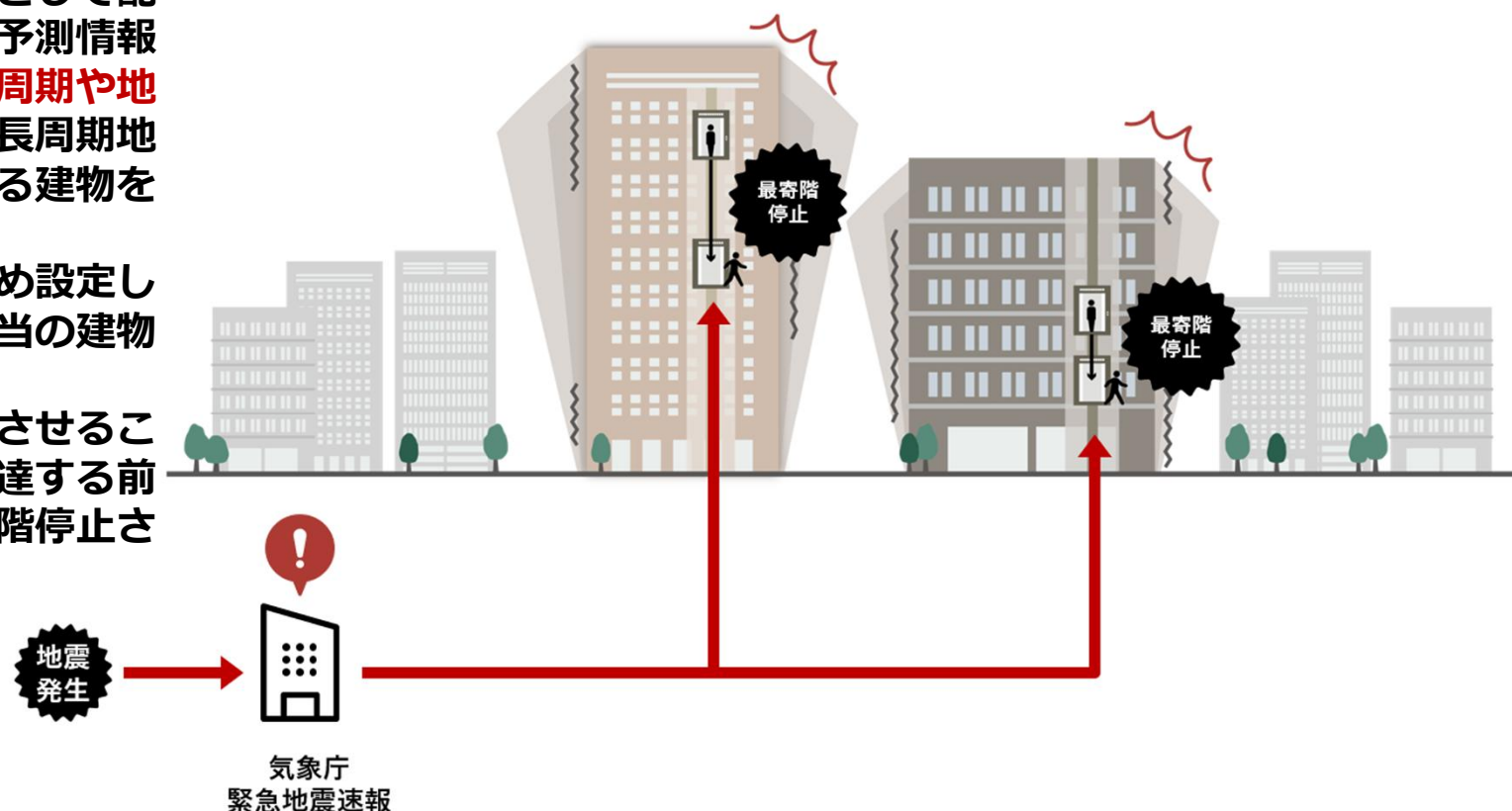
緊急地震速報（警報）の発表基準 ※気象庁より

発表基準	震度 5 弱以上を予想した場合 +（または） 長周期地震動階級 3 以上を予想した場合
対象地域	震度 4 以上を予想した地域 +（または） 長周期地震動階級 3 以上を予想した地域

※緊急地震速報（予報）の発表条件には、長周期地震動階級 1 以上を予想した場合は追加します

予測情報をエレベーター制御と連動することで閉じ込めを防止

- 気象庁から緊急地震速報として配信される長周期地震動の予測情報をもとに、**ビル毎の固有周期や地盤の特性等に基づいて、長周期地震動の影響を大きく受ける建物を判別**
- ビルの予測最大階級が予め設定した閾値を超えた場合、該当の建物へ制御信号を発報
- エレベーター制御と連動させることで、長周期地震動が到達する前に、エレベーターを最寄階停止させて閉じ込め事故を防止



地震発生

①

緊急地震速報受信

各ビルにて当該ビルの最大階級を測定する

②

最寄階停止

上記最大階級が閾値を超えた場合に最寄階停止を実施

揺れ収束

③

エンジニアの復旧or手動で復旧

揺れが大きかった場合は、エンジニアによる復旧
揺れが小さかった場合は、防災センターにて手動で復旧

通常運転へ

- エレベーター制御と連動することで地震観測前に最寄階停止が可能となり、閉じ込めを防止
- 長周期地震を観測しにくい防災センターにおいても予測情報により情報が入手可能となった
- 来街者や利用者に対しても、館内放送等で、事前通知が可能となった

メリット

今後の課題

- 長周期地震動の揺れを観測する前にエレベーターの制御を行うため、過剰な停止を引き起こす可能性がある
- ビルとして実際の揺れを観測していない状況でエレベーター制御を行うことから、実測の最大変位が不明であるため、エレベーターの復旧判断が難しい。