

エレベータードアの新方式安全センサ “ラインシグナルドアセンサ”

佐野恵美子* 白附晶英**
鹿井正博* 川榮祐貴**
増田壽雄**

Novel Safety Sensor for Elevator Doors "Line Signal Door Sensor"

Emiko Sano, Masahiro Shikai, Toshio Masuda, Akihide Shiratsuki, Yuki Kawae

要旨

エレベーターでは乗客の安全性に対する要求が高まっており、特にドア開閉時の安全性を向上させるための様々な対策が実用化されてきた。ドア開閉時には、戸閉^(注1)時の挟まれ、戸開^(注2)時の戸袋への引き込まれが発生する場合があります。古くから、対象物とドアとの接触を検知するセンサが用いられて来たが、事前検知が不可能という課題があった。そこで、近年、ドアや戸袋近くに光ビームを張り巡らせ、遮った物体を検知する方式が開発されており、三菱電機も挟まれを検知するマルチビームドアセンサを実用化し、さらに戸袋への引き込まれを検知する“気配りドア”⁽¹⁾を三菱標準形エレベーター“AXIEZ(アクシーズ)”の標準装備にするなど、ドア開閉時の安全性向上に努めてきた。しかし、これらは光ビームを遮った物体を検知する方式のため、対象物体がビームのないエリアにあった場合や、犬の散歩紐(ひも)のような細い紐状物体がビームの隙間(す

(注1) ドアが閉まる動作のこと

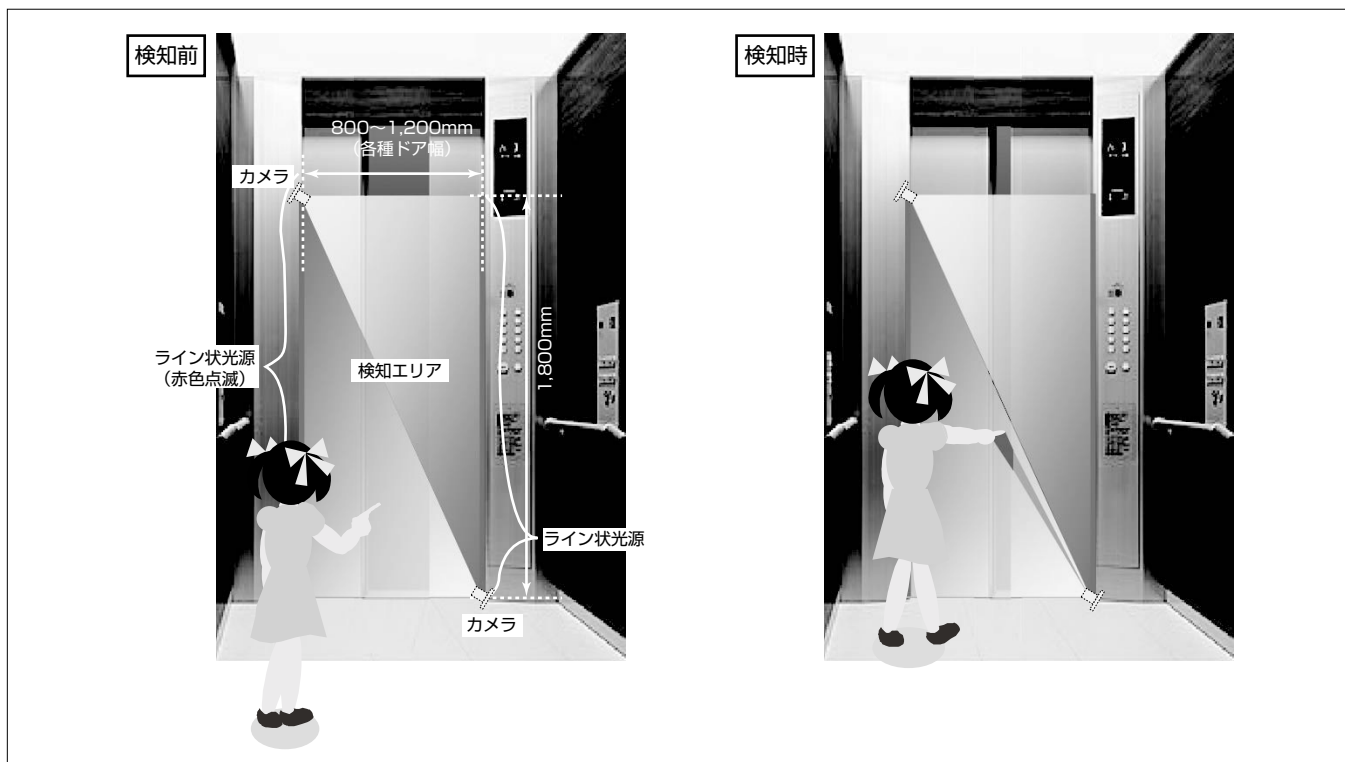
(注2) ドアが開く動作のこと

きま)に入り込んだ場合は検知できないという課題が残されていた。

そこで、より安全なドアを実現するために、これらの課題を一挙に解決する“ラインシグナルドアセンサ”を開発した。このセンサは、

- ・面状の検知エリア：隙間がなく、広域をカバー
- ・細い物体でも検知：検知エリア内のどこでもφ6mmの紐状物体を検知(ドア中央はφ3mm)
- ・ドア開閉予告点灯：乗客自身で危険回避動作をできるように、ドア開閉動作前に戸袋を点滅発光

という特長があり、AXIEZ全機種に適応可能である。これらの実現のために、ビームではなくライン状に発光する光源と、ドア全面に焦点を合わせることが出来る深被写界深度のカメラ用レンズ系を独自開発した。このセンサによって、子供の指や犬の散歩紐の挟まれ・引き込まれの事前検知が可能となり、ドア開閉時の安全性が更に向上した。



ラインシグナルドアセンサの特長(戸閉時・挟まれ検知例)

ライン状光源によって“光の幕”をドア前面に作る。この幕がセンサの検知エリアとなり、侵入した物体が光を遮ることによって作る影をカメラで検出する。ドアのほぼ全面(幅：ドア幅、高さ：1,800mm)という広い範囲を隙間なく網羅するため、紐のような細い物体でも漏れなく検知し、ドアでの挟まれ・引き込まれを事前に防止する。

1. ま え が き

乗客が安全にエレベーターを乗降することはバリアフリー社会を目指す上でも重要であり、今後も改善しつづけるべき課題である。乗降時の課題はドア開閉時に多く発生し、戸閉時にはドア端での挟まれ、戸開時には戸袋への引き込まれがある。当社は、戸閉時への安全対策としてマルチビームドアセンサ、戸開時の対策として気配りドアなどの安全センサを実用化し、高い安全性を実現しているが、更なる安全性向上に向けて現状のセンサで困難な事例に着目し、これを解決するラインシグナルドアセンサを開発した⁽²⁾。

本稿ではまずドア開閉時における安全対策の現状と課題についてまとめ、ラインシグナルドアセンサの特長、このセンサを可能にした技術について述べる。

2. ドア開閉時における安全対策の現状と課題

2.1 戸閉時の安全

乗客の手や荷物がドア端近傍にあると、挟まれる場合があり、セーフティシューと呼ばれるドアエッジに加重を検知する機械式装置が広く用いられてきた。機械式装置は、挟まれてから初めて検知が可能になるため、事前検知が可能な光学式のライトカーテンの適用が広がってきている。ライトカーテンは、光ビームを張り巡らせて、それを遮った物体を検知する方式であり、当社もマルチビームドアセンサとして製品化している。しかし、ライトカーテンでも、犬の散歩紐のような細い物体がビームの隙間に入り込んだ場合には検知することが困難である。

2.2 戸開時の安全

戸開の場合は、戸袋への引き込まれが発生することがある。例えば子供がドアに手をついたままでドアが開き、戸袋へ引き込まれる可能性が考えられる。一般的にはドアのトルクにかかる力を検知してドアの動きを止める機械式の装置が使われているが、この場合もトルクがかかる、すなわち引き込まれが発生してからしか検知できない。近年は戸袋近くに光ビームを照射し、戸袋近傍の引き込まれるおそれがある物体を検知する光学式センサの装備も進んできているが、光ビームとドアの隙間に物体が入り込んだ場合は検知困難である。

2.3 現状のドア開閉時の課題

ドア開閉時の安全対策として広く採用されている機械式装置では光学式センサのような検知エリアの隙間は存在しないが、挟まれ・引き込まれの発生後にしか検知できない。一方、光学式は事前検知が可能だが、ビームで構成されている検知エリアに隙間があるため、物体のサイズや位置によっては検知できない場合がある。そこで、これらの課題を解決するために、検知エリアに隙間のない光学式センサを開発した。

3. ラインシグナルドアセンサの特長

このセンサは従来のライトカーテンなどの光学式センサと異なり、隙間のない面状の検知エリアを持つことが最大の特長である。これによって、ドアのほぼ全面からφ6mm以上の物体を検知することが可能となった。次に、このセンサの特長を述べる。仕様を表1にまとめ、図1に製品写真を示す。

3.1 隙間のない面状の検知エリア

網状の検知エリアではなく、独自開発のライン状光源によって面状の検知エリアを形成し、隙間をなくした。これによって、紐や子供の指などの細い物体でも取りこぼしなく検知できる。検知範囲の高さは1,800mm、幅はドア幅と同じであり、ドア間口のほぼすべてを検知エリアとしている。このため、このセンサだけで主に戸袋で発生する引き込まれと、主にドア中央(両開きタイプ)で発生する挟まれとの両方に対応できる。

3.2 細い紐でも検知

ドア全面ではφ6mm以上、ドア中央部分ではφ3mmの紐状物体を検知することができるため、犬の散歩紐などの細い紐状物体の検知には非常に有効である。さらに、場所によってはφ1mmも検知可能である。また、子供の指サイズは7歳女子で厚さ11mm程度⁽³⁾と十分に検知できる。ただし、光の透過を利用した方式のため、透明物体を検知することはできない。図2に示したように、幅800～

表1. ラインシグナルドアセンサの仕様

対応ドア幅	800～1,200mm
検知範囲：高さ	1,800mm
検知範囲：幅	対応ドア幅と同じ
検知可能サイズ	φ6mm以上の不透明物体(ドア中央ではφ3mm)
ライン状光源サイズ	幅5×高さ1,805(mm)
光源の色	赤

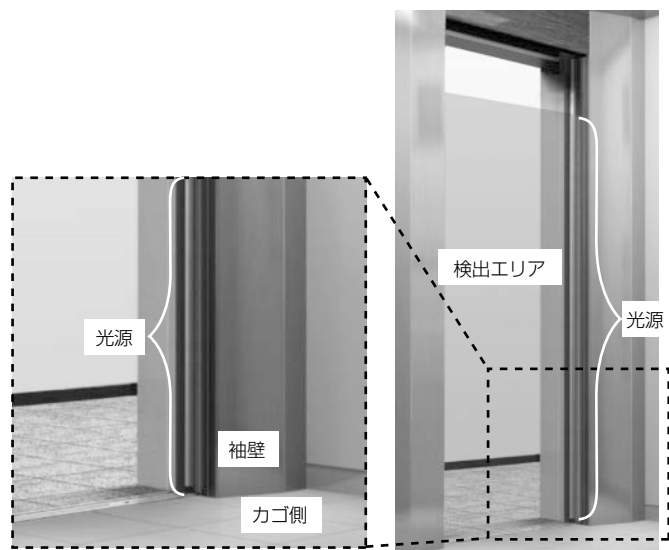


図1. ラインシグナルドアセンサ

1,200mmの各種ドアに対して、ドア中央部分でφ 3 mm、ドア全面からφ 6 mm以上の物体が検知できる。4. 3節で述べるが、独自設計したカメラ用レンズ系がピント調整レスで各種ドア幅での対象物体検知に対応できるため、ドア幅の制約を受けずに、様々なドアに対して高い安全性を実現することができる。

3.3 ドア開閉予告点灯

ドアが開閉動作を開始する前に、戸袋近くに設置された赤色のライン状光源を点滅させて、ドアの開閉予告を行う。この点灯動作によって、乗客はドアの動作タイミングを事前に把握でき、ドアが動き始める前に戸袋・ドア先端など、引き込まれ・挟まれが発生しやすい場所から体や荷物を離すことができる。また、戸閉動作を予告できずに無理に乗車して衝突が発生する可能性もあるが、これも戸閉タイミングを乗客に予告することで防止することができる。さらに、高さ1,800mmと光源が大型のため、子供やお年寄りでも視認が容易である。詳細な点灯タイミングは5章で述べる。

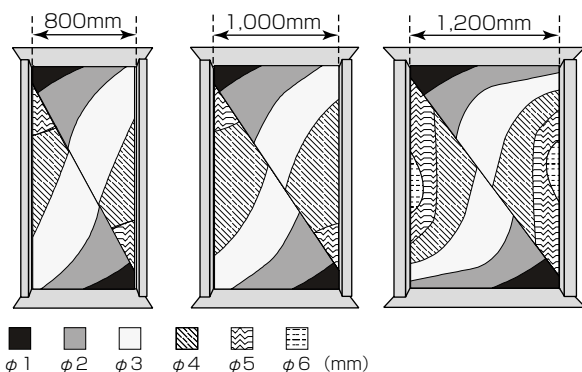


図2. ドア面内での検知物体のサイズ

4. ラインシグナルドアセンサの技術

4.1 検知原理

光ビームの代わりにライン状光源が放射する光の面を遮った物体をカメラで検知する方式である。2セットのカメラ・光源によって、ドアのほぼ全面と等しい検知エリアを実現した(図3)。図4の検知原理図に示すように検知エリアに検知対象物体がない場合は、カメラは光源のラインを映し出すが、検知対象物体があるとカメラに入る光が遮られて、影が映る。

4.2 ライン状光源

LED(Light Emitting Diode)アレーと拡散板で構成されている。光源全体を均一強度でむらなく発光させるため、LED間隔、拡散板の配置などを最適化した。また、ドア開閉予告点灯機能として、乗客が視認しやすいように赤色を採用した。

4.3 カメラ用レンズ系

独自設計した非球面レンズ2枚で構成されている。ドア

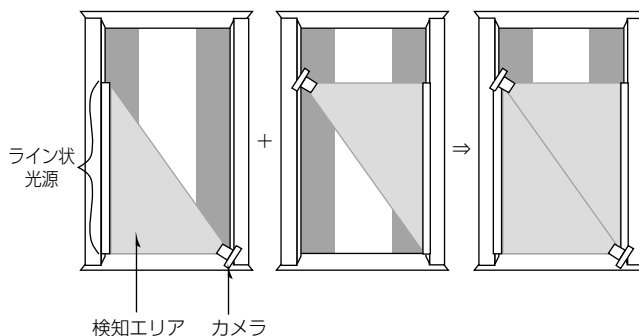


図3. センサ構成と検知エリア

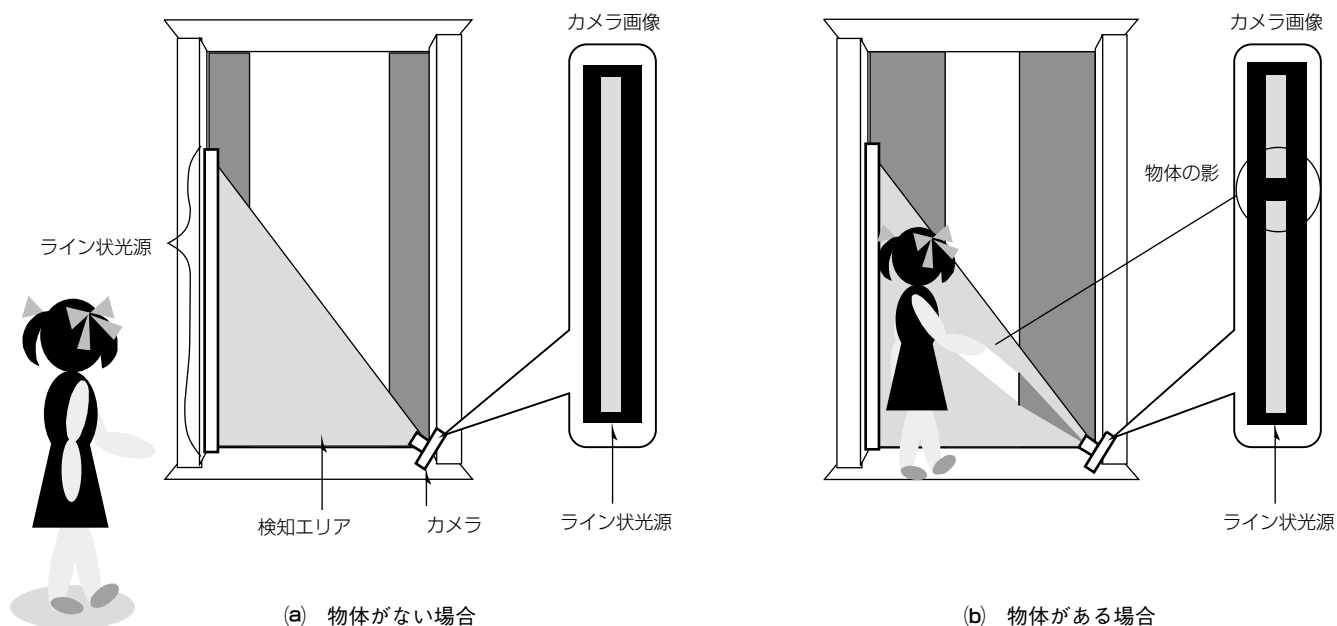


図4. 検知原理

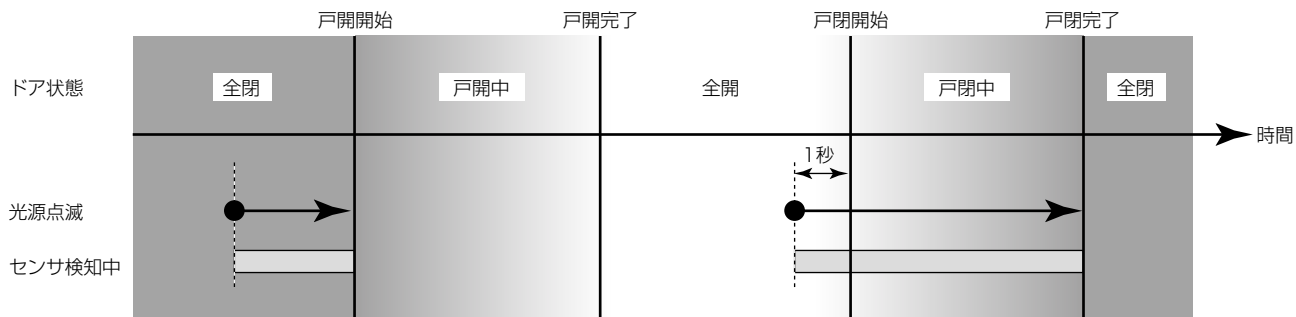


図5. センサとドアの動作シーケンス

幅800~1,200mmのどこでもφ6mm以上の物体にピントをあわせるため、深い被写界深度(2,200mm)、広い画角(66°)という特長を持っている。さらに、狭いドア袖壁(そでかべ)に簡単に据え付けられるように非常に小型(長さ10mm)に抑えた。

5. システム動作

戸閉・戸開時のセンサとドアの動作シーケンスを図5に示す。引き込まれは戸が開き始めた瞬間から発生する可能性があるため、戸閉状態からセンサ動作を開始して、戸開より事前に検知する。一方、挟まれは戸が閉まりきるまで発生する可能性があるため、戸閉動作中は常に検知動作を続ける。また、ライン状光源は検知用の光源としてだけでなく、戸開・戸閉動作時に点滅させて、ドアの動作を乗客に予告する機能も兼ねている。特に戸閉前の点灯は駆け込もうとしている乗客にドア動作への注意を喚起し、衝突防止対策として非常に効果的である。このようにして、ドア動作に対してセンサ動作を最適化することで、引き込まれ、挟まれ、更に衝突を事前検知して防止することが可能である。

6. むすび

従来の機械式装置やライトカーテンでは物体の位置によっては挟まれ・引き込まれの可能性があるものを検知できず、また、細い紐状物体の検知が困難であった。しかし、今回のラインシグナルドアセンサの実用化によって、紐状の細い物体をドアのほぼ全面から漏れなく検知することが可能になり、ドア開閉時の安全をより向上させることができた。さらに、このセンサをほかのセンサと組み合わせることによって、他にない安全性の高いドアシステムを構築することができる。

参考文献

- (1) 瀨瀬雅彦, ほか: 三菱標準形エレベーター“AXIEZ(アクシーズ)”のドアの安全, 三菱電機技報, 79, No.10, 641~644 (2005)
- (2) 鹿井正博, ほか: エレベーター向け面状検知光学ドアセンサの開発, 機械学会研究会資料, No.09-97, 31~34 (2010)
- (3) Japanese body size data: 1992~1994, 455, 7歳女性左手第二指遠位関節厚データ