

エスカレーターステップ気配りセンサ

吉田浩二* 伊藤 寛†
 葛田広幸**
 平井敬秀***

Step Demarcation Warning System for Escalator

Koji Yoshida, Hiroyuki Tsutada, Takahide Hirai, Yutaka Itoh

要 旨

2007年夏以降、樹脂性サンダルなどがエスカレーターのステップとスカートガードの間に巻き込まれる、又はロングスカートなどが前後のステップ間に巻き込まれる事故が急増している。利用者やオーナーでも、エスカレーターの安全性に対する関心が高まっており、巻き込まれ事故防止が急務となっていた。

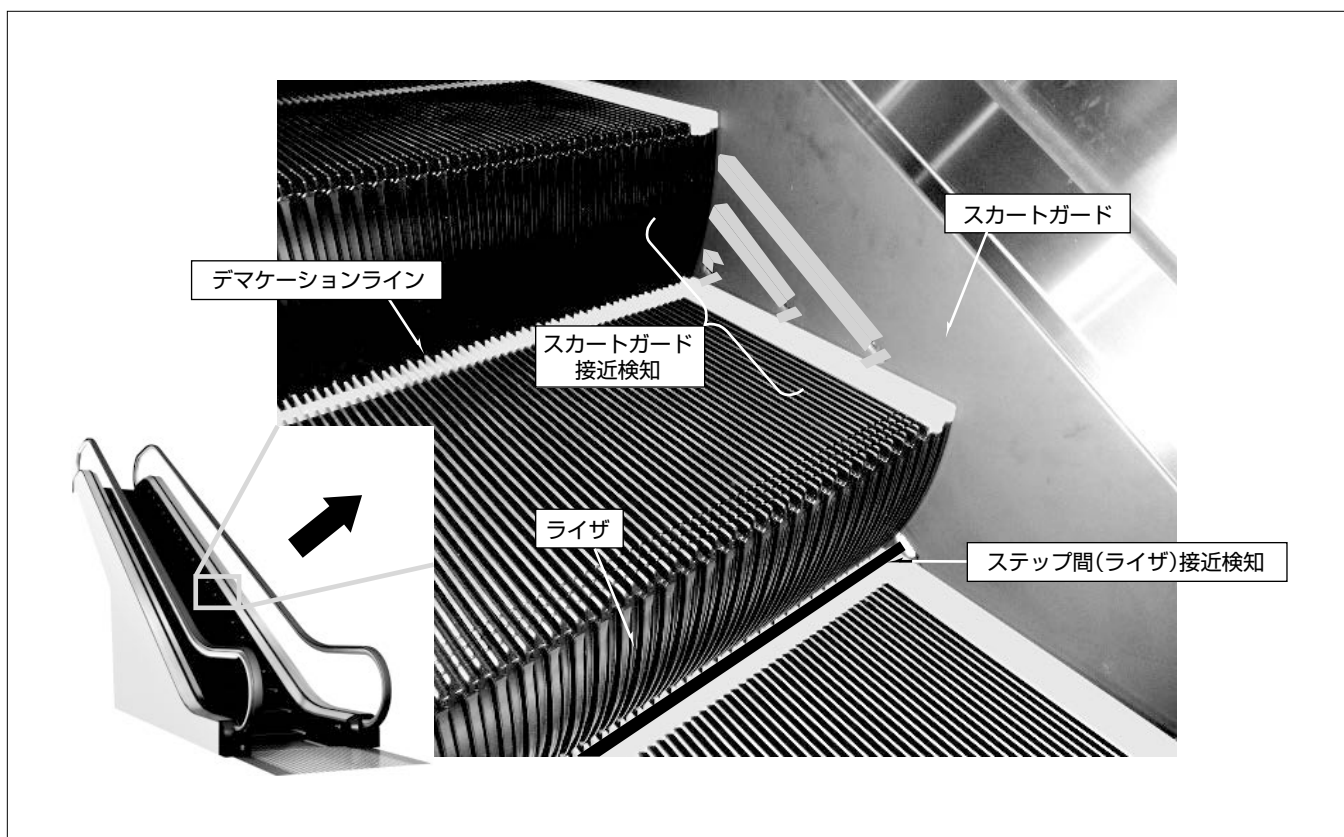
これらの事故を未然に防止するため、三菱電機及び三菱電機ビルテクノサービス(株)では、利用者へ足元への注意を促す警告システム“ステップ気配りセンサ”を開発した。

ステップとスカートガードの間は上昇運転では踏み板側、下降運転ではライザ側に挟まれやすく、ステップとステップの間は運転方向にかかわらず、傾斜部から水平部に入る

ときに挟まれやすいという特徴がある。

そこでこのシステムは傾斜部の左右のスカートガード内に距離センサと遮光センサを実装し、運転中のステップによって得られる信号パターンを用いて検知エリアを生成し、ライザ又はスカートガードへ接近している利用者の靴や衣類などを検出して、ブザーと音声によってステップ中央への移動を促す。運転方向の切替え、運転速度の変更を検出すると自動的に検知エリアを調整する。また、車椅子用ステップなど形状の異なるステップにも対応している。

このシステムによって利用者の安全性が向上するとともに、安全装置の動作によるエスカレーターの停止回数が減少し、利便性も向上する。



ステップ気配りセンサ

スカートガード部は上昇運転では踏み板側に、下降運転ではライザ側に挟まれやすいため、露出しているスカートガード全体に検出エリアを形成する。ライザ部は運転方向にかかわらず傾斜部から水平部へ移動する際、相対的な動き(隣接するステップ間の段差が減少)が生じるため挟まれやすくなる。ステップの周囲には端部を識別しやすいようにデマケーションラインがあり、このシステムはこのライン上の靴や衣類を検出する。

1. ま え が き

2007年夏以降、樹脂製サンダルなどがエスカレーターのステップとスカートガードの間に巻き込まれる、又はロングスカートなどが前後のステップ間に巻き込まれる事故が急増している(2006年4月～2008年9月、事故数121件)⁽¹⁾⁽²⁾。利用者やオーナーで、エスカレーターの安全性に対する関心が高まっており、巻き込まれ事故防止対策が急務となっていた。

これらの事故を未然に防止するため、当社及び三菱電機ビルテクノサービス㈱では、足元への注意を促す警告装置“ステップ気配りセンサ”を開発した。この装置は、利用者の立ち位置がステップ前端及び側端に近づき過ぎていることをセンサで検知し、アナウンスやブザーで注意を喚起し、ステップ中央への移動を促すものである。

2. 概 要

この装置の外観を図1に示す。スカートガード内に光学式遮光センサが埋め込まれており、ステップ前端のデマケーションライン上に光軸が配置されている。光軸が遮断されることで前端(隣接するステップのライザ)への物体接近を検知する。さらに、左右スカートガード内に光学式距離センサが埋め込まれており、ステップ両側端への物体接近を検知する。

エスカレーター上での取付け位置を図2に示す。この装置は一定傾斜部の中間1箇所を設置し、接近検知時には上下2箇所配置されたスピーカーから警告アナウンスを発生する。なお、高揚程エスカレーターでは、2箇所以上に取付けが可能である。

光学式センサの配置を図3に示す。様々な靴先端部形状

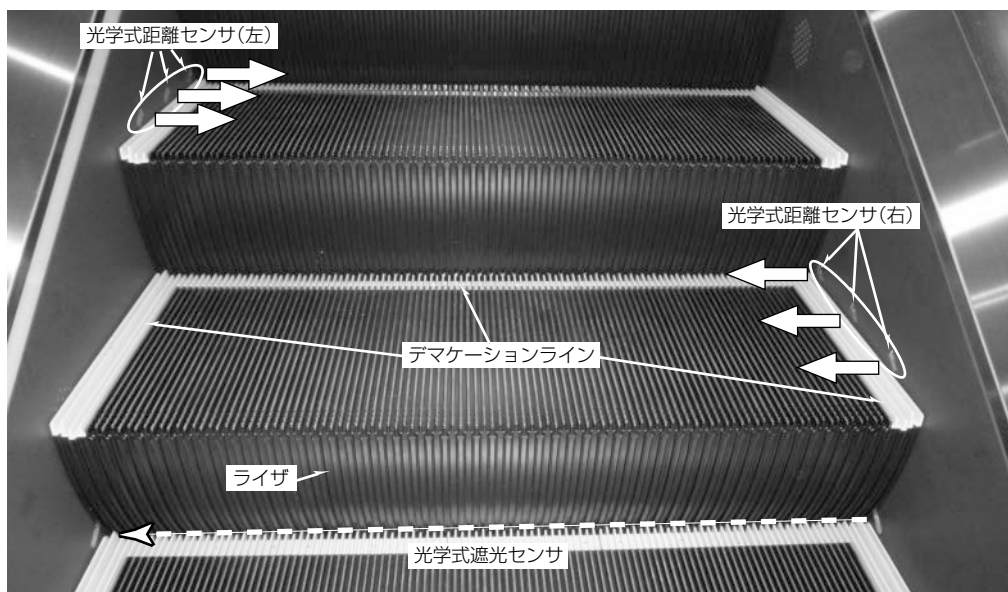


図1. ステップ気配りセンサ

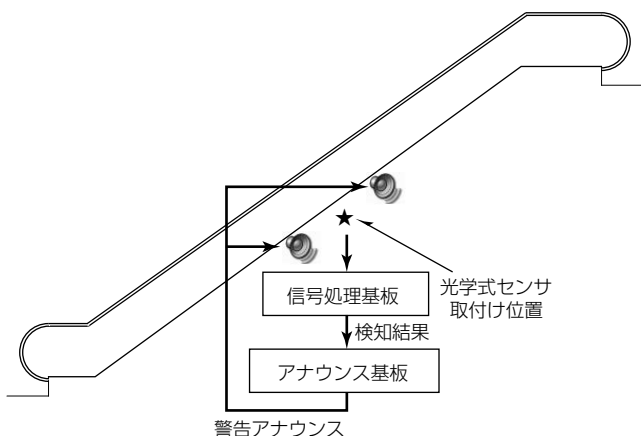


図2. 取付け位置

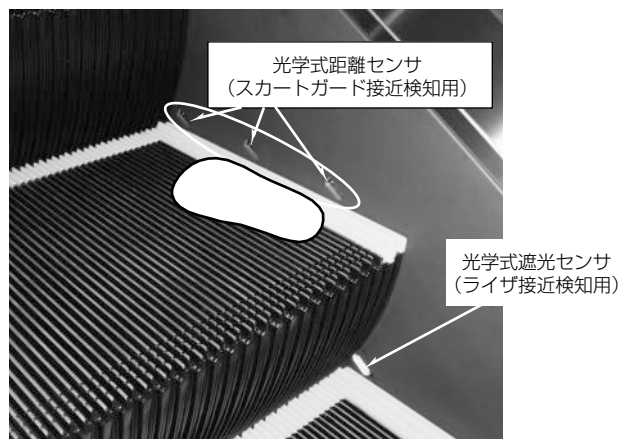


図3. 光学式センサ配置

を考慮して、ライザ接近検知に最適な位置に光学式遮光センサを配置した。また、3歳児相当の靴でも見逃しが発生しないよう、3個の光学式距離センサを最適な位置に配置した。なお、距離センサの検知距離は、デマケーションラインのほぼ中央となるように設定している。

なおこの装置は、スカートガード照明の同時適用が可能であり、足元照度を上げることで安全性を更に向上させることもできる。

3. 接近検知アルゴリズム

図4に上昇運転時におけるセンサ信号の一例を示す。説明を簡単にするため、片側のみのセンサを図示した。光学式センサは、ステップの移動軌跡と交差するように配置されているため、靴などの物体接近時以外に、踏み板面やライザ面などが通過した際にもセンサ信号がオン状態となることがわかる。よって、利用者が乗車可能な、各ステップの踏み板面と隣接するステップのライザ面で形成される領

域(図4中の検知エリア(X))のみを物体接近検知エリアとする必要がある。しかしながら、エスカレーターごとに運転速度や運転方向などが異なったり、定期点検時にスカートガードなどを脱着することで光学式センサの位置が多少変化する可能性も考えられることから、検知エリアを手動で調整することは煩雑である。

そこで、運転時のセンサ信号パターンを用いて、運転方向・運転速度・ステップ形状・センサ同士の位置ずれ量などに応じて、検知エリアを自動調整するアルゴリズムを開発した。

検知アルゴリズムの概要を図4及び図5のフローチャートを用いて述べる。

エスカレーター起動直後の利用者が乗車していない状態で、各ステップ通過時におけるセンサ信号パターンの特徴及び繰り返し周期から、運転方向・運転速度を自動判別する。一定速度になると、センサごとにセンサ信号パターンにおける検知エリア(X)の出現タイミングを学習・記憶す

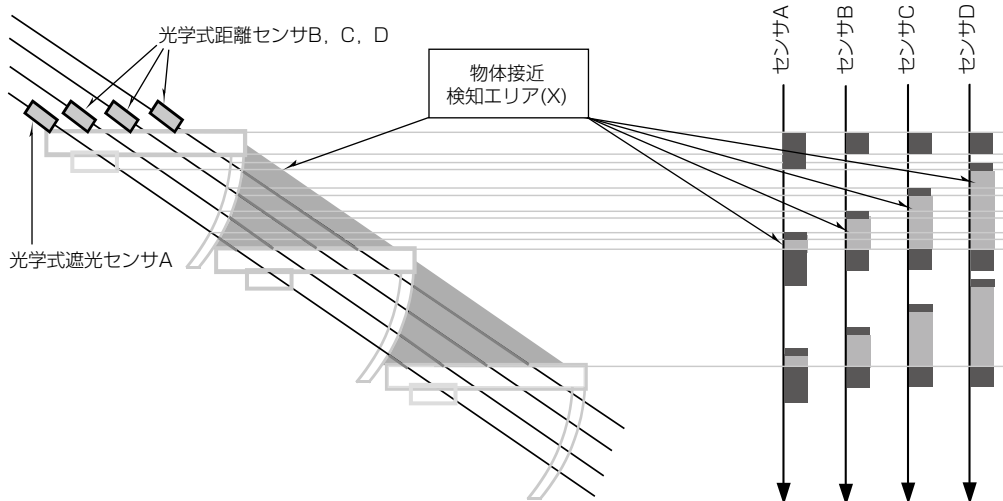


図4. 上昇運転時におけるセンサ信号

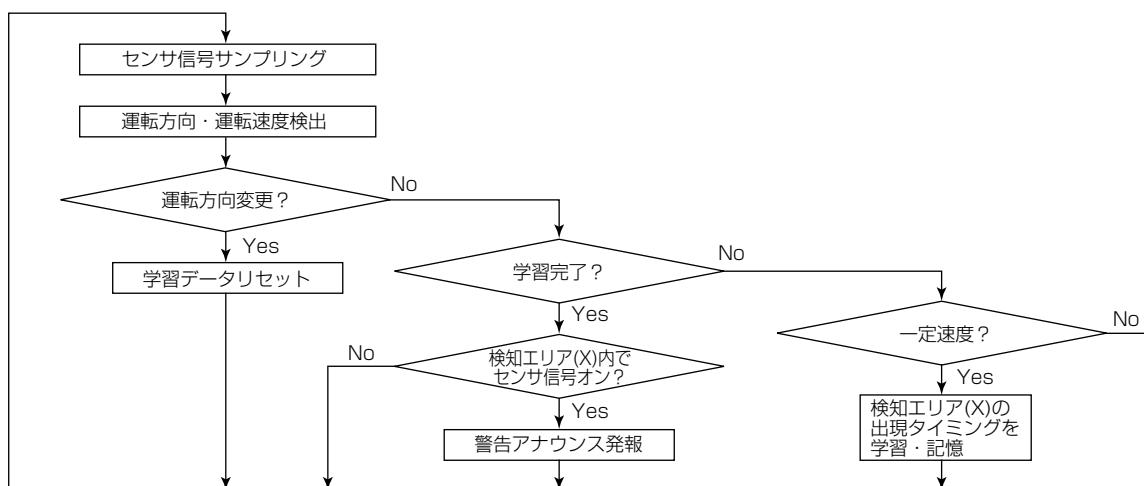


図5. 接近検知アルゴリズムのフローチャート

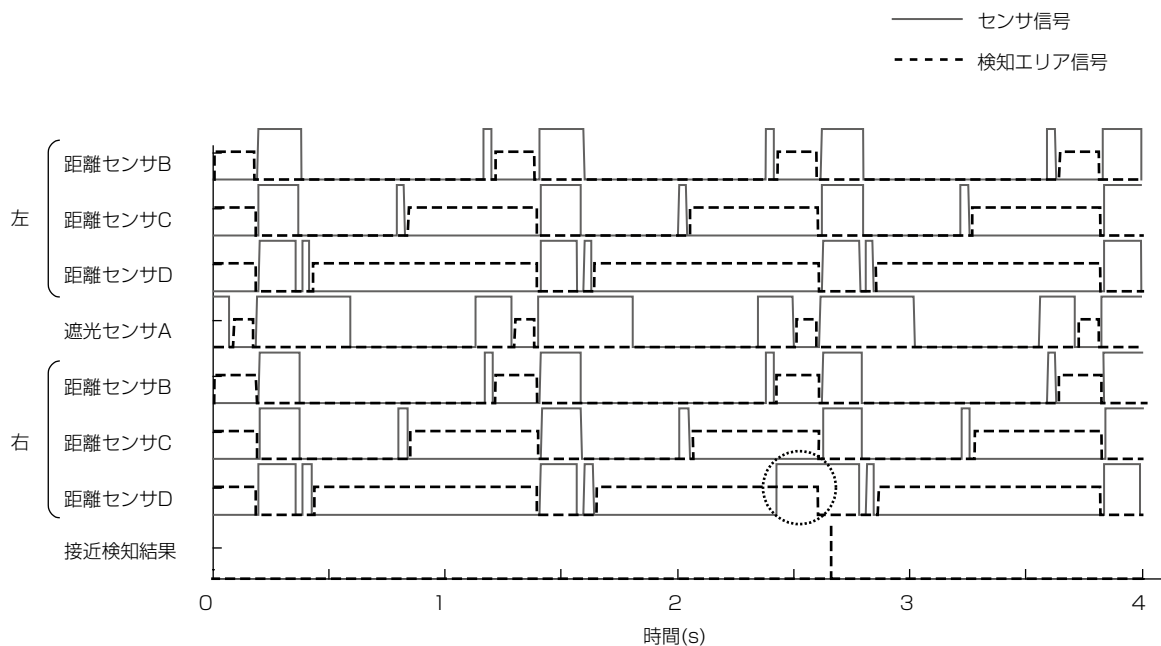


図 6. 接近検知事例（上昇運転時に靴が右スカートガードに接近）

る。これによって、ステップ形状やセンサ同士の位置ずれ量に影響を受けることなく、検知エリアを自動設定することが可能となった。

これらの学習が完了すると、接近検知処理が開始される。検知エリア(X)内で、センサ信号がオンした場合、靴などの物体が接近しているとみなし、警告アナウンスを発報する。

なお、このアルゴリズムでは、学習時の運転速度と現在の運転速度の差異に応じて検知エリアの設定タイミングを自動調整しているため、運転速度の変更にも対応可能である。また、運転方向変化時には、自動検出して検知エリアの再学習を行うため、運転方向変更にも対応可能である。

これらにより、運転状況にかかわらず踏み板上面からライザ端までの全域を検知エリアとすることができ、浮かせた足やロングスカートの裾(すそ)なども検知可能となった。また、可変速運転や運転方向変更などの様々な運転パターンへの対応が可能となるだけでなく、車椅子用ステップなどの様々なステップ形状への対応が可能となった。さらに、現地調整を簡略化でき、既設エスカレーターへの適用が容易となった。

4. 接近検知事例

上昇運転中に靴が右スカートガードへ接触している状態

で乗車した事例を図6に示す。図4の物体接近検知エリア(X)に相当する領域が正しく自動設定されていることが確認できる。また、2.5秒付近で、右スカートガードの距離センサDに靴が接近しており、これを検出していることが確認できる。なお、様々な種類の靴に対して検出動作確認を行い、表面形状や表面色によらず、ライザへの接近及び左右スカートガードへの接近を安定して検出することができ、警告アナウンス動作が行われることを確認している。

5. むすび

エスカレーターステップ周辺の巻き込まれ事故防止を目的として開発した警告装置“ステップ気配りセンサ”について述べた。この装置によって、エスカレーター利用者の乗車位置が適正化され、利用者災害の減少に寄与すると考えられる。

参考文献

- (1) 社日本エレベータ協会：エスカレーター挟まれについての調査報告，エレベータ界，No.169，28～31（2008）
- (2) 社日本エレベータ協会：エスカレーター挟まれについての調査報告（平成20年），エレベータ界，No.174，40～41（2009）